نشریه علمی - پژوهشی

علـوم باغبـانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

دانشگاه فردوسی مشهد

جلد ۳۱ شماره ۱

سال ۱۳۹۶

شماره پیاپی ۳۳

شاپا: ۴۷۳۰-۲۰۰۸

عنوان مقالات

ادامه فهرست داخل جلد

نشریه علمی - پژوهشی علوم باغبانی جلد ۳۱ شماره ۱ سال ۱۳۹۶ 2017 No. 1 Vol. 31 Journal of Horticultural Science

Ferdowsi University of Mashhad

Vol. 31 No. 1

2017

Journal of Horticultural Science

(Agricultural Science and Technology)

ISSN:2008-4730

Contents

Continue Content in cover

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه ۲۱/۲۰۱۵ — ۶۸/۴/۱۱ **و درجه علمی - پژوهشی شماره** ۲۶۵۲۴ — ۷۳/۱۰/۱۹ **از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری**

جلد ۳۱ شماره ۱ بهار ۱۳۹۶

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد– کد پستی ۹۱۷۷۵ صندوق پستی ۱۱۶۳دانشکده کشاورزی – دبیرخانه نشریات علمی– نشریه علوم باغبانی نمابر: ۸۷۸۷۴۳۰

این نشریه درپایگاههای زیر نمایه شده است:

پایگاه استنادی علوم ایران(ISC) پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی(SID) بانک اطلاعات نشریات کشور(MAGIRAN)

پست الکترونیکی: Jhorts4@um.ac.ir

مقالات این شماره در سایتhttp://jm.um.ac.ir به صورت مقاله کامل نمایه شده است .

این نشریه به تعداد ۴ شماره در سال چاپ و منتشر می شود.

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 1-13
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص.۱۳-۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تأثیر محلول‌پاشی اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

ناصر نصراله زاده اصل[1*] - مجتبی دلشاد[2] - عبدالکریم کاشی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی برگی بر روی خیار گلخانه‌ای رقم خسیب، آزمایشی به مدت ۵ ماه (اسفند ماه ۸۶ تا تیرماه ۸۷) در مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای زیبادشت واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان کرج به اجرا گذاشته شد. برای دستیابی به عملکرد و کیفیت بالای محصول، محلول پاشی برگی در داخل گلخانه‌های سبزی و صیفی ضروری به نظر می رسد. به همین دلیل آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در سه تکرارانجام شد که در آن اثرات کود اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک به ترتیب در غلظت های (۰ و ۳)، (۰ و ۱۰) و (۰ و ۰/۵) گرم در لیتر بر روی صفات کمی و کیفی خیار گلخانه‌ای از جمله عملکرد کل میوه، عملکرد میوه درجه یک، تعداد کل میوه، درصد میوه‌های درجه یک، قند میوه، طول بوته، درصد ماده خشک برگ و نسبت وزن برگ خیار مطالعه گردید. نتایج نشان داد که از بین اثرات ساده محلول پاشی، تیمار نیترات کلسیم بیشترین تأثیر را روی اکثر صفات مورد نظر گذاشت. همچنین از بین اثرات متقابل دوگانه محلول پاشی تیمار U_1B_1(اسیدبوریک – اوره در غلظت های ۰/۵و ۳ گرم در لیتر) بیشترین تأثیر را روی عملکرد میوه درجه یک گذاشت. و از میان اثرات متقابل سه گانه محلول پاشی، تنها تیمار $U_1C_0B_0$ (اسیدبوریک - نیترات کلسیم- اوره در غلظت های ۰، ۰ و ۳ گرم در لیتر) بیشترین تأثیر را روی عملکرد کل میوه، عملکرد میوه درجه یک و تعداد کل میوه بر جای گذاشت. نتایج حاصل حاکی از آن است که تیمار نیترات کلسیم با بیشترین تأثیر گذاری بر روی اکثر صفات مورد نظر در رتبه اول قرار داشته و سایر تیمارها از جمله تیمار $U_1C_0B_0$ و U_1B_1 به ترتیب در رده های بعدی تأثیر گذاری قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: تغذیه برگی، طول بوته، عناصر پر مصرف و کم مصرف، قند میوه، نسبت وزن برگ

مقدمه

خیار (*Cucumissativus* L.) یکی از مهمترین و پر مصرف ترین محصولات جالیزی است که بعد ازگوجه فرنگی، پیاز وکلم، چهارمین سبزی مهم جهان می‌باشد (۶). از نظرکشت وکار خیار پس ازهندوانه رتبه دوم تولید درخاورمیانه را در خانواده کدوئیان دارد. چهارکشور چین، ایران، ترکیه و آمریکا با تولید۲۳/۲ میلیون تن درحال حاضر ۶۶ درصد از تولید جهانی را در دست دارند (۲۲). استفاده از کشت‌های کنترل شده و گلخانه‌ای از جمله تدابیری است که به منظور افزایش تولید در واحد سطح رونق یافته اند. در این روش تولید، کنترل عوامل مؤثر در تولید و از جمله کنترل تغذیه گیاه از شرایط مهم دستیابی به عملکرد بالا محسوب می‌شوند. جذب سریع عناصرغذایی، عدم تأثیر pH و بافت خاک درجذب، فراهم شدن کاتیون هایی چون روی وآهن برای گیاه درخاک هایی که این عناصر را تثبیت می‌نمایند و هزینه کمترنسبت به سایر روش‌ها از مزایای روش تغذیه برگی است (۱۶). تغذیه برگی روی برگ‌های جوان مؤثرتر است و کمبود همه عناصر پرمصرف و کم مصرف، را می‌توان برطرف کرد (۱۲). در دهه اخیر تأثیر تغذیه برگی بر روی خیار مزرعه‌ای توسط فرهادی و همکاران (۷) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج محققان نشان داد که اوره ۷/۵ در هزار به صورت محلول پاشی برگی در کشت پاییزه خیار بیشترین تأثیر را روی عملکرد کل میوه گذاشته است در حالیکه در کشت بهاره، اوره ۵ در هزار بر سایر سطوح تغذیه برگی برتری داشته است. کاروپایا و همکاران (۱۱) اثر محلول پاشی برگی با کود اوره را بر روی خیار مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار دادند و در نتایج خود بیان

۱- کارشناس ارشد علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: nasrollahzadehasl@gmail.com)
۲ و ۳- دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.22914

نمودند که میزان عملکرد میوه ۱۴/۵ تن در هکتار بوده و میزان NPK[1] در داخل گیاه با محلول پاشی برگی در مقایسه با حالت بدون محلول پاشی (استفاده در خاک) افزایش نشان داده است. محمد (۱۹) اثر کودهای اوره و نیتروفوسکا را به حالت محلول پاشی برگی و نیز به صورت استفاده در خاک بر روی دو رقم خیار گلخانه‌ای از جمله بلدی[2] و بت آلفا[3] مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که هیچ نوع اثر معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ عملکرد کل میوه مشاهده نشد. ولی بازارپسندی میوه‌های خیار در هر دو رقم با محلول پاشی برگی افزایش قابل توجهی نشان داد. مجید و ال- همزاوی (۱۸) تأثیر تیمارهای آنفاتن[4] (یک نوع تحریک کننده رشد تجاری)، نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم را بر روی خیارگلخانه ای رقم ال- هاتم مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند که بیشترین درصد تشکیل میوه مربوط به تیمار ۱۰۰۰میلی گرم در لیتر آنفاتن بود. همچنین محلول پاشی برگی با نیترات کلسیم و نیترات پتاسیم در غلظت های ۱۰ و ۱۵ میلی مولار اثرات معنی داری بر روی طول گیاه، تعداد برگ در گیاه، سطح برگ، تعداد گل درگیاه، درصد تشکیل میوه، وزن خشک شاخه، وزن میوه، تعداد کل میوه در بوته و عملکرد کل گذاشت. سلیمان(۲۵) با ارزیابی اثر کودهای کم مصرف به صورت محلول پاشی برگی و استفاده در خاک همراه با آب آبیاری بر روی خیار گلخانه ای، به این نتیجه رسید که عملکرد محصول خیار با استفاده از محلول پاشی برگی افزایش چشمگیری (۳۲/۶- ۲۰/۳ درصد) نشان داده است. وارنکی (۲۷) اثر تیمار محلول پاشی بُر در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر را بر روی گیاه لوبیا سبزمورد ارزیابی قرار داد و دریافت که محلول پاشی بُر اثر مستقیمی بر روی توسعه نیام ها، افزایش غلظت بُر در بذرها و عملکرد گذاشت. همچنین پوسیدگی قهوه‌ای انتهایی بذرهای لوبیا سبز به طور قابل توجهی کاهش یافت. طی پژوهشی اثر مالچ پلی اتیلن سیاه و نیترات کلسیم بر رشد، عملکرد و پوسیدگی گلگاه[5] در هندوانه رقم چارلستون گری[6] مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر معنی‌داری روی این عارضه نداشت (۱۳). پژوهش های پاتیل و همکاران (۲۳) بر روی گوجه فرنگی تحت تیمار ۱۰۰ ppm از اسیدبوریک نشان داد که کاربرد این ماده باعث افزایش میزان شاخه گل دهنده و عملکرد آن می گردد. آدلوسی و همکاران (۱) در گیاه ماکروتیلوما[7] پژوهشی را برای ارزیابی اثر تیمارهای نیتروژن مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند که کود نیتروژن به طور قابل ملاحظه ای نسبت وزن برگ را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. مصطفی و همکاران (۲۰) پژوهشی را برای ارزیابی اثر تیمارهای نیتروژن بر روی گیاه زیتون مورد بررسی قرار داده و در نتایج خود بیان نمودند که کود نیترات کلسیم به نحو چشمگیری درصد ماده خشک برگ را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد، افزایش داد. کاظمی (۱۴) گزارش کرد که محلول پاشی گیاهان خیار در درون گلخانه با استفاده از کلرید کلسیم، درصد ماده خشک برگ را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. در زمینه تغذیه برگی در کشور تحقیقات مفیدی انجام شده است ولی مطالعات اندکی درباره تغذیه برگی خیار گلخانه‌ای صورت گرفته است و این تحقیق در واقع نوعی نوآوری در تغذیه برگی خیار گلخانه‌ای می‌باشد. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغذیه برگی با کودهای اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای (رقم خسیب) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۸۶ و ۸۷ در مرکز آموزش فنی و حرفه‌ای زیبادشت واقع در ۱۵ کیلومتری شهرستان کرج بر روی خیار گلخانه‌ای رقم 'خسیب' به اجرا در آمد. بافت خاک زمین محل آزمایش شنی لومی بود. در این آزمایش از ۳ ترکیب شیمیایی برای محلول پاشی برگی در قالب طرح آماری کرت‌های دو بار خرد شده در سه تکرار استفاده شد به این ترتیب که کود اوره در دو سطح (۰ و ۳ گرم در لیتر) در کرت‌های اصلی، کود نیترات کلسیم در دو سطح (۰ و ۱۰ گرم در لیتر) در کرت‌های فرعی و کود اسیدبوریک در دو سطح (۰ و ۰/۵ گرم در لیتر) در کرت‌های فرعی در فرعی قرار داده شدند. بنابر این تعداد تیمارهای مورد آزمایش ۸ تیمار و تعداد واحدهای آزمایشی ۲۴ عدد و خلاصه تیمارها به شرح زیر بود.

تیمار $U_1C_1B_1$: اوره + نیترات کلسیم + اسید بوریک

تیمار $U_1C_1B_0$:اوره + نیترات کلسیم

تیمار $U_1C_0B_1$: اوره + اسید بوریک

تیمار $U_1C_0B_0$: اوره

تیمار $U_0C_1B_1$: نیترات کلسیم + اسید بوریک

تیمار $U_0C_1B_0$: نیترات کلسیم

تیمار $U_0C_0B_1$: اسید بوریک

تیمار $U_0C_0B_0$: این تیمار بعنوان تیمار شاهد بوده و هیچگونه محلول پاشی روی آن انجام نشد.

در ضمن علاوه بر سه ترکیب شیمیایی که برای محلول پاشی برگی مورد استفاده قرار می‌گیرد، از ترکیب شیمیایی دیگری با نام کود تجاری فوسامکو به نسبت ۳ گرم در لیتر، بطور جداگانه بر روی تعدادی بوته خیار در داخل گلخانه استفاده شد. دلیل استفاده از این

1- Nitrogen, Phosphorus, Potassium
2-Baladi
3- Beit- Alpha
4-Anfaton
5- Blossom end rot
6- Charleston Gray
۷-یک گیاه یکساله علفی، مقاوم به خشکی و با عادت رشد مشابه گیاه بادام زمینی *Macrotylomageocarpa*است.

کود نوعی حالت مقایسه‌ای با ۳ ترکیب فوق بوده تا اینکه مشخص شود که اثر کدامیک از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود. کود مایع فوسامکو کودی است کامل و از عناصر زیر تشکیل شده است که شامل نیتروژن۱۰ درصد، فسفات ۴/۴ درصد، پتاس ۷ درصد، منیزیم ۱۹۰۰ پی پی ام، منگنز۱۴۰۰ پی پی ام، روی ۷۰۰ پی پی ام، آهن۸۰ پی پی ام، مولیبدن۳۰ پی پی ام و بُر۲۰۰ پی پی ام می‌باشد. ۳ نمونه خاک از قسمت های مختلف گلخانه از عمق ۳۰-۰ سانتی متری برای این مطالعه انتخاب شدند. نمونه های خاک پس از هوا خشک شدن و کوبیدن، از الک دو میلیمتری عبور داده شدند آنگاه برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله درصد کربن آلی به روش والکی- بلاک[1]، میزان نیتروژن به روش کجلدال[2]، فسفر به روش اولسن[3]، پتاسیم به روش فلیم فتومتری[4] و درصد رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری[5] تعیین گردید. هدایت الکتریکی توسط Ec متر و واکنش کل اشباع توسط pH متر انجام گرفت. نتیجه آزمایش خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. پس از شخم زدن به عمق ۳۰ سا نتی متر و ضد عفونی خاک به وسیله بخار آب، کودهای شیمیایی از جمله اوره به میزان ۶-۵ گرم ، فسفر به میزان ۱۰-۹ گرم و پتاس به میزان ۶-۵ گرم برای هر متر مربع گلخانه به صورت استارتر استفاده شد. و همچنین کود دامی کاملاً پوسیده و ضدعفونی شده به میزان ۳ کیلو گرم برای هر متر مربع به خاک اضافه شد. به منظور تهیه نشاء مورد نظر و انتقال آن به بستر اصلی از گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۸ سانتی متر استفاده شد. برای ضد عفونی کردن گلدان‌ها به منظور کنترل انواع بیماری های خاکزی و انواع آفات لاروی ساقه خوار از سم کاپتان استفاده شد. بستر کشت بذرها مخلوطی از کوکوپیت به نسبت ۸۰ درصد و پرلیت به نسبت ۲۰ درصد بود. بذرها در اسفند ماه کاشته شدند و پس از ۲۵ روز وقتی که به مرحله ۴ برگی رسیدند به محل اصلی منتقل شدند. کاشت در گلخانه اصلی بصورت ردیفی با فواصل ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر و فواصل روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. تراکم نهایی بوته معادل ۳ بوته در متر مربع بدست آمد. کیفیت آب آبیاری در حد مطلوب بوده وسیستم آبیاری از نوع آبیاری قطره‌ای بود و عملیات آبیاری در ابتدا دو روز در میان و در مرحله زایشی یک روز در میان به طور مرتب تا پایان برداشت صورت گرفت. تغذیه برگی اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک و همچنین کود مایع فوسامکو به ترتیب به میزان ۳گرم، ۱۰گرم، ۰/۵ گرم و ۳ گرم در لیتر، هفته ای یکبار پس از تشکیل نخستین میوه‌ها در صبح و با استفاده از سمپاش پشتی انجام شد. برداشت میوه‌های خیار یک روز در میان در طول دوره انجام گرفت. میوه‌های برداشت شده هر تیمار در محل آزمایش از نظر بازار پسندی به درجه ۱و۲ تقسیم بندی و پس از شمارش توزین شدند. سطح برگ دو بار در طول آزمایش با دستگاه Aria Meter مدل AM200 و قند میوه با دستگاه رفراکتومتر مدل 3T مورد اندازه گیری قرار گرفت. علاوه بر این، صفات طول بوته، وزن بوته، عملکرد، درصد ماده خشک میوه، درصد ماده خشک بوته اندازه‌گیری شد. داده‌ها به کمک نرم افزارهای SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

عملکرد کل میوه: از بین تیمارهای محلول پاشی، تیمار نیترات کلسیم در سطح ۵ درصد روی عملکرد کل میوه تفاوت معنی‌داری بر جای گذاشت (جدول۲). محلول پاشی نیترات کلسیم با غلظت ۱۰ در هزار سبب افزایش عملکرد گردید به نحوی که میانگین عملکرد میوه در بوته‌های محلول پاشی شده ۳۹۱۷/۹ گرم در بوته بود و در حالی که در بوته‌های محلول پاشی نشده مقدار میانگین عملکرد ۳۵۷۶/۵ گرم در بوته بود. همچنین تیمار اسیدبوریک با غلظت ۰/۵ در هزار روی عملکرد کل میوه در سطح ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر جای گذاشت. به نحوی که میانگین عملکرد را از ۳۵۹۱/۶ گرم در بوته‌های محلول پاشی نشده به ۳۹۰۲/۸ گرم افزایش داد (شکل ۱).

از بین تیمارهای مختلف تیمار $U_1C_0B_0$با عملکرد ۴۴۵۰ گرم در بوته بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داده است. در حالیکه کمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد بود (داده‌ها نشان داده نشده است). عوامل متعددی می‌تواند بر روی عملکرد تأثیر داشته باشند. که از مهمترین این عوامل درجه حرارت، رطوبت و تغذیه گیاه می‌باشد. چنانچه هر یک از این عوامل به میزان کافی نباشد یا حتی هماهنگی لازم مهیا نشود، نه تنها عملکرد مطلوب به دست نمی آید بلکه موجب کاهش عملکرد و سایر خصوصیات دیگر گیاه می‌گردد. بُر یکی از عناصری است که در گیاه غیرمتحرک (ثابت) بوده، این عنصر در گیاه خیار در طی گلدهی و نمو میوه بطور مستقیم از ریشه‌ها جذب می شود. با توجه به اینکه سیستم ریشه خیار ضعیف است پس محلول پاشی برگی با اسیدبوریک اثرات معنی‌داری در تولید میوه ودر نهایت عملکرد کل دارد. در رابطه با کلسیم می‌توان گفت که به آرامی در محلول خاک حل می‌شود و بنابراین سریع عمل نمی کند. نیترات کلسیم یکی از منابع اصلی نیتروژن در برنامه‌های کودی در نمو درختان میوه و سبزی‌ها در ترکیب با سایر کودهای دیگر است (۲۷). بنابراین از طریق محلول پاشی برگی روی برگهای جوان و در حال رشد نیتروژن مورد نیاز توسط کود نیترات کلسیم که دارای ۱۶ درصد نیتروژن است، به میوه‌های در حال رشد رسیده و باعث افزایش باردهی و افزایش عملکرد محصول می‌شود. در مورد تیمار $U_1C_0B_0$ علت افزایش عملکرد این گونه توجیه می‌شود که اوره خالص دارای ۴۶ درصد نیتروژن است و نیترات کلسیم نیز۱۶ درصد نیتروژن دارد

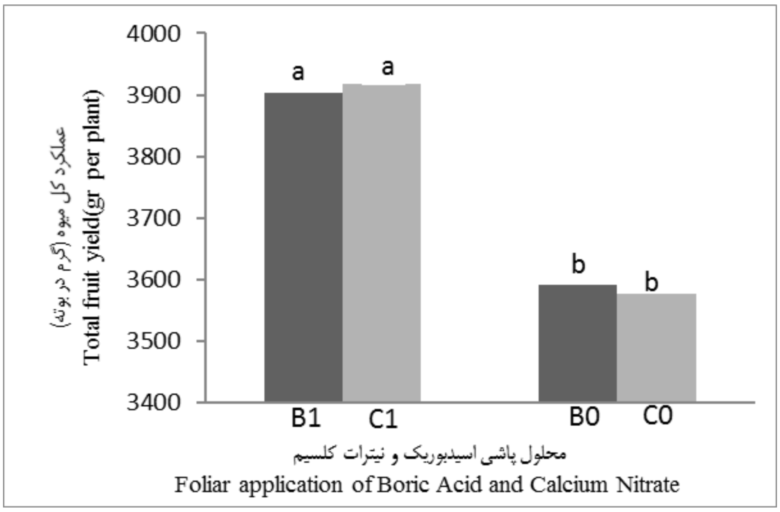
1- Walkley- Black
2- Kjeldahl
3- Olsen
4- Flame Photo Meter
5- Hydrometer Method

یعنی نیتروژن اضافی خود باعث افزایش سمّیت و افزایش شاخ و برگ به جای تولید میوه می‌شود بنابراین عدم مصرف نیترات کلسیم در این تیمار خود به افزایش عملکرد کمک می‌کند. این نتیجه نظرات جیفون و لستر (۱۰) روی خربزه و پاتیل و همکاران (۲۳) روی گوجه فرنگی را تأیید می کند.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- The result of Physic-Chemical analysis of the soil

عمق خاک Soil depth (cm)	pH	هدایت الکتریکی EC ($ds\ m^{-1}$)	کربن آلی Organic Carbon (%)	فسفر قابل جذب Available P (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
0-30	7.43	1.28	2.73	23.87	392	0.3	68	22	10

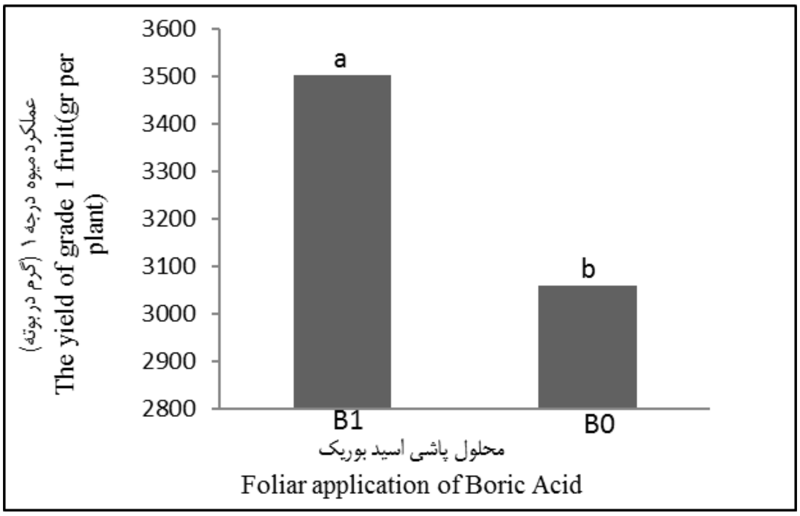


شکل ۱- اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسیدبوریک و نیترات کلسیم بر عملکرد کل میوه خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

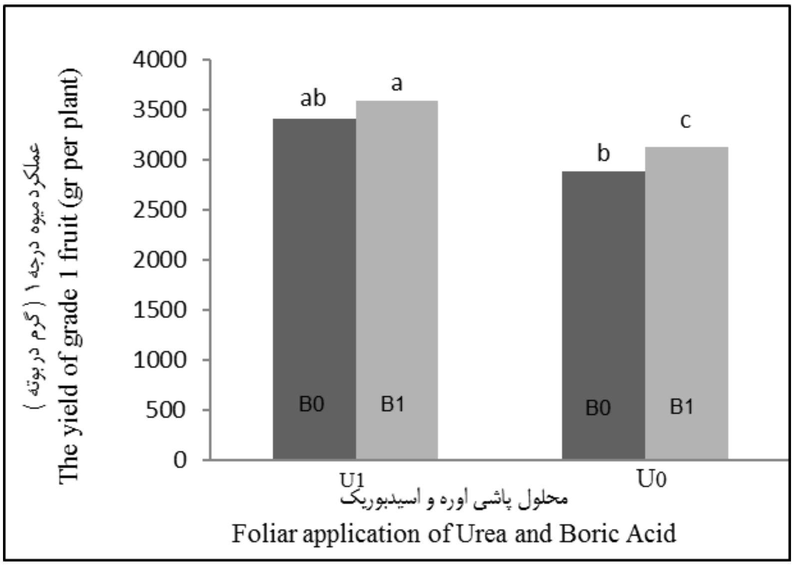
Figure 1- The foliar application effects of Boric Acid and Calcium Nitrate on total fruit yield of cucumber cv.Khassib

عملکرد میوه درجه یک: از بین تیمارهای اثرات ساده محلول پاشی، فقط تیمار محلول پاشی اسیدبوریک در سطح ۱ درصد بر عملکرد میوه درجه یک تأثیر معنی‌داری بر جای گذاشت (جدول۲). به نحوی که میانگین عملکرد میوه درجه ۱ در گیاهان محلول پاشی شده با اسید بوریک بالغ بر۳۵۰۳ گرم در بوته بدست آمد در حالیکه میانگین این صفت در گیاهانی که اسیدبوریک دریافت نکرده بودند حدود ۳۰۵۸ گرم در بوته بود (شکل ۲). در بین تیمارهای اثرات متقابل تیمارهای U×B در سطح ۵ درصد بر عملکرد میوه درجه ۱ تأثیر معنی‌داری بر جای گذاشتند (جدول۲). در بین تیمارهای U×B، گیاهانی که هر دو محلول اوره و اسیدبوریک را دریافت کرده بودند (U_1B_1) و گیاهانی که فقط محلول اوره دریافت کرده بودند دارای بیشترین عملکرد بودند (شکل ۲). از بین تیمارهای اثرات متقابل سه گانه تیمار U×C×B در سطح ۱ درصد بر عملکرد میوه درجه یک تأثیر معنی داری بر جای گذاشت (جدول ۲) به طوری که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار$U_1C_0B_0$ وکمترین عملکرد مربوط به تیمار شاهد ثبت گردید (داده‌ها نشان داده نشده است).

تعداد کل میوه: همان طور که جدول تجزیه واریانس (جدول۲) نشان می‌دهد، از بین تیمارهای اثرات ساده محلول پاشی فقط تیمارهای محلول پاشی با نیترات کلسیم اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر تعداد کل میوه برداشت شده داشت. بطوریکه در بین تیمارهای محلول پاشی بیشترین تعداد کل میوه با میانگین ۴۸/۹۷ را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). از بین اثرات متقابل مختلف فقط اثر متقابل سه گانه U×C×B بر صفت تعداد کل میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بطوری که بیشترین تعداد کل میوه مربوط به تیمار $U_1C_0B_0$ با میانگین ۵۳/۳۳ و کمترین تعداد کل میوه با میانگین ۳۹/۶۶ مربوط به تیمار شاهد، ثبت گردید (داده‌ها نشان داده نشده است).



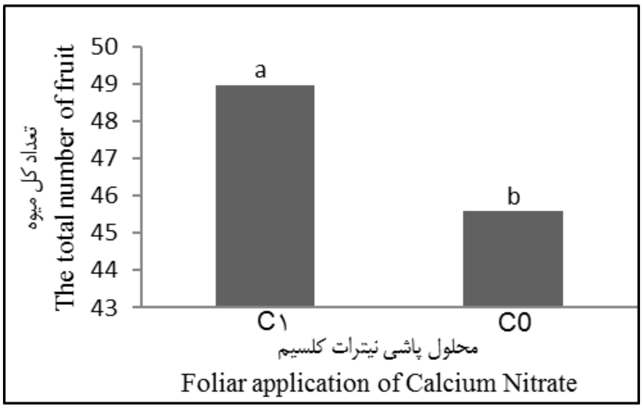
(الف)



(ب)

شکل ۲ - اثرات تیمارهای محلول‌پاشی اسیدبوریک (الف) و اوره و اسیدبوریک (ب) بر عملکرد میوه درجه ۱ خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 2- The foliar application effects of Boric Acid (a), Urea and Boric Acid (b) on the yield of first class 1 of cucumber cv.Khassib



شکل ۳- اثر تیمارهای محلول‌پاشی نیترات کلسیم بر تعداد کل میوه خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 3 - The foliar application effects of Calcium Nitrate on the total number of cucumber fruit cv.Khassib

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی

Table 2- ANOVA of quantitative and qualitative properties of cucumber fruit cv.Khassib

منابع تغیرات Source of variations	درجه آزادی DF	عملکرد کل میوه Total fruit yield (gr per plant)	عملکرد میوه درجه ۱ The yield of grade1 fruit	تعدادکل میوه Number total fruit	درصد میوه‌های درجه ۱ The percentage of grade 1 fruit (weighe)	درصد قند میوه The percentage of sugar fruit	طول بوته Plant lenght (cm)	درصد ماده خشک برگ Percentage dry matter leaf	نسبت وزن برگ Leaf weighe ratio (gr/gr)
		میانگین مربعات Means of Squares							
تکرار Replication	2	661458.357	788345.38	93.630	32.737	0.088	1816.013	3.975	0.015
اوره Urea	1	278354.241^{ns}	37540.86ns	24ns	26.952ns	0.098ns	8300.56*	5.867ns	0.056**
خطای اوره Error(U)	2	172256.918	24163.523	17.389	68.16	0.118	676.199	1.347	0
نیترات کلسیم Calcium Nitrat	1	699118.935*	80426.962ns	68.907*	169.07**	0.018ns	2393.337ns	11.574*	0ns
اوره× نیترات کلسیم U×C	1	1992.296^{ns}	1077.359ns	2.2407ns	0.819ns	0.067ns	10.227ns	4.202ns	0.006ns
خطای اوره× نیترات کلسیم Error U×C	4	717014.272	806598.252	88.88	27.412	0.033	2570.393	0.881	0.004
اسیدبوریک Boric Acid	1	581280.125*	1183615.33**	34.241ns	161.029**	0.067ns	1358.226ns	5.415ns	0.009ns
اوره× اسیدبوریک U×B	1	162021.711^{ns}	427360.281*	25.352ns	53.104*	0.003ns	268.893ns	0.427ns	0.01ns
نیترات کلسیم× اسیدبوریک C×B	1	345280.073^{ns}	173026.202ns	46.296ns	2.302ns	0.002ns	1962.041ns	1.37ns	0ns
اوره× نیترات کلسیم× اسیدبوریک U×C×B	1	1379937.098**	703540.698**	106.963*	27.807ns	0.581*	7130.004*	0.042ns	0ns
خطای اسیدبوریک Error B	8	85897.625	50378.835	12.463	7.919	0.055	1468.194	1.92	0.004

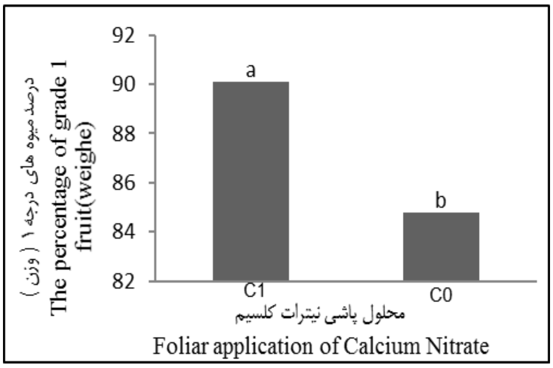
ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

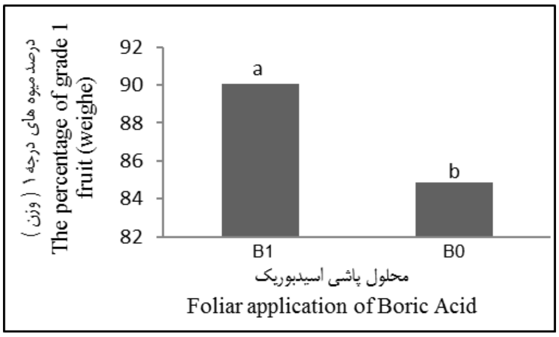
درصد میوه‌های درجه یک: با توجه به (جدول ۲) از بین اثـرات ساده محلول پاشی، تیمار محلـول پاشـی بـا نیتـرات کلسـیم و تیمـار محلول پاشی با اسید بوریک در سطح ۱ درصد بر روی این صفت اثـر معنی‌داری بر جای گذاشتند. نتایج نشان داد که میانگین درصـد میـوه درجه ۱ برداشت شده از بوته‌های که محلول نیترات کلسـیم دریافـت کرده بودند بیش از ۹۰ درصد بود در حالیکه در بوته‌های محلول پاشی نشده این میـزان حـدود ۸۴ درصـد محاسـبه شـد (شـکل ۴). نتـایج مشابهی در مورد تیمار محلول پاشی اسیدبوریک نیـز بـه دسـت آمـد (شکل ۴). از بین اثرات متقابل فقـط اثـر متقابـل U×B در سـطح ۵ درصد بر این صفت معنی‌دار گردید (جدول ۲). به نحوی که بیشـترین درصد میوه‌های درجه یک با میانگین ۹۲/۵ مربوط به تیمار $U_1 \times B_1$ و کمترین درصد میوه‌های درجه یک مربوط به تیمار شاهد بـود (شـکل ۴). دلیل این امر مربوط به نقش حیـاتی بُـر در گیاهـان اسـت بـدین صورت که بُر با اجزای سازنده دیواره سـلولی تشـکیل ترکیبـات پلـی هیدروکسید را می‌دهد که ثبات دیواره سلولی را بالا می‌برد. تـأثیر بُـر روی بافت‌های مریستمی در حال رشد خیلی سـریع اسـت. بُـر باعـث تشکیل و رشد دانه گرده و ثبات لولـه گـرده مـی‌شـود و بـرای رشـد بافت‌های گیاهی بسیار ضروری است چون در حالت کمبـود بُـر رشـد بافت های گیاهی غیر طبیعی شده و اتساع سلولی متوقـف مـی‌شـود. این نتایج بـا یافتـه هـای ناصـف نادیـا و همکـاران (۲۱) و یلـدریم و همکاران (۲۸) مطابقت دارد. در مورد کلسیم می‌توان گفـت کـه یـک عنصر ضروری برای رشد و نمو بافت‌های جوان، ریشه‌ها و میوه‌هاست و نیترات نیز می‌تواند بصورت مستقیم در دسترس گیاه قـرار گرفتـه و باعث افزایش جذب کلسیم شود. علاوه بر ایـن ایتـاجی و هیکـی (۹) عقیده دارند که کود اوره به این دلیل که حـاوی ۴۶ درصـد ازت مـی باشد به حالت محلول پاشی برگی موجـب کـاهش میـوه‌هـای کـج و

بدفرم می‌شود.

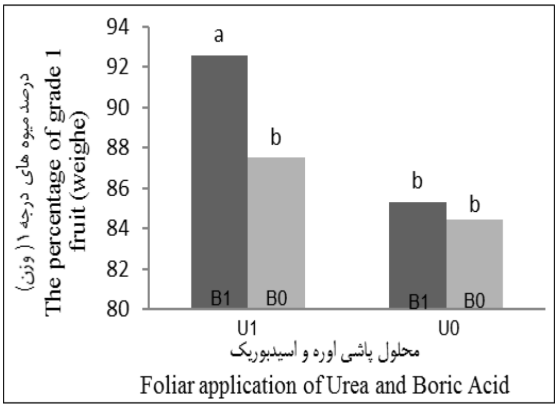
درصد قند میوه: با توجه به (جدول ۲) از بـین تیمارهـای اثـرات ساده و متقابل فقط تیمار U×C×B در سطح ۵ درصد روی صفت قند میوه تأثیر معنی‌داری بر جای گذاشتند. بطوری که بیشترین درصد قند میوه بامیانگین ۳/۹۸ مربوط به تیمار $U_1C_1B_1$ و کمترین درصـد قنـد میوه مربوط به تیمار شاهد ثبت گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). با در نظر گرفتن اینکه حدود ۹۷ – ۹۶ درصد میوه خیار را آب تشکیل می‌دهد و میزان قند خیار ناچیز می‌باشد بنابراین می‌توان گفت که بُـر انتقال قند در گیاهان را امکان پذیر و ساده می‌سازد.



(الف)



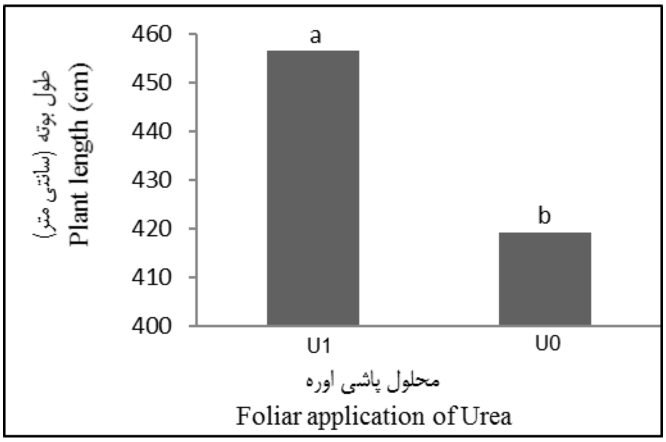
(ب)



(ج)

شکل ٤- اثرات تیمارهای محلول پاشی نیترات کلسیم (الف)، اسیدبوریک (ب) و اوره و اسیدبوریک (ج) بر درصد میوه‌های درجه ۱ خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 4- The effects of foliar application of Calcium Nitrate (a), Boric Acid (b), Urea and Boric Acid (c) on the percentage of first class1 of cucumber cv.Khassib



شکل ۵- اثر تیمارهای محلول‌پاشی اوره بر طول بوته خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 5- The effects of foliar application of Urea on the plant length of cucumber cv.Khassib

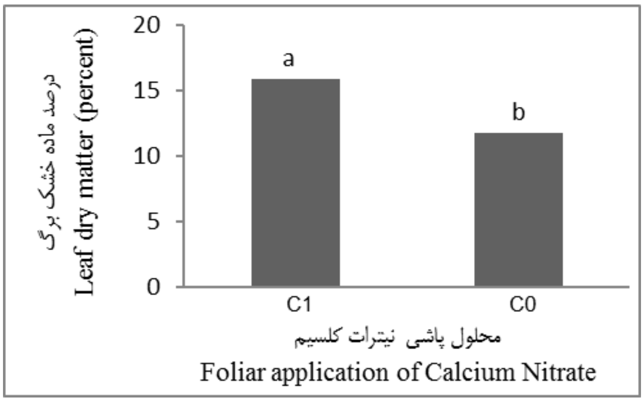
با ترکیبات قندی کمپلکس‌های آلی بنام بُرات قند تشکیل می‌دهد و عبور این کمپلکس‌های بُرات قند از غشاء سلولی خیلی راحت‌تر از مولکول‌های قطبی قند صورت می‌گیرد. دلایل زیادی ارائه شده در مواردی که کمبود بُر وجود ندارد انتقال قند به نقاط در حال رشد راحت تر صورت می‌گیرد. و این امر در ماندگاری یا فرایند پس از برداشت میوه خیار نقش مهمی ایفا می‌کند. بنابراین نتایج به دست آمده از این پژوهش در مورد اثر محلول پاشی برگی روی قند میوه با نتایج گزارشات لانیوسکاس (۱۷) روی توت فرنگی، کولوتا و اوساینسکا (۱۵) روی گوجه فرنگی، آرورا و سینگ (۲) روی گواوا و باچا (۴) روی انگور، تطابق دارد.

طول بوته: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌گردد که از بین تیمارهای اثرات ساده محلول پاشی، فقط تیمارهای محلول پاشی با اوره اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر طول بوته گذاشت. به نحوی که بیشترین طول بوته با میانگین ۴۵۶/۵۶ سانتی متر را به خود اختصاص داده است (شکل ۵). شادمهر و همکاران (۲۴) در بررسی محلول پاشی اوره، بیشترین طول بوته را در تیمار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بر روی خیار مشاهده کردند. از بین تیمارهای اثرات متقابل فقط تیمار U×C×B در سطح ۵ درصد روی صفت طول بوته تأثیر معنی‌داری بر جای گذاشت (جدول ۲). به نحوی که بیشترین طول بوته با میانگین ۴۸۴/۴ سانتی متر مربوط به تیمار $U_0C_1B_0$ و کمترین طول بوته مربوط به تیمار شاهد ثبت گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). به طور کلی رشد طولی ساقه خیار علاوه بر خصوصیات ژنتیکی، دمای مناسب و دوره رشد و نمو، به عوامل دیگری مانند حاصلخیزی خاک نیز بستگی دارد. نتایج این تحقیق همسو با گزارشات کاشی و همکاران (۱۳) است. هالوی (۸) علاوه بر زمان کاشت و درجه حرارت مناسب (۲۶- ۲۵درجه سانتی گراد) عوامل دیگری مانند فواصل زیاد بین بوته‌ها و افزایش co_2را در رشد طولی بوته‌ها مؤثر شناخته است.

درصد ماده خشک برگ: همان طور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد، از بین تیمارهای اثرات ساده محلول پاشی فقط تیمارهای محلول پاشی با نیترات کلسیم اثر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر درصد ماده خشک برگ داشته است. بطوری که در بین تیمارهای محلول پاشی بیشترین درصد ماده خشک با میانگین۱۵/۸۹ را به خود اختصاص داده است (شکل ۶). بیکر (۵) در گزارشات خود بیان نمود که فاکتورهای زیادی در جذب و انتشار کلسیم و نیز در ایجاد کمبود کلسیم در گیاهان نقش دارند که شامل دمای بالا، تشعشع بالا، فشار بخار بالا (HPV)، فشار بخار پایین (LPV) و غنی سازی دی اکسیدکربن می باشند. در گیاه خیار کمبود کلسیم عموماً در برگ های جوان و در حال نمو دیده می شود (۵). با توجه به اینکه حرکت کلسیم در درون گیاه بسیار کند بوده و به دلیل محصور شدن آن در واکوئل‌ها و غلظت پایین آن در سیتوزول، حرکت آن در درون گیاه فقط از طریق آوندهای چوبی امکان پذیر می باشد و این مقدار کم کلسیم نمی تواند جوابگوی نیاز گیاه باشد. تحقیق حاضر نشان داد که محلول پاشی نیترات کلسیم درصد ماده خشک برگ را افزایش داد. این نتایج همسو با گزارشات مصطفی و همکاران (۲۰) و کاظمی (۱۴) می باشد.

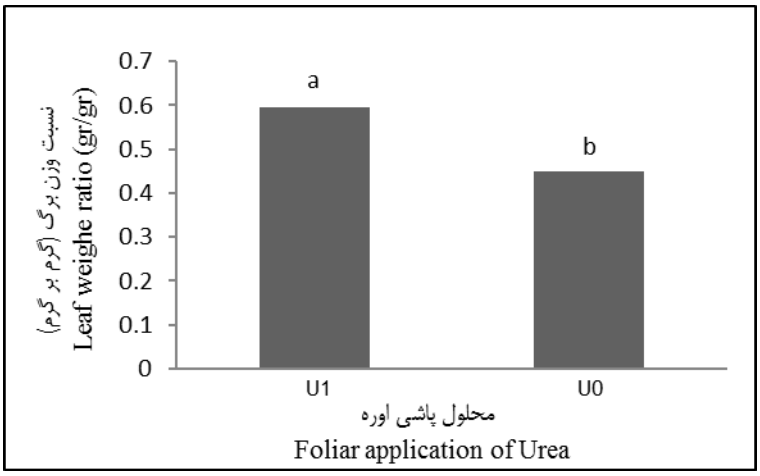
نسبت وزن برگ LWR: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌گردد که از بین تیمارهای اثرات ساده محلول پاشی، فقط تیمارهای محلول پاشی با اوره اثر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر نسبت وزن برگ گذاشت (شکل ۷). نسبت وزن برگ شاخصی از میزان دارایی برگ در قبال وزن خشک گیاه است. چون هزینه نسبی مصرف در اندام های بالقوه فتوسنتز کننده را شامل می شود، در واقع معیاری از سرمایه تولید کننده گیاه محسوب می شود (۲۶). بر اساس گزارش های موجود میزان جذب فتوسنتزی در گیاهان جوان و در حال رشد به ویژه در برگ‌ها بالا بوده و ذخیره می شود، در نتیجه میزان LWR افزایش می یابد اما به مرور زمان و با افزایش

سن گیاه از میزان جذب فتوسنتزی در نتیجه مصرف سایر اندام‌ها کاسته شده و همسو با آن LWR نیز کاهش می یابد. میزان LWR مابین صفر و یک است (۳). نتایج این تحقیق همسو با یافته های آدلوسی و همکاران (۱) است.



شکل ٦- اثر تیمارهای محلول‌پاشی نیترات کلسیم بر درصد ماده خشک برگ خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 6- The effects of foliar application of Calcium Nitrate on the percentage ofleafdry matter of cucumber cv.Khassib



شکل ۷- اثر تیمارهای محلول‌پاشی اوره بر نسبت وزن برگ خیار گلخانه‌ای رقم خسیب

Figure 7- The effects of foliar application of Urea on leaf weight ratio of cucumber cv.Khassib

پس از بررسی اثر محلول‌های غذایی مختلف روی صفات مورد نظر و بدست آوردن نتایج مربوطه در ادامه تیمارهای محلول پاشی را با یک محلول تجاری رایج مانند فوسامکو مورد مقایسه قرار می‌دهیم.

مقایسه تیمارهای محلول پاشی با محلول تجاری فوسامکو روی درصد میوه‌های درجه یک

همان طور که در جدول (a-۴) مشاهده می‌گردد وقتی که تیمارهای محلول پاشی را با فوسامکو مقایسه می‌کنیم به این نتیجه می‌رسیم که اختلاف معنی‌داری بین میانگین این دو تا تیمار وجود ندارد. هر چند که تیمار $U_1C_1B_1$نزدیک به سطح معنی‌دار بودن می باشد ولی در مقایسه با فوسامکو اثر معنی‌داری نداشته است. همچنین در حالتی که تیمارهای عدم محلول پاشی را با فوسامکو مقایسه می کنیم به این نتیجه می‌رسیم که در همه موارد فوسامکو نسبت به عدم مصرف محلول‌های غذایی اثر معنی‌داری در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد روی درصد میوه‌های درجه یک داشته است. (جدول ۴-b).

مقایسه تیمارهای محلول پاشی با محلول تجاری فوسامکو روی درصد ماده خشک برگ

با مشاهده جدول (a-۴)، زمانی که تیمارهای محلول پاشی را با فوسامکو مقایسه می‌کنیم به این نتیجه می‌رسیم که همه تیمار های محلول پاشی در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد روی درصد ماده خشک برگ اثر معنی‌داری بر جای گذاشته اند. همچنین در حالتی که تیمارهای عدم محلول پاشی را با محلول تجاری فوسامکو مقایسه می کنیم به این نتیجه می‌رسیم که محلول پاشی با محلول تجاری

فوسامکو نسبت به حالت عدم مصرف محلول‌های غذایی روی درصد ماده خشک برگ هیچ اثر معنی‌داری نداشته است(b-۴).

مقایسه تیمارهای محلول پاشی با محلول تجاری فوسامکو روی عملکرد با مشاهده جداول (a-۴ و b-۴)، وقتی که حالت مصرف و عدم مصرف محلول‌های غذایی را با محلول تجاری فوسامکو بر روی عملکرد مورد بررسی قرار می‌دهیم به این نتیجه می‌رسیم که هیچ گونه تفاوت معنی‌داری دیده نمی شود.

جدول ٤- (a): مقایسه تیمارهای محلول پاشی اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک با فوسامکو (آزمون t) در خیار گلخانه ای رقم خسیب

Table 4 (a) –Comparing the foliar application of Urea, Calcium Nitrate and Boric Acid with Phosamco (T test) for cucumber cv.Khassib

صفات Traites	تیمارها Treatments	مبنای مقایسه Comparing factor	اختلاف میانگین ها Mean variation	خطای استاندارد Standard error	درصد معنی دار بودن Significant percent
درصد میوه های درجه ۱ The percentage of class1 fruit	اوره U_1	فوسامکو Phosamco	-1.54944 ns	1.91962	0.42
	نیترات کلسیم C_1	فوسامکو Phosamco	-0.96889 ns	1.58327	0.54
	اسیدبوریک B_1	فوسامکو Phosamco	-1.03278 ns	1.83746	0.58
	اوره× نیترات کلسیم U_1C_1	فوسامکو Phosamco	0.27556 ns	1.85869	0.88
	اوره× اسیدبوریک U_1B_1	فوسامکو Phosamco	1.51444 ns	1.67993	0.38
	نیترات کلسیم× اسیدبوریک C_1B_1	فوسامکو Phosamco	1.93111 ns	1.49809	0.21
	اوره× نیترات کلسیم× اسیدبوریک $U_1C_1B_1$	فوسامکو Phosamco	3.58667 ns	1.98828	0.09
درصد ماده خشک برگ The percentage of leaf dry matter	اوره U_1	فوسامکو Phosamco	1.72667 **	0.45654	0.001
	نیترات کلسیم C_1	فوسامکو Phosamco	1.75722 **	0.55895	0.005
	اسیدبوریک B_1	فوسامکو Phosamco	1.53778 *	0.60158	0.01
	اوره× نیترات کلسیم U_1C_1	فوسامکو Phosamco	1.84333 **	0.48506	0.002
	اوره× اسیدبوریک U_1B_1	فوسامکو Phosamco	1.89889 **	0.55676	0.004
	نیترات کلسیم× اسیدبوریک C_1B_1	فوسامکو Phosamco	2.47111 **	0.57674	0.001
	اوره× نیترات کلسیم× اسیدبوریک $U_1C_1B_1$	فوسامکو Phosamco	2.38222**	0.59794	0.002
عملکرد Yield	اوره U_1	فوسامکو Phosamco	-196. 2317 ns	274.5629	0.48
	نیترات کلسیم C_1	فوسامکو Phosamco	-264.7344 ns	285.0959	0.36
	اسیدبوریک B_1	فوسامکو Phosamco	61.56833 ns	245.868	0.80
	اوره× نیترات کلسیم U_1C_1	فوسامکو Phosamco	-257.5997 ns	362.5277	0.48
	اوره× اسیدبوریک U_1B_1	فوسامکو Phosamco	178.41 ns	272.4121	0.52
	نیترات کلسیم× اسیدبوریک C_1B_1	فوسامکو Phosamco	-151.4872 ns	331.8671	0.65
	اوره× نیترات کلسیم× اسیدبوریک $U_1C_1B_1$	فوسامکو Phosamco	-23.90667 ns	415.70847	0.95

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

جدول ٤- (b): مقایسه تیمارهای محلول پاشی اوره، نیترات کلسیم و اسیدبوریک با فوسامکو (آزمون t) در خیار گلخانه ای رقم خسیب

Table 4 (b) –Comparing the foliar application of Urea, Calcium Nitrate and Boric Acid with Phosamco (T test) for cucumber cv.Khassib

صفات Traites	تیمارها Treatments	مبنای مقایسه Comparing factor	اختلاف میانگین ها Mean variation	خطای استاندارد Standard error	درصد معنی دار بودن Significant percent
درصد میوه های درجه ۱ The percentage of class1 fruit	بدون اوره U_0	فوسامکو Phosamco	-4.68278 *	1.91189	0.02
	بدون نیترات کلسیم C_0	فوسامکو Phosamco	-6.27722 *	2.28964	0.01
	بدون اسیدبوریک B_0	فوسامکو Phosamco	-6.21333 **	2.10870	0.008
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم U_0C_0	فوسامکو Phosamco	-7.15222 **	2.19123	0.006
	بدون اوره× بدون اسیدبوریک U_0B_0	فوسامکو Phosamco	-5.78556 *	2.14642	0.01
	بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک C_0B_0	فوسامکو Phosamco	-8.55778 **	2.63461	0.006
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک $U_0C_0B_0$	فوسامکو Phosamco	-6.86889 *	2.80356	0.03
درصد ماده خشک برگ The percentage of leaf dry matter	بدون اوره U_0	فوسامکو Phosamco	0.56833 ns	0.64936	0.39
	بدون نیترات کلسیم C_0	فوسامکو Phosamco	0.36833 ns	0.48909	0.46
	بدون اسیدبوریک B_0	فوسامکو Phosamco	0.58778 ns	0.49617	0.25
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم U_0C_0	فوسامکو Phosamco	-0.53444 ns	0.43128	0.23
	بدون اوره× بدون اسیدبوریک U_0B_0	فوسامکو Phosamco	-0.040 ns	0.61594	0.94
	بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک C_0B_0	فوسامکو Phosamco	0.13222 ns	0.51386	0.80
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک $U_0C_0B_0$	فوسامکو Phosamco	-0.86222 ns	0.53627	0.13
عملکرد Yield	بدون اوره U_0	فوسامکو Phosamco	13.63500 ns	247.86828	0.95
	بدون نیترات کلسیم C_0	فوسامکو Phosamco	76.61556 ns	227.22091	0.73
	بدون اسیدبوریک B_0	فوسامکو Phosamco	-249.68722 ns	271.17913	0.36
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم U_0C_0	فوسامکو Phosamco	175.19889 ns	317.87020	0.59
	بدون اوره× بدون اسیدبوریک U_0B_0	فوسامکو Phosamco	-59.82889 ns	295.46648	0.84
	بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک C_0B_0	فوسامکو Phosamco	-198.95667 ns	278.25094	0.48
	بدون اوره× بدون نیترات کلسیم× بدون اسیدبوریک $U_0C_0B_0$	فوسامکو Phosamco	-257.99556 ns	398.95851	0.53

ns، * و ** : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% levels of probability, respectively

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، با توجه به آزمایش هـای صـورت گرفتـه مـی‌تـوان نتیجه گرفت کهاز بین اثرات ساده محلول پاشی، تیمار نیترات کلسـیم بیشـترین تـأثیر را روی اکثـر صـفات مـورد نظـر نشـان داد. تیمـار اسیدبوریک و اوره در درجه بعدی اهمیت قـرار داشـتند.از بـین اثـرات متقابل دوگانه محلول پاشـی، تنهـا تیمـار U_1B_1 روی عملکـرد میـوه

درجه یک معنی‌دار بود. از میان اثرات متقابل سه گانه محلول پاشی، تنها تیمار $U_1C_0B_0$ بیشترین تأثیر را روی عملکرد کل میوه، عملکرد میوه درجه یک و تعداد کل میوه بر جای گذاشت. با مقایسه میانگین تیمارهای محلول پاشی محلول‌های غذایی با محلول تجاری فوسامکو دریافتیم که عملکرد مساوی خواهد بود در حالی که خواص کیفی هیچ تغیری نکرد. لذا با روش های ارزانتری می توان تغذیه های کمکی خیار را انجام داد و در هزینه صرف نظر کرد. بنابراین با توجه به این که خیار یکی از سبزی‌های میوه‌ای مهم در ایران است و تاکنون تحقیقات نسبتاً کمی در زمینه محلول پاشی خیار گلخانه‌ای صورت گرفته است لذا پیشنهاد می‌شود که پژوهش های بیشتری توسط محققین دیگر با سایر کودهای پر مصرف و کم مصرف روی این گیاه انجام شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از رئیس، کارشناسان و کارکنان مرکز آموزش فنی و حرفه ای زیبادشت کرج که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند و همچنین از جناب آقای دکتر فواد فاتحی که تجزیه آماری این پژوهش را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1- Adelusi A. A., Akamo O. A., and Makinde A. M. 2006. Nitrogen fertilizer and weed (*Euphorbia heterophylla* L.) effects on the growth parameters of *Macrotylomageocarpa* (Harms) Marechal and Beudet. International Journal of Botany, 2 (1): 74-82.

2- Arora J. S., and Sing J. R. 1970. Some effects of foliar spray of zinc sulphate on growth, yield and fruit quality of guava (*Psidiumguajaua* L.). Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 39 (3): 1-5.

3- Azarpour E., Moraditochaee M., and Bozorgi H. R. 2014. Effect of nitrogen fertilizer management on growth analysis of rice cultivars. International Journal of Biosciences, 4(5): 35-47.

4- Bacha M. A., Sabbah S. M., and Hamady M. A. 1993. Effect of foliar Applications of Iron, Zinc and Manganese on Yield, Berry Quality and Leaf Mineral Composition of Thompson Seedless and Roumy Red Grape Cultivars. Journal of King Saud University, 9(1): 127-140.

5- Bakker J.C., 1985. Physiological disorder in cucumber under high humidity condition and low ventilation rates in greenhouses. Acta Horticulturae, 156: 257-264.

6- Crosby L. 2008. Growth and consumer evaluation of *Cucumissativus* L. cultivated in controlled environments. Texas Tech University. 44(2): 1-70.

7- Farhadi A., Kashi A.K., Babalar M., and Mortazavibag A. 2001. The effects of polyethylenemulch and foliar nutrition on cucumber yield. Seed and Plant Production Journal, 17(4): 54-65. (in Persian with English abstract).

8- Halevy A. H. 1985. Hand book of flowering. CRC. Press, 365-381.

9- Itagi T., and Hiki M. 1956. on the occurrence of deformed fruits in cucumber. I. The influence of some cultural Practices on the occurrence deformities. Horticultural Science Abstracts, 27: 1465.

10- Jifon J. L., and Lester G. E. 2006. Foliar fertilization of muskmelon: Effects of potassium source on market quality and phytochemical content of field-grown fruit. Potash and phosphate institute-Foundation for Agronomic Research, 52: 1-8.

11- Karuppaiah P., Manivannank K., Sriramach M.V., and Kuppusamy G. 2001. Responses of cucumber to foliar application of nutrients on lignite mine spoil. Journal of the Indian Society of Soil Science, 49: 23-31.

12- Kashi A. K. 1994. Additional vegetable farming. The course of horticulture department of agriculture collage of Tehran University.

13- Kashi A. K., Hosainzadeh S., Babalar M., and Lesani H. 2003. The effect of polyethylene mulch and calcium nitrate on yield, growth, and Blossom end rot of Charleston watermelon. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural resources, 7(4):1-10.

14- Kazemi M. 2013. Response of Cucumber plants to foliar application of calcium chloride and Paclobutrazol under greenhouse conditions. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 2(11): 15-18.

15- Kolota E., and Osinska M. 1999. The effect of foliar nutrition on yield of greenhouse tomatoes and quality of the crop. University of Agriculture, Wroclaw, Poland, 373-376.

16- Lanauskas J., and Kvikliene N. 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of Sinap Orlovskij apple. Agronomy Research, 4(1): 31-36.

17- Lanauskas J., Uselis N., Valiuskaite A., and Viskelis P. 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. Agronomy Research, 4 (Specialissue), 247 – 250.

18- Majeed K., and AL-Hamzawi A. 2010. Effect of Calcium nitrate, Potassium nitrate and Anfaton on growth and storability of plastic houses cucumber (*Cucumissativus* L. cv. AL-Hytham). American Journal of Plant Physiology, 5(5): 278-290.

19- Mohamed A. I. 1979. Effect of foliar and soil applied fertilizers on Cucumber production in the Sudan. Acta

Horticulture, 176: 330-337.
20- Mustafa N. S., Laila F., Hagag M. F., Shahin M., and El-Hady E. S. 2011.Effect of spraying different N sources on growth performance of Picualolive seedlings. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 11(6): 911-916.
21- Nasefnadia M. A., Badran M., and Abd El-Hamide A. F. 2006. Response of Peanut to Foliar Spray with Boron And / or Rhizobium inoculation. Journal of Applied Science Research, 2(12): 1330-1337.
22- Paivast G. A. 2005. Vegetable farming. Agriculture science press. 3Th ed. Iran, 384 p.
23- Patil B. C., Hosamani R. M., jjappalavara P. S. A., Naik B. H., Smitha R. P., and Ukkund K. C. 2008. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Karnataka. Journal of Agriculture Science, 21(3): 428-430.
24- Shadmehr A., Golchin A., and Shafiee S. 2010. The effects of nitrogen and foliar application of urea and microelements on the yield and growth of cucumber (CV Royal). The journal of sustainable agriculture. 6(21): 23-33. (in Persian with English abstract).
25- Soliman E. M. 2002. Comparison of micro-nutrient application methods for cucumber production in arid land protected cultivation systems. Acta Horticulture, 434:114-119.
26- Tariqoleslami M., Zarqami R., MashhadiAkbarboujar M., and Ovaisi M. 2012. The effects of drought stress and nitrogen fertilizer on physiological properties of corn.The journal of crop and plant breeding. 8(1): 161-174. (in Persian with English abstract).
27- Warncke D. 2005. Ameliorating internal black spot in cranberry bean seed with boron application. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36: 775-781.
28- Yildirim E., Guvenc I., Turan M., and Karatas A. 2007. Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. *italica*). Plant Soil Environment, 53: 120 – 128.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 14-24
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۴-۱۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی اثر ترینگزاپک‌اتیل بر افزایش مقاومت به تنش خشکی در چمن علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*)

محمد حسین شیخ محمدی[۱]- نعمت الله اعتمادی[۲]*- علی نیکبخت[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۳

چکیده

خشکسالی یکی از مهم ترین تنش‌های غیر زنده برای رشد چمن در سراسر دنیا می‌باشد. کاهش کیفیت چمن ناشی از تنش خشکی یکی از نگرانی‌های عمده در مدیریت چمن‌ها می‌باشد. یکی از روش‌هایی که باعث افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی در گیاهان می‌گردد، استفاده از تنظیم کننده‌های رشد است. هدف از این مطالعه بررسی اثر تنظیم کننده ترینگزاپک‌اتیل بر افزایش مقاومت به تنش خشکی در چمن علف گندمی بیابانی می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه سطح تنظیم کننده‌ی رشد ترینگزاپک‌اتیل (صفر، ۰/۲۵و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح تنش خشکی (آبیاری و قطع آبیاری) بود. نتایج نشان داد ترینگزاپک‌اتیل و خشکی به شکلی معنی‌دار موجب کاهش ارتفاع، وزن تر و خشک اندام هوایی گردیده است، ارتفاع در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم درهکتار به ترتیب ۱۹/۲۰ و ۲۶/۹۰ درصد کاهش نشان داد. ترینگزاپک‌اتیل بر خلاف خشکی موجب بهبود کیفیت و عرض برگ شد. خشکی موجب کاهش معنی‌دار محتوی نسبی آب و کلروفیل، افزایش پرولین و نشت الکترولیت گردید. ترینگزاپک‌اتیل با افزایش محتوی نسبی آب، پرولین، کلروفیل و کاهش نشت الکترولیت در شرایط تنش خشکی موجب افزایش مقاومت به خشکی در علف گندمی گردید. در شرایط خشکی عمق نفوذ ریشه و عمق موثر ریشه افزایش پیدا کرد، در حالی که ترینگزاپک‌اتیل تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات ریشه نداشت. نتایج مشخص کرد ترینگزاپک اتیل میتواند موجب افزایش مقاومت به خشکی در علف گندمی گردد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، تنظیم کننده رشد، قطع آبیاری، کیفیت

مقدمه

خشکی یکی از مضرترین تنش‌های غیرزیستی برای رشد چمن در طیف گسترده‌ای از مناطق جغرافیایی جهان محسوب میشود. بسیاری از گونه‌های فصل سرد توانایی سازگاری با خشکی‌های طولانی مدت را به خصوص در فصول گرم سال ندارند. کاهش کیفیت چمن در اثر تنش خشکی یکی از نگرانی‌های اصلی مدیران فضای سبز می‌باشد (۶)، بنابراین توسعه‌ی شیوه‌های مدیریتی برای افزایش مقاومت به خشکی چمن‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک ضروری است. یکی از مکانیسم‌های افزایش مقاومت گیاهان به خشکی، اجتناب از خشکی با کاهش از دست دادن آب می‌باشد که ممکن است با کاهش رشد شاخه و سطح برگ‌ها و کاهش تقاضا برای آب به دست آید.همچنین افزایش تحمل به خشکی می‌تواند از طریق تنظیمات اسمزی به وجود آید که اجازه می‌دهد تا گیاهان به حفظ هیدراسیون سلول برگ و حفظ فعالیت‌های متابولیک در زمان خشکی بپردازند (۴۲).

راهکارهای متفاوتی برای حفاظت از آب در مدیریت چمن وجود دارد که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی یکی از این روش‌ها می‌باشد (۱). ترینگزاپک‌اتیل یکی از انواع کندکننده‌های رشد گیاهی است که به طور گسترده در مدیریت چمن‌های فصل گرم و سرد استفاده می‌گردد (۲۲، ۲۸ و ۳۴). این ماده به سرعت توسط برگ‌ها جذب شده و از طریق ممانعت تبدیل جیبرلین ۲۰به ۱ باعث کاهش کشیدگی سلولی می‌گردد، بدین جهت ترینگزاپک‌اتیل به منظور کاهش سرزنی و افزایش کیفیت چمن مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۰). تأثیر ترینگزاپک‌اتیل در تنش‌های محیطی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. هکمن و همکاران (۲۶ و ۲۷) گزارش کردند کاربرد

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار و استادیار، گروه باغبانی، دانشگاه صنعتی اصفهان
(*- نویسنده مسئول: Email: etemadin@cc.iut.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.25045

ترینگزاپک‌اتیل، حرارت و آسیب چمن‌های رل[1] کنتاکی بلوگراس (*Poapratensis* L.) را در هنگام ذخیره و انبار داری کاهش می‌دهد. جیانگ و فرای (۳۲) نشان دادند که ترینگزاپک‌اتیل کیفیت چمن رای گراس چند ساله (*Loliumperenne* L.) را در هنگام خشکی افزایش می‌دهد که میتواند به علت حضور این ماده باشد. مجموع اطلاعات موجود نشان میدهد تنظیم کننده‌ی ترینگزاپک اتیل دارای اثرهای مفیدی در مقاومت به تنش‌ها است که این اثرها به گونه، نوع تنش، غلظت ترینگزاپک اتیل و مدت زمان کاربرد بسته است. اگرچه شواهدی وجود دارد که ترینگزاپک اتیل ممکن است مقاومت به خشکی چمن را افزایش دهد (۳۲ و ۳۹) ولی اطلاعات مربوط به چگونگی مکانیسم این ماده بر مقاومت به خشکی بسیار محدود است. هدف از این مطالعه بررسی اثرترینگزاپک اتیل بر افزایش مقاومت به تنش خشکی در چمن علف گندمی است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر ترینگزاپک‌اتیل بر افزایش مقاومت به تنش خشکی در چمن علف گندمی بیابانی، بذور این چمن طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ی کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در کرت‌های ۳×۲ متر مربعی کشت گردید. بذور مورد استفاده برای کاشت در این تحقیق از مراتع منطقه فریدن واقع در استان اصفهان جمع آوری شد. به منظور تعیین میزان بذر مصرفی در هر کرت، قوه‌ی نامیه‌ی بذور (بر اساس درصد جوانه زنی) و وزن هزار دانه بررسی شد. بذر علف گندمی با وزن هزار دانه‌ی ۲/۶ گرم و درصد جوانه زنی ۸۵ درصد به میزان ۳۰ گرم در متر مربع استفاده گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی/رسی، EC=۴/۱۵ds/m، PH= ۷/۴۵ و مقدار ماده الی ۰/۶ درصد بود. منطقه‌ی آزمایش دارای میانگین دمای ۱۶/۵درجه سانتی گراد و میانگین رطوبت نسبی ۲۰/۱ درصد بود. تیمارها شامل سه سطح تنظیم کننده‌ی رشد ترینگزاپک‌اتیل[2] و دو سطح تنش خشکی بودند. سه ماه پس از شروع آزمایش، با سبز شدن و استقرار کامل چمن ها، محلول ترینگزاپک‌اتیل در غلظت‌های صفر، ۰/۲۵ و ۰/۵کیلوگرم در هکتار ماده موثره، به صورت سه هفته یک بار تا پایان دوره آزمایش بر روی چمن هایی که روز قبل از اعمال تیمار در ارتفاع ۴ سانتی متری سرزنی شده بودند، به صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها پاشش شد (برای اطمینان از پاشش یکنواخت بر روی برگ ها، محلول ترینگزاپک‌اتیل در محفظه‌ی اسپری کننده با نازل پخش یکنواخت ریخته شد و حدود ۲ لیتر برای هر تیمار در هر بار پاشش اسپری شد) (۷). ترینگزاپک اتیل به کمک سمپاش کوله پشتی با فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و حجم پاشش ۰/۲ لیتر در متر مربع مورد استفاده قرار گرفت. اعمال تنش خشکی در این آزمایش پس از استقرار کامل گیاهان، با قطع کامل آبیاری به مدت ۵۰ روز صورت گرفت (۲۰). همچنین یک ماه قبل از شروع تیمار ها، مبارزه با علف‌های هرز به شکل مکانیکی صورت گرفت.در این مطالعه برای تعیین کیفیت از امتیازدهی بصری توسط ارزیاب با تجربه بر اساس مقیاس ۱ تا ۹ استفاده شد. درارزیابی مذکور که بر اساس دستورالعمل NTEP صورت گرفت، امتیاز ۹ به رنگ سبز تیره چمن و امتیاز ۱ به رنگ زرد چمن اختصاص داده شد (۴۱). ارتفاع، وزن تر و خشک برگ به صورت هفتگی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین ارتفاع در هر کرت از ده نقطه‌ی تصادفی با استفاده از خط کش با دقت یک میلیمتر اندازه گیری شد و سپس میانگین آن‌ها محاسبه گردید، جهت اندازه گیری وزن تر، سطح یک متر مربع از هر واحد آزمایشی توسط ماشین چمن زنی از ارتفاع ۴ سانتی متری کوتاه و جمع اوری گردید و سپس روی ترازوی دیجیتال با دقت یک میلی گرم توزین شد و در پاکت‌های کاغذی قرار گرفت، سپس به اون با دمای تقریبی ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت انتقال داده شد و در نهایت وزن خشک نمونه‌ها اندازه گیری گردید. برای اندازه گیری عرض برگ، بیست نمونه برگ به طور تصادفی گرفته شده و با دستگاه کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی متر عرض برگ اندازه گیری شد و میانگین آن‌ها یادداشت گردید.محتوی نسبی آب مطابق با دستورالعمل بارز و ویترلی (۵)، پرولین طبق دستورالعمل بیتز و همکاران (۹)، نشت الکترولیت طبق دستورالعمل بلوم و ابرکون (۱۳) و مارکوم (۳۵) و کلروفیل طبق دستورالعمل لیشتنتالر (۳۳) تخمین زده شدند. صفات مربوط به ریشه شامل عمق نفوذ ریشه و عمق موثر ریشه[3] مورد ارزیابی قرار گرفت. در پایان آزمایش ریشه‌ها پس از خارج شدن از گلدان شستشو شدند. سپس توسط خط کش با دقت ۱ میلی متر عمق نفوذ ریشه (پایین ترین عمقی که ریشه در آن توانسته بود قرار بگیرد) و عمق موثر ریشه (عمقی که بیشترین تراکم ریشه در آن واقع شده و پایین تر از آن به شکل معنی داری حجم ریشه کاهش می‌یابد) اندازه گیری گردید (۴۷). آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. در پایان داده‌ها پس از وارد شدن در نرم افزار Excel (نسخه ۲۰۱۰) با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه واریانس شدند و برای مقایسه ی میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

1- Roll
2- PrimoMaxx; Syngenta, Wilmington, DE
3-Effective rooting depth

نتیجه و بحث

کیفیت چمن: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تنش خشکی و ترینگزاپک‌اتیل تأثیر معنی‌داری بر روی کیفیت چمن علف گندمی داشته اند (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل ترینگزاپک اتیل و تنش پاخوری (جدول ۱) بر روی علف گندمی نشان داد، بیشترین کیفیت در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل و عدم خشکی (۸/۵۳) و کمترین در در غلظت صفر کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل و تنش خشکی (۴/۱) مشاهده شده است، ترینگزاپک اتیل توانست اثر منفی خشکی بروی کیفیت چمن را تا حدودی برطرف کند (شکل ۱). بیرد و سیفر (۶) مقاومت به خشکی ارقام مرغ (*Cynodon*sp) و زویسیا (*Zoysia*sp) را بررسی کردند، در انتها مشخص شد، تنش خشکی به صورت معنی‌داری کیفیت را در ارقام این دو گونه کاهش داده است. در بررسی مقاومت به خشکی ارقام فستوکای بلند(*Festucaarundinacea* L.) مشخص شد، کاهش کیفیت این چمن تحت تأثیر تنش خشکی به دلایلی چون کلروز، سوختگی و پژمردگی برگ مربوط می‌شود (۱۴).

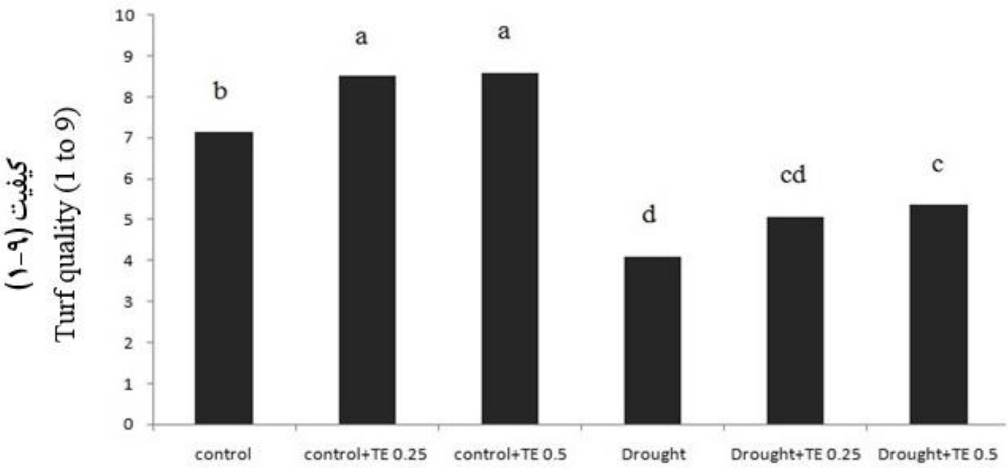
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر ترینگزاپک اتیل بر خصوصیات مورفولوژیک چمن علف گندمی تحت تنش خشکی*

Table 1 -ANOVA of the trinexapac-ethyl effects on wheatgrass morphological traits under drought stress.

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Means of Squares						
		کیفیت چمن Turf quality	عرض برگ Leaf width	ارتفاع Height	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	عمق مؤثر ریشه Effective root depth	عمق نفوذ ریشه Depth of root
ترینگزاپک اتیل Trinexapac-ethyl	2	3.18*	0.09*	3.64*	61*	29.31*	3.77ns	6.9 ns
خشکی Drought	1	47.68*	0.29*	1.96*	99.92*	56.03*	549.59*	1183.89*
ترینگزاپک اتیل × خشکی Trinexapac-ethyl × Drought	2	0.90*	0.003ns	0.45*	0.90*	1.46*	0.77ns	3.63 ns
خطا Error	12	0.43	0.01	0.07	0.37	0.98	3.08	2.14
ضریب تغییرات Coefficient Variation		10.21	5.71	5.61	6.42	5.27	6.54	8.18

* معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns غیر معنی‌دار

* Significant at the 5% level and not significant



شکل ۱- تأثیر متقابل ترینگزاپک اتیل × تنش خشکی بر کیفیت علف گندمی

Figure 1– Interaction effect of trinexapac-ethyl ×drought stress on wheatgrass turf quality

حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵درصد است

Means with different letters are significant in LSD test at 5% level

استیر و راجرز (۴۵) تأثیر معنی‌دار ترینگزاپک اتیل بـروی کیفیـت چمـن کنتـاکی بلـوگراس (*Poapratensis* L.) را گـزارش کردنـد، ترینگزاپـک اتیـل موجب تیـره تـر شـدن چمـن کنتـاکی بلـوگراس (*Poapratensis* L.) در مقایسـه بـا شـاهد گردیـد. نتـایج اروین و همکاران (۱۹) مشخص کرد تنظیم کننده‌ی ترینگزاپـک‌اتیـل موجـب افزایش کیفیت در بنـت گـراس خزنـده (*Agrostisstoloniferia* L.) می‌گردد. جیانگ و فرای (۳۲) گزارش کردند تیمـار ترینگزاپـک‌اتیـل موجب بهبـود کیفیـت چمـن رای گـراس در شـرایط تـنش خشـکی میگردد، دلیل افزایش کیفیـت توسـط ترینگزاپـک اتیـل را مـی‌تـوان افزایش تراکم سلول‌هـای مزوفیـل بـرگ و غلظـت کلروفیـل توسـط ترینگزاپک‌اتیل دانست.

عرض برگ: اثر سطوح ترینگزاپک‌اتیل و تنش خشکی بر عرض برگ علف گندمی در جـدول‌هـای ۳ و ۵ نشـان داده شـده اسـت. بـا مقایسه‌ی میانگین بین اثرهـای اصـلی مشـخص شـد بـا افـزایش در غلظت ترینگزاپک‌اتیل، میزان عرض بـرگ افـزایش یافتـه اسـت بـه طوری که در تیمار شاهد کمترین عرض بـرگ (۱/۹۳ سـانتی متـر) و این مقدار در غلظت ۰/۵ کیلـوگرم در هکتـار بیشـترین میـزان (۲/۱۶ سانتی متر) بود (جدول۳). نتایج فان و همکاران (۲۳) نشان داد تیمـار ترینگزاپک‌اتیل بر روی چمن کنتاکی بلـوگراس (*Poapratensis*L.) موجـب افـزایش عـرض بـرگ مـی‌گـردد. کنتـاکی بلـوگراس (*Poapratensis*L.) در چهار هفته بعدازتیمار ۹ درصد و هشت هفتـه بعد از تیمار ۱۶ درصد برگ‌های پهن تری نسبت به شاهد داشتند.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ترینگزاپک اتیل بر خصوصیات فیزیولوژیک چمن علف گندمی تحت تنش خشکی *

Table 2-ANOVA of the trinexapac-ethyl effect on wheatgrass physiological traits under drought stress.

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Means of Squares محتوی آب نسبی Relative water content	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	پرولین Proline	کلروفیل Chlorophyll
ترینگزاپک اتیل Trinexapac-ethyl	2	224.21*	0.63*	51.96*	0.31*
خشکی Drought	1	1937.73**	1.73**	1058.61**	1.04*
ترینگزاپک اتیل × خشکی Trinexapac-ethyl × Drought	2	29.51*	29.51*	8.18**	0.02 ns
خطا Error	12	15.8	15.80	1.67	0.01
ضریب تغییرات Coefficient Variation		4.88	7.11	8.72	5.70

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level of confident, * Significant at the 5% level and not significant

جدول ۳- اثر سطوح ترینگزاپک اتیل بر خصوصیات مورفولوژیک چمن علف گندمی*

.Table 3- Effect of Trinexapac-ethyl on Wheatgrass morphological traits

ترینگزاپک اتیل Trinexapac-ethyl (kg/ha)	کیفیت چمن Turf quality (1-9)	عرض برگ Leaf width (mm)	ارتفاع Height (cm)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	عمق مؤثر ریشه Effective root depth (cm)	عمق نفوذ ریشه Depth of root (cm)
0	5.63 b	1.93 b	5.65 a	13.12 a	9.99 a	25.98 a	17 a
0.25	6.83 a	1.99 b	4.75 b	7.95 b	6.53 b	27.02 a	17.58 a
0.5	6.95 a	2.16 a	4.13 c	7.32 b	5.87 b	27.54 a	18.08 a

*در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using LSD test

افزایش عرض برگ در اثر کاربرد ترینگزاپک اتیل به علت کاهش طویل شدن سلولی وافزایش عرض سلول‌های برگ می‌باشد. مقایسه میانگین اثر خشکی بر میزان عرض برگ نشان داد که این تنش میزان عرض را به طرز معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داده است (جدول ۵). بلوم (۱۲) گزارش کرد کاهش عرض برگ و نرخ رشد برگ یکی از اثرهای تنش خشکی می‌باشد، این کاهش به دلیل کم شدن میزان تقسیم سلولی تحت تأثیر تنش خشکی می‌باشد (۱۷).

ارتفاع برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می دهد که اثر ترینگزاپک اتیل، خشکی و اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). ترینگزاپک‌اتیل و تنش خشکی به شکلی معنی‌دار باعث کاهش ارتفاع شدند، کمترین ارتفاع (۴/۰۵ سانتی متر) در غلظت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل و اعمال تیمار خشکی مشاهده شد که نشان دهنده همسویی این دوتیمار در کاهش ارتفاع چمن بود (شکل ۲). وانگ و همکاران (۴۶) گزارش کردند کاهش فشار تورژساس ناشی از تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بخش هوایی می‌گردد، همچنین در اثر تنش خشکی تولید ابسیزیک اسید در ریشه افزایش می‌یابد و انتقال آن به بخش هوایی موجب کاهش ارتفاع می‌گردد (۳۱). اکثر تحقیق‌های صورت گرفته نشان می‌دهد ترینگزاپک‌اتیل موجب کاهش ارتفاع و دفعات سرزنی در چمن می‌گردد (۱۱، ۲۶، ۳۹ و ۴۳). فاگرنس و همکاران (۲۲) دلیل این کاهش ارتفاع را ممانعت از سنتز جیبرلین توسط ترینگزاپک اتیل اعلام کردند. اروین و کوسکی (۱۸) گزارش کردند کاربرد ترینگزاپک‌اتیل موجب کاهش ارتفاع برگ و سرزنی در کنتاکی بلوگراس (*Poapratensis L.*) شد، در نتیجه تبخیر و تعرق کاهش یافت که ممکن است در افزایش مقاومت به خشکی موثر باشد. مکان و هوانگ (۳۹) تأثیر ترینگزاپک‌اتیل بر مقاومت به تنش خشکی و گرما را بررسی کردند و نتیجه گرفتند کاهش در رشد عمومی برگ‌ها تحت تأثیر این تنظیم کننده، تقاضا برای آب را کاهش داده و نیاز به آب در شرایط تنش خشکی کاهش پیدا می‌کند.

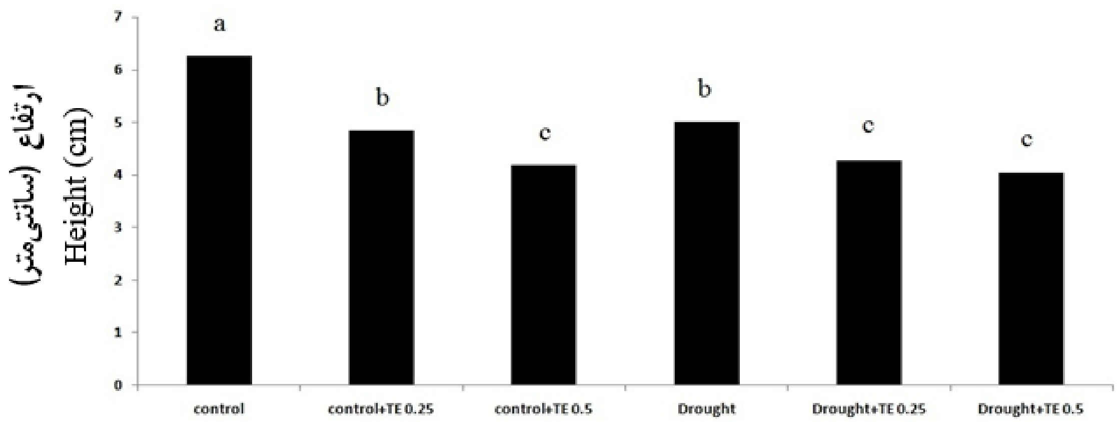
جدول ٤- اثر سطوح ترینگزاپک اتیل بر خصوصیات فیزیولوژیک چمن علف گندمی *

Table 4- Effect of Trinexapac-ethyl on wheatgrass physiological traits

ترینگزاپک اتیل **Trinexapac-ethyl (kg/ha)**	محتوی آب نسبی **Relative water content (%)**	نشت الکترولیت **Electrolyte leakage (%)**	پرولین **Proline (μmol.g^{-1}.FW)**	کلروفیل **Chlorophyll (mg.g^{-1}FW)**
0	74.5 ^{b}	5.7 ^{a}	12.25 ^{c}	2.14 ^{b}
0.25	82.8 ^{a}	5.4 ^{ab}	14.19 ^{b}	2.54 ^{a}
0.5	86.47 ^{a}	5.05 ^{b}	18.03 ^{a}	2.9 ^{a}

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using LSD test



شکل ۲- تأثیر متقابل ترینگزاپک اتیل × تنش خشکی بر ارتفاع علف گندمی

Figure 2– Interaction effect of trinexapac-ethyl ×drought stress on wheatgrass height

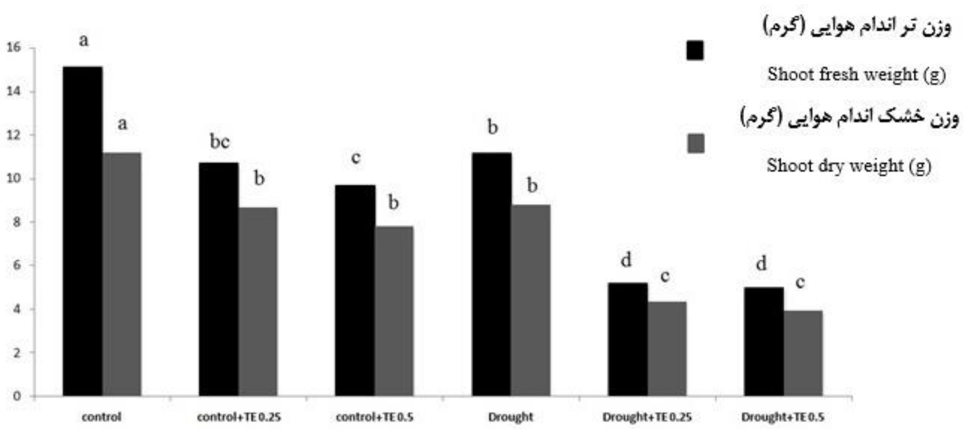
حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است

Means with different letters are significant in LSD test at 5% level

وزن تر و خشک اندام هوایی: تیمارهـای ترینگزاپـک اتیـل و خشکی در سطح پنج درصد دارای اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشـک اندام هوایی علف گندمی هستند (جـدول ۱). مقایسـه‌ی میـانگین اثـر متقابل تیمارها نشان داد (شـکل ۳) کـه بیشـترین وزن تـر و خشـک (۱۵/۱۱ گرم و ۱۱/۲گرم) مربوط به تیمار شاهد و کمتـرین وزن تـر و خشک (۴/۹۸ گرم و ۳/۹۵ گرم) مربوط به غلظت ۵۰۰ گرم در هکتار به همراه تنش خشکی بوده است، که نشان دهنده همسـویی ایـن دو تیمار در کاهش وزن تر و خشک علف گندمی می‌باشد (شکل ۳). فو و هوانـگ (۲۴) مقاومـت بـه خشـکی دو گونـه کنتـاکی بلـوگراس (*Poapratensis*L.) و تـال فسـکیو (*Festucaarundinacea*L.) را مورد بررسی قرار دادند، در پایان مشخص گردید تیمـار قطـع آبیـاری موجب کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی گشت. ترینگزاپک اتیل از طریق ممانعت از تبدیل جیبرلین ۲۰ به جیبـرلین یـک و جلـوگیری از فعالیت آنزیم ۳- بتا هیدروکسیلاز مانع از رشد چمن‌ها می‌شـود (۱۸)، در نتیجه وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش پیدا می‌کند (۱۶ و ۴۰).

مقدار نسبی آب برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۲) داده‌ها نشان داد که اثر ترینگزاپک اتیل، تنش خشـکی و اثـر متقابـل تیمارها بر مقدار نسبی آب علف گندمی معنی‌دار بـوده اسـت. مقایسـه میانگین‌ها تفاوت معنی‌دار مقدار نسبی آب برگ را تحـت تیمـارهـای ترینگزاپک اتیل نشان می‌دهد، بیشترین آب نسـبی بـرگ در غلظـت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک‌اتیل مشاهده شـد (۸۶/۴۷ درصـد)، ترینگزاپک اتیل در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم به ترتیب ۱۱/۱۹ درصد و ۱۵/۹۸ درصد محتوی آب نسبی بـرگ را افـزایش داد.گرچـه بین سطوح ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشـاهده نشد (جدول ۴). تیمار خشکی مقدار آب نسبی بـرگ را ۲۲/۶۳ درصـد نسبت به تیمار شاهدکاهش داد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ترینگزاپک اتیل و تنش خشکی مشخص کرد کمترین محتوی آب نسبی علف گندمی (۶۱/۷۴ درصد) در شرایط تنش خشکی بـدون اعمال تنظیم کننده و بالاترین محتوی آب نسـبی (۹۶/۳۲ درصـد) در شرایط کاربرد ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیـل بـدون اعمـال تنش بوده است و ترینگزاپک اتیل موجب کاهش اثر منفی خشکی بر محتوی آب نسبی گشته است (شـکل ۴). محتـوی آب نسـبی بـالاتر میتواند موجب حفظ هدایت روزنـه ای و در نتیجـه تعـرق و فتوسـنتز بالاتر در گیاه گردد که نشان دهنده مقاومت بالاتر به تنش مـی‌باشـد (۳۵، ۳۶ و ۳۸).

فو و هوانگ (۲۴) با مقایسه‌ی سه تیمار رطوبتی بر روی کنتـاکی بلـوگراس(*Poapratensis* L.) و تـال فسـکیو (*Festucaarundinacea*L.) دریافتند که تیمار خشکی کامل موجب کاهش شدید آب برگ می‌گردد بطوریکه مقدار آب نسبی پـس از ۲۸ روز بـه حـدود ۵۰ درصـد تقلیـل یافت.مکـان و هوانـگ (۳۹) اثـر ترینگزاپک‌اتیل را در افزایش مقاومت به خشکی در بنت گراس خزنده (*Agrostispalustris*) بررسی کردند و در پایان مشخص شـد، ایـن تنظیم کننده در شرایط تنش خشکی موجب افزایش معنی‌دار محتـوی آب نسبی می‌گردد. زو و هوانگ (۴۸) گزارش کردند ترینگزاپـک‌اتیـل محتوی آب نسبی برگ را در شرایط تنش خشکی بهبود می‌بخشد که دلیل آن را کاهش ارتفاع و کاهش تبخیر و تعرق تاج پوشـش (۳۹) و یا بهبود تنظیمات اسمزی (۸) در اثر کاربرد این ماده دانسـتند کـه بـا نتایج این آزمایش مطابقت دارد.



شکل ۳- تأثیر متقابل ترینگزاپک اتیل × تنش خشکی بر وزن تر و خشک علف گندمی

Figure 3. Interaction effect of trinexapac-ethyl ×drought stress on wheatgrass fresh and dry weight

حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمونLSD در سطح ۵درصد است

Means with different letters are significant in LSD test at 5% level

جدول ۵- اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک چمن علف گندمی*

Table 5-Effect of drought stress on wheatgrass morphological traits

سطوح خشکی Drought levels	کیفیت چمن Turf quality (1-9)	عرض برگ Leaf width (mm)	ارتفاع Height (cm)	وزن تر اندام هوایی Shoot fresh weight (g)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g)	عمق مؤثر ریشه Effective root depth (cm)	عمق نفوذ ریشه Depth of root (cm)
آبیاری Irrigating	8.1 [a]	2.15 [a]	5.11 [a]	11.82 [a]	9.23 [a]	21.32 [b]	9.77 [b]
قطع آبیاری Withholding irrigation	4.84 [b]	1.96 [b]	4.45 [b]	7.11 [b]	5.7 [b]	32.37 [a]	25.99 [a]

*در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون LSDدر سطح ۵درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using LSD test

جدول ٦- اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیک چمن علف گندمی *

Table 6- Effect of drought stress on wheatgrass physiological traits

سطوح خشکی Drought levels	محتوی آب نسبی Relative water content (%)	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (%)	پرولین Proline (μmol.g^{-1}.FW)	کلروفیل Chlorophyll (mg.g^{-1}FW)
آبیاری Irrigating	91.67 [a]	۵/۰۹ [b]	7.15 [b]	2.57 [a]
قطع آبیاری Withholding irrigation	70.92 [b]	5.71 [b]	22.49 [a]	2.08 [b]

* در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند بر اساس آزمون LSDدر سطح ۵درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

†Means in each column with the same letters are not significantly different at 5% level using LSD test

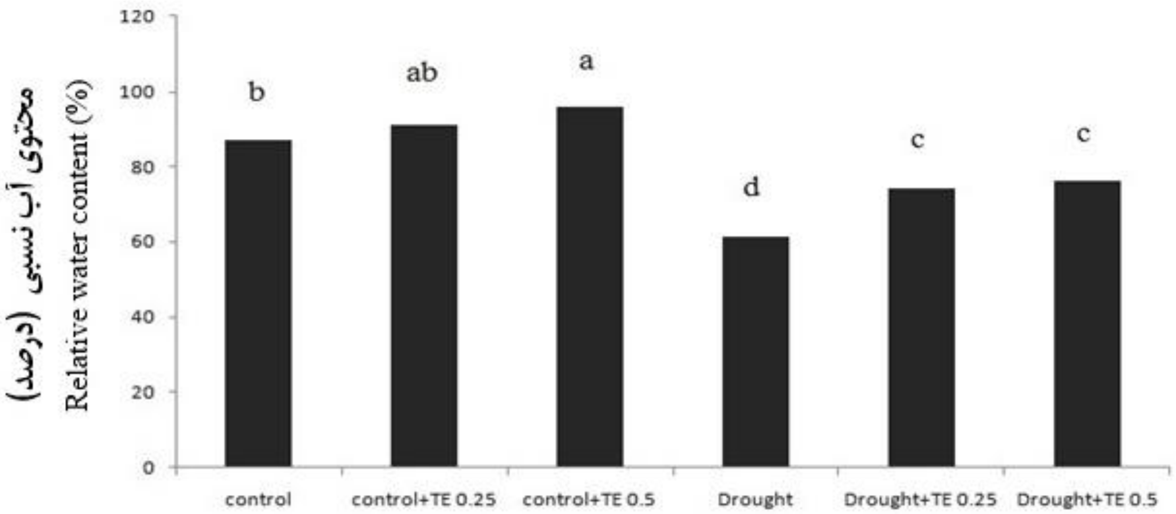
نشت الکترولیت: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ترینگزاپک اتیل، تنش خشکی و اثر متقابل تیمارها بر نشت الکترولیت علف گندمی معنی‌دار بوده است (جدول ۲). ترینگزاپک‌اتیل، نشت الکترولیت را در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۵/۲۸ و ۱۱/۴ درصد نسبت به شاهد کاهش داد، در حالی که بین غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴)، همچنین تنش خشکی میزان نشت را به ۱۲/۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح ترینگزاپک اتیل و تنش خشکی مشخص کرد بیشترین نشت الکترولیت علف گندمی (۶/۱۷ درصد) در شرایط تنش خشکی بدون اعمال تنظیم کننده و کمترین نشت الکترولیت (۴/۹۸ درصد) در شرایط کاربرد ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل بدون اعمال تنش بوده است و ترینگزاپک اتیل موجب کاهش اثر منفی خشکی بر نشت الکترولیت گشته است (شکل ۵). غشای سلول اولین بخش از گیاه است که تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد، نشت الکترولیت در شرایط تنش نشان دهنده تخریب غشای سلول است (۲). ابراهام و همکاران (۲) در بررسی مقاومت به خشکی دو گونه کنتاکی بلوگراس (*Poapratensis* L.) و هیبریدهای آن اعلام کردند، نشت الکترولیت در طول تنش خشکی افزایش پیدا میکند. مکانو هوانگ (۳۹) گزارش کردند ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش خشکی آسیب ناشی از تنش به غشای سلولی بنت گراس خزنده (*Agrostis*palustris) را کاهش می‌دهد.زو و هوانگ (۴۸) گزارش کردند تنظیم کننده ترینگزاپک اتیل موجب کاهش نشت الکترولیت چمن کنتاکی بلوگراس (*Poapratensis* L.)، در شرایط تنش خشکی می‌گردد. ترینگزاپک اتیل با افزایش مقاومت غشای سلولی بنت گراس خزنده (*Agrostispalustris*) باعث کاهش نشت الکترولیت در شرایط تنش گردید، احتمال میرود ترینگزاپک اتیل با کاهش آسیب‌های ناشی از تنش بر روی غشا موجب کاهش نشت الکترولیت گردد.

پرولین:جدول تجزیه واریانس معنی‌دار بودن اثر تنش خشکی، ترینگزاپک اتیل و اثر متقابل تیمارها رابر پرولین علف گندمی نشان می‌دهد (جدول ۲). مقدار پرولین در شرایط تنش خشکی (۲۲/۴۹ میکرومول بر گرم وزن تر) به طرز معنی‌داری بیشتر از شاهد (۷/۱۵ میکرومول بر گرم وزن تر) بود (جدول ۶). داکوستا (۱۵) با بررسی دو گونه از آگروستیس گزارش کرد محتوای پرولین در انتهای دوره خشکی در این دو گونه ۸۲ و ۹۲ درصد در مقایسه با سطوح آبیاری شده بالاتر بود. همچنین نتایج نشان داد تنظیم کننده ی ترینگزاپک-

اتیل موجب افزایش معنی‌دار محتوی پرولین گشته است (جدول ۴). بیشترین مقدار پرولین در تیمار ۰/۵کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک‌اتیل تحت تنش خشکی مشاهده شد (شکل ۶). ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش خشکی در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار به شکلی معنی‌دار، پرولین فستوکا را به ترتیب ۱۷/۸۸ و ۴۳/۳۶ درصد افزایش داد (شکل ۶). بیان و همکاران (۱۰) تأثیر ترینگزاپک اتیل بر مقاومت به خشکی بنت گراس خزنده را بررسی کردند، در پایان مشاهد شد، هنگام کاربرد ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش خشکی، این ماده موجب افزایش پرولین گشته که این افزایش معنی‌دار نبود.

محتوی کلروفیل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ترینگزاپک اتیل و خشکی اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر کلروفیل علف گندمی داشته اند (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر ترینگزاپک اتیل بر کلروفیل نشان داد تیمارهای ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل به ترتیب در گونه علف گندمی ۱۸/۶۹ و ۳۵/۵۱ درصد افزایش کلروفیل را نسبت به شاهد باعث شدند (جدول ۴). تنش خشکی کلروفیل علف گندمی را ۱۹/۰۶ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۶). گزارش هایی مبنی بر کاهش کلروفیل در شرایط تنش خشکی وجود دارد (۳۰، ۳۶ و ۳۷). بسته شدن روزنه ها، کاهش دی اکسید کربن و تولید گونه‌های فعال اکسیژن تحت تنش خشکی باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید ها، تخریب غشای کلروپلاست و از بین رفتن کلروفیل می‌گردد (۳۵ و ۳۶). زولینی و همکاران (۴۹) گزارش کردند محتوی کلروفیل با افزایش تنش خشکی کاهش پیدا میکند. تحت شرایط تنش خشکی، روزنه‌ها به سرعت بسته شده ،رشد گیاه متوقف، جذب و تحلیل خالص CO_2 کاهش و فعالیت آنزیم کلروفیلاز افزایش پیدا میکند، که در نهایت موجب کاهش کلروفیل می‌گردد (۴۴). بهبود کلروفیل توسط ترینگزاپک اتیل در مطالعات زیادی گزارش شده است (۱۸ و ۲۳). استیر و راجرز (۴۵) گزارش کردند که کاربرد ترینگزاپک اتیل باعث افزایش محتوی کلروفیل a و b و کلروفیل کل در چمن کنتاکی بلوگراس میگردد.مکان و هوانگ (۳۹) گزارش کردند ترینکزاپک اتیل باعث افزایش کلروفیل بنت گراس خزنده (*Creeping Bentgrass*) در شرایط تنش خشکی میگردد. گروسمن در سال ۱۹۹۲ پیشنهاد کرد که کاربرد ترینگزاپکاتیل به دلیل بازدارندگی بیوسنتز جیبرلیک اسید سبب افزایش سطح سایتوکنین و تاخیر در پیری و افزایش غلظت کلروفیل می‌گردد (۲۵).

صفات مربوط به ریشه:تنش خشکی در سطح یک درصد اثر معنی‌داری بر عمق موثر ریشه و عمق نفوذ ریشه‌ی علف گندمی داشت (جدول ۱). با مقایسه‌ی میانگین بین اثرهای اصلی مشخص شدعمق موثر ریشه تحت تنش افزایش پیدا کرده است، در تیمار شاهد عمق موثر ریشه ۹/۷۷ سانتی متر بود که در شرایط تنش به ۲۵/۹۹ سانتی متری رسید (جدول ۵). در شرایط خشکی عمق نفوذ ریشه نیز افزایش یافت، بطوری که در تیمار شاهد عمق نفوذ برار ۲۱/۳۲ سانتی متر و در تنش خشکی با ۵۳/۹۲ درصد افزایش برابر ۳۲/۳۷ سانتی متر بود (جدول ۵). هوانگ و گو (۳۱) در بررسی ۶ کولتیوار فستوکای پابلند (*Festucaarundinacea*L.) عنوان کردند، در شرایط تنش خشکی عمق نفوذ ریشه در سه کولتیوار این چمن افزایش پیدا کرد.

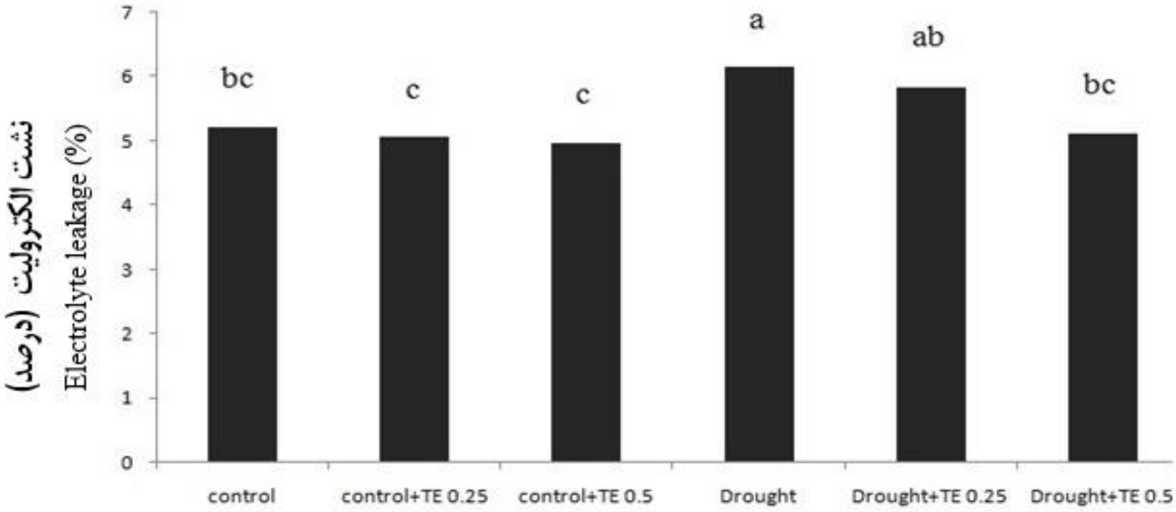


شکل ٤- تأثیر ترینگزاپک اتیل و تنش خشکی بر محتوای آب نسبی علف گندمی

Figure 4. Effect of Trinexapac-ethyl and drought on Wheatgrass relative water content

حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است

Means with different letter are significant in LSD test at 5% level

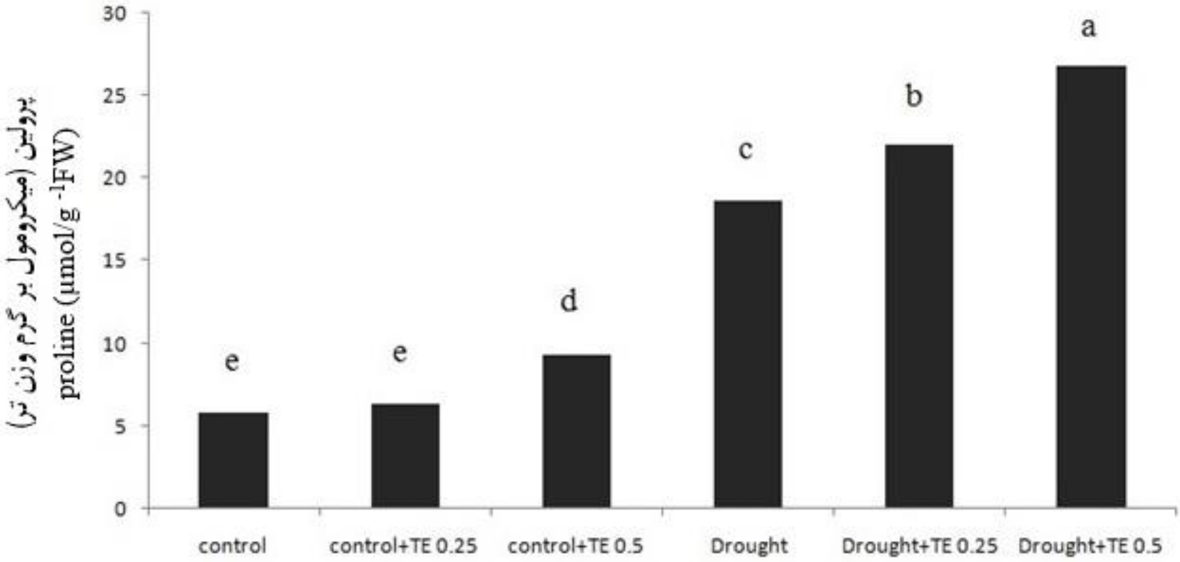


شکل ۵- تأثیر متقابل ترینگزاپک اتیل × تنش خشکی بر نشت الکترولیت علف گندمی

Figure 5- Interaction effect of trinexapac-ethyl ×drought stress on wheatgrass electrolyte leakage

حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمونLSD در سطح ۵ درصد است

Means with different letters are significant in LSD test at 5% level



شکل ٦- تأثیر ترینگزاپک اتیل × تنش خشکی بر میزان پرولین علف گندمی

Figure 6-Interaction effect of trinexapac-ethyl ×drought on wheatgrass proline content

حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است

Means with different letters are significant in LSD test at 5% level

نتایج هوانگ (۲۹) نشان داد، رشد ریشه ی ۴ گونه چمن در شرایط تنش خشکی کاهش یافته و عمق موثر ریشه افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان دادند که تیمار ترینگزاپک اتیل تأثیر معنی‌داری بر عمق نفوذ ریشه و عمق موثر ریشه نداشته است (جدول ۱) که با نتایج جیانگ و فرای (۳۲)، فاگرنس و یلورتون (۲۱) و بیزلی و همکارن (۸) مطابقت دارد. مکان و هوانگ (۳۹) اثر ترینگزاپک اتیل در مقاومت به تنش خشکی و گرما را بررسی کردند، در پایان مشخص شده این تنظیم کننده تأثیر معنی‌داری بر روی عمق نفوذ ریشه نداشت. بالدوین همکاران (۴) گزارش کردند، ترینگزاپک اتیل در شرایط تنش شوری، موجب بهبود صفات ریشه در برموداگراس گشت که این تأثیر معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد تنظیم کننده ترینگزاپک اتیل با افزایش کلروفیل، محتوی نسبی آب، مقدار پرولین، کیفیت و کاهش نشت الکترولیت و ارتفاع تحت تنش خشکی، آسیب‌های ناشی از تنش خشکی بر چمن را کاهش داده و موجب افزایش مقاومت به تنش خشکی در گونه ی مورد آزمایش شده است. با توجه به نبود تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل، غلظت ۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار ترینگزاپک اتیل جهت افزایش مقاومت به خشکی علف گندمی توصیه می‌گردد.

فهرست:

1- Abdul Jaleel C., Gopi R., Manivannan P., and Panneerselvam R. 2008. Exogenous application of triadimefon affects the antioxidant defense system of WithaniasomniferaDunal. Pesticide Biochemistry and Physiology. 91(3):170-174.
2- Abrahama E.M., Huang B., Bonosb S.A., and Meyerb W.A. 2004. Evaluation of Drought Resistance for Texas Bluegrass, Kentucky Bluegrass, and Their Hybrids. Crop Science, 44: 1746-1753.
3- Allard G., Nelson C.J., and Pallardy S.G. 1991. Shade effects on growth of tall fescue: I. Leaf anatomy and dry matter partitioning. Crop Science. 31: 163-167.
4- Baldwin C.M., Liu H.B., McCarty L.B., Bauerle W.L., and Toler J.E. 2006. Effects of trinexapac-ethyl on the salinity tolerance of two ultradwarfbermudagrass cultivars. HortScience. 41: 808–814.
5- Barrs H.D., and Weatherley P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Journal of Biological Sciences. 24: 519-570.
6- Beard J.B., and Sifers S.I. 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and droutght resistance within the Cynodon and Zoysia species. International Turfgrass Society. 8: 603–610.
7- Beasley J.S., and Branham B.E. 2007. Trinexapac-ethyl and paclobutrazol affect Kentucky bluegrass single-leaf carbon exchange rates and plant growth. Crop Science. 47(1): 132-138.
8- Beasley J.S., Branham B.E. and Ortiz-Ribbing L.M. 2005. Trinexapac-ethyl Affects Kentucky Bluegrass Root Architecture. HortScience. 40: 1539-1542.
9- Betes L.S., Waldren R.P., and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and soil science. 39: 205-207.
10- Bian X., Merewitz E., and Huang B. 2009. Effects of Trinexapac-ethyl on Drought Responses in *Creeping Bentgrass* Associated with Water Use and Osmotic Adjustment. HortScience. 134: 505–510.
11- Bingaman B.R., Christians N.E., and Gardner D.S. 2001. Trinexapac-ethyl effects on rooting of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) sod. International Turfgrass Society. 9: 832–834.
12- Blum A. 1974. Genotypic responses in sorghum to drought stress, II. Leaf tissue water relations. Crop Science. 14: 691-692.
13- Blum A., and Ebercon A. 1981. Cell memberane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science. 21: 43-47.
14- Carrow R.N., and Duncan R.R. 2003. Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop Science. 43: 978–984.
15- DaCosta M. 2006. Physiological and Morphological Characteristics Associated with Drought Resistance Mechanisms in Bentgrass Species. Rutgers the State University of New Jersey - New Brunswick.
16- Daniels R.W., and Sugden S.K. 1996. Opportunities for Growth Regulation of Amenity Grass. Pesticide Science. 47: 363-369.
17- Ehrler W.L., and Van Bavel C.H.M. 1967. Sorghum foliar responses to changes in soil water content. Agronomy Journal. 59: 243-246.
18- Ervin E.H., and Koski A.J. 2001. Kentucky bluegrass growth responses to Trinexapac-ethyl, traffic, and nitrogen. Crop Science. 41:1871-1877.
19- Ervin E.H., Zhang X., Askew S.D., and Goatley J.M. 2004. Trinexapac-ethyl, Propiconazole, Iron, and Biostimulant Effects on Shaded *Creeping Bentgrass*. HortTechnology. 14: 500-506.
20- Etemadi E., Khalighi A., Razmjoo J., Lessani H., and Zamani Z. 2005. Drought resistance of selected bermudagrass (*Cynodondactylon* (L.) Pers.) Accessions. International Journal of Agriculture and Biology. 7: 612-615.
21- Fagerness M.J., and Yelverton F.H. 2001. Plant Growth Regulator and Mowing Height Effects on Seasonal Root Growth of Penncross *Creeping Bentgrass*. Crop Science. 41: 1901–1905.
22- Fagerness M.J., Yelverton F.H., Livingston D.P., and Rufty T.W. 2002. Temperature and Trinexapac-ethyl effects on Bermudagrass growth, dormancy, and freezing tolerance. Crop Science. 42: 853- 857.
23- Fan G., Bian X., Li H., Meng Z., and Liu S. 2009. Growth responses of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) to

trinexapac-ethyl applied in spring and autumn. Frontiers of Agriculture. 3: 186-189.
24- Fu J., and Huang B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environmental and Experimental Botany. 45: 105-114.
25- Grossmann K. 1992. Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research. Current plant science and biotechnology in agriculture. 788-797.
26- Heckman N.L., Gaussoin R.E., and Horst G.L. 2001. Multiple trinexapac-ethyl applications reduce Kentucky bluegrass sod storage temperatures. HortTechnology. 11: 595–598.
27- Heckman N.L., Horst G.L., Gaussoin R.E., and Frank K.W. 2001. Storage and handling characteristics of trinexapac-ethyl treated Kentucky bluegrass sod. HortScience. 36: 1127–1130.
28- Heckman, N.L., Horst G.L., Gaussoin R.E., and Young L.J. 2001. Heat tolerance of Kentucky bluegrass as affected by trinexapac-ethyl. HortScience. 36: 365–367.
29- Huang B. 1997. Drought-Resistance Mechanisms of Seven Warm- Season Turfgrasses under Surface Soil Drying: I. Shoot Response. Crop Science. 1858-1863.
30- Huang B., and Fu J. 2001. Growth and Phsiological Responses of Tall Fescue to Surface Soil Drying. Journal of Intelligent Transportation Systems. 291-296.
31- Huang B., and Gao H. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science. 40: 196-203.
32- Jiang H., and Fry J. 1998. Drought responses of perennial ryegrass treated with plant growth regulators. HortScience. 33: 270–273.
33- Lichtenhaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. In: R. Douce and L. Packer (eds.). Methods Enzymol. Academic Press Inc, New York. PP. 350-382.
34- Lickfeldt D.W., Gardner D.S., Branham B.E., and Voigt T.B. 2001. Implications of repeated trinexapac-ethyl applications on Kentucky bluegrass. Journal of Agronomy and Crop Science. 93: 1164–1168.
35- Marcum K.B. 1998. Cell memberanethermostability and whole-plant heat tolerance of Kentucky bluegrass. Crop Science. 38: 1214-1218.
36- Mayoral M.L., Atsmon D., Shimshi D., and Gromet-Elhanan Z. 1981. Effect of Water Stress on Enzyme Activities in Wheat and Related Wild Species: Carboxylase Activity, Electron Transport and Photophosphorylation in Isolated Chloroplasts. Australian Journal of Plant Physiology. 8(5) 385 – 393.
37- Malonaka K., Oaiawa T., and Imagawa H. 2006. Changes in chloroplast peroxidase activities in relation to chlorophyll loss in barley leaf segments. PhysiologiaPlantarum. 80(4): 555–560
38- Medrano H., Escalona J.M., Gulias G., and Flexas J. 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plant in response to progressive drought: stomatal conductance as reference parametr. Annals of Botany: Oxford Journals. 595: 889-905.
39- McCann S.E., and Huang B. 2007. Effects of trinexapac-ethyl foliar application on *creeping bentgrass* responses to combined drought and heat stress. Crop Science. 47: 2121–2128.
40- McCullough P.E., Liu H., McCarty L.B., Whitwell T., and Toler J.E. 2006. Bermudagrass putting green growth, color, and nutrient partitioning influenced by nitrogen and trinexapac-ethyl. Crop Science. 46: 1515–1525.
41- Morris, K. N. 2002. A guide to NTEP turfgrass rating. A publication of the National Turfgrass Evaluation program, NETP. 11: 30-39.
42- Nilsen E.T., and D.M. Orcutt. 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley & Sons, New York.
43- Pannacci, E., Covarelli G., and Tei F. 2004. Evaluation of trinexapac-ethyl for growth regulation of five cool-season turfgrass species. Acta Horticulturae. 661: 349–351.
44- Pessarakli M. 2008. Handbook of turfgrass management and physiology. CRC Press, Boca Raton, Florida.
45- Stier J.C., and Rogers J.N. 2001. Trinexapac-Ethyl and Iron Effects on Supina and Kentucky Bluegrasses Under Low Irradiance. Crop Science. 41: 457–465.
46- Wang, Z., Huang B., and Xu Q. 2003. Genotypic variation in abscisic acid accumulation, water relations, and gas exchange for Kentucky bluegrass exposed to drought stress. HortScience. 128: 349-355.
47- Weaver J.E., and Zink, E.1946. Length of Life of Roots of Ten Species of Perennial Range and Pasture Grasses. Agronomy & Horticulture. Faculty Publications. Paper 500.
48- Xu, C., and Huang B. 2011. Proteins and Metabolites Regulated by Trinexapac-ethyl in Relation to Drought Tolerance in Kentucky bluegrass. Journal of Plant Growth Regulation. 31: 25-37.
49- Zulini, L., Rubinigg, M., Zorer, R., and Bertamini M. 2007. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence and photosynthetic pigments in grapevine leaves (*Vitisvinifera* cv. ‘White Riesling’). Acta Horticulturae. 754: 289-294.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 25-39
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 39-25
شاپا: 4730 - 2008

اثر اصلاح‌کننده‌های خاک و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*)

محمد بهزاد امیری[1]- پرویز رضوانی مقدم[2]*- محسن جهان[3]

تاریخ دریافت: 1393/03/24
تاریخ پذیرش: 1394/02/02

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اصلاح‌کننده‌های خاک و کودهای بیولوژیک مختلف بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*)، آزمایشی در سال‌های زراعی 92-1390 در دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل هفت نوع اصلاح‌کننده‌ی خاک و کود بیولوژیک مختلف از جمله: 1- اسید هیومیک، 2- اسید فولویک، 3- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های .*Azotobacter* spp و .*Azospirillum* spp)، 4- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های .*Bacillus* sp و .*Pseudomonas* sp)، 5- بیوسولفور (.*Thiobacillus* spp)، 6- میکوریزا (*Glomus mosseae*)، و 7- میکوریزا (*Glomus intraradices*) و عدم استفاده از کود به‌عنوان تیمار شاهد بودند. نتایج آزمایش نشان داد که هر دو گونه میکوریزای مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد گل در مقایسه با شاهد شدند، به‌طوری‌که عملکرد گل در تیمارهای *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* به‌ترتیب 24 و 11 درصد بیشتر از شاهد بود. تمامی نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه سبب افزایش تعداد چرخه‌ی گل در بوته در مقایسه با شاهد شدند، ولی اثر کود بیولوژیک بیوفسفر از این نظر به‌طور بارزتری نمایان شد، به‌طوری‌که تعداد چرخه‌ی گل در بوته از 342 چرخه در بوته‌های تحت‌تیمار شاهد به 1322 چرخه در گیاهان تحت‌تیمار بیوفسفر افزایش یافت. بیشترین مقدار عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته در تیمار اسید هیومیک مشاهده شد، به‌طوری‌که در نتیجه‌ی کاربرد اسید هیومیک عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته به‌ترتیب 82، 66، 63 و 66 درصد نسبت به شاهد افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، بیوفسفر، گیاه دارویی، میکوریزا، نهاده اکولوژیک

مقدمه

امروزه، اطمینان از تولید مداوم و پایدار فرآورده‌های غذایی سالم همراه با حفظ سلامت محیط‌زیست و توجه به مناسبات اجتماعی و اقتصادی، موضوع قابل‌توجهی در کشاورزی بوده و مورد توجه روزافزون کشاورزان و پژوهشگران قرار گرفته است. از مهمترین مسائل مؤثر بر پایداری تولید غذا، حفظ حاصلخیزی خاک به‌عنوان یک بستر دائمی جهت تولید مداوم محصولات کشاورزی می‌باشد. در واقع، حفظ و باروری خاک و درعین حال آلوده نکردن آن، به‌منظور تولید سالم و درازمدت در سیستم‌های زراعی ارگانیک ضروری به‌نظر می‌رسد (17) و برای دستیابی به این هدف، استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار به‌ویژه اصلاح‌کننده‌های خاک و کودهای بیولوژیک امری اجتناب‌ناپذیر است (38).

مواد هیومیکی، مجموعه‌ای از مولکول‌های هتروژن هستند که با نیروهای ضعیفی به هم باند شده‌اند و در نتیجه از ثبات شیمیایی بالایی برخوردارند. این مواد 65 تا 80 درصد کل مواد آلی خاک را به خود اختصاص می‌دهند (28). اسید هیومیک با وزن مولکولی300-30 کیلودالتون و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از 30 کیلودالتون به‌ترتیب، سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار نامحلول و محلول با عناصرمیکرو می‌گردند. مقادیر بسیار کم از این اصلاح‌کننده‌های خاک از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، منجر به افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (24). از دیگر مزایای اسید هیومیک و اسید فولویک می‌توان به خاصیت کلات‌کنندگی عناصرغذایی (سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و غیره)

1- استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد
2 و 3- استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.34660

و افزایش ظهور ریشه‌های جانبی اشاره کرد (24). در پژوهشی، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، 500، 1000، 2000 و 4000 میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار[1] بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و تعداد گل و برگ در بوته در اثر کاربرد تیمار 2000 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد (22). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر سطوح مختلف اسید فولویک (صفر، 50 و 100 میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه[2] گزارش شد که کاربرد اسید فولویک ضمن بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه، خسارات ناشی از تنش شوری را کاهش داد (12).

در سال‌های اخیر، استفاده از کودهای بیولوژیک به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک، جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی، به‌شمار رفته و به‌عنوان یکی از مهمترین راهبردهای تغذیه‌ی گیاه برای نیل به اهداف کشاورزی پایدار مورد توجه دست‌اندرکاران امر تولید قرار گرفته‌اند (39). کودهای بیولوژیک در حقیقت موادی شامل انواع مختلف موجودات ریز آزادزی بوده (7) که توانایی تبدیل عناصرغذایی اصلی را از فرم غیرقابل‌دسترس به فرم قابل‌دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی داشته (27) و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می گردند (7). در یک پژوهش، اثر کودهای بیولوژیک (*ازوسپیریلوم کروکوکوم*[3] و *آزوسپیریلوم لیپوفروم*[4]) و روش مصرف آنها بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان[5] بررسی و گزارش شد که بیشترین ماده‌ی خشک تولیدی، عملکرد دانه و درصد و عملکرد اسانس زمانی بدست آمد که کودهای بیولوژیک به هر دو حالت تلقیح با بذر و محلول‌پاشی استفاده شدند (11). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کاربرد کودهای بیولوژیک (نیتروکسین و بیوفسفر) منجر به بهبود خصوصیات زراعی و مورفولوژیکی گاوزبان اروپایی[6] شد، به‌طوری‌که در شرایط استفاده از این کودها تعداد گل در بوته، عملکرد دانه، میزان فنول و اسید لینولنیک به میزان قابل‌توجهی بیشتر از شاهد بود (3).

از دیگر ریزجانداران همزیست با گیاهان که حاصلخیزی خاک، افزایش عناصر غذایی و حفظ سلامت بوم‌نظام‌ها را به همراه داشته است، می‌توان به قارچ میکوریزا آربوسکولار اشاره کرد (9). میکوریزاها احتمالاً فراوانترین قارچ‌های موجود در خاک‌های کشاورزی هستند. آنها 5 تا 50 درصد زیست‌توده‌ی میکروبی خاک را تشکیل می‌دهند (25). زیست‌توده‌ی هیف‌های آنها 540 تا 900 کیلوگرم در هکتار است (40) و برخی تولیدات حاصل از آنها نظیر گلومالین دارای وزنی بیش از 3000 کیلوگرم در هکتار است (19). بسیاری از محققین (18، 40) به نقش مثبت میکوریزا بر خصوصیات رشدی گیاهان اشاره کرده‌اند. احتمالاً میکوریزا از طریق بهبود جذب و انتقال عناصر غذایی (14) و تولید متابولیت‌ها (26) و هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین باعث افزایش رشد گیاه (5) می‌شود. در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد میکوریزا *گلاموس موسه* خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی شوید[7] را بهبود بخشید، به‌طوری‌که تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه به‌ترتیب 32 و 32/5 درصد نسبت به شاهد افزایش یافتند (13). در پژوهشی دیگر نتایج نشان داد که کاربرد میکوریزا گلاموس اِتونیکاتوم[8] منجر به افزایش میزان سطح برگ، وزن خشک و تر اندام هوایی، میزان کلروفیل a و b، میزان فنولیک و آنتوسیانین گیاه دارویی ریحان[9] در مقایسه با شاهد شد (35).

گوگرد یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان است که در سال‌های اخیر استفاده از آن در تولید محصولات زراعی و دارویی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (31). کاهش استفاده از نهاده‌های گوگردی از یک سو و افزایش روزافزون استفاده از کودهای NPK از سوی دیگر باعث بر هم خوردن تعادل گوگردی خاک‌های کشاورزی شده است، به‌طوری‌که برخی محققین (1، 15) گزارش کردند که به‌دلیل کمبود گوگرد، سنتز برخی پروتئین‌ها و ویتامین‌های ضروری گیاهان با مشکل مواجه می‌شود، از این رو استفاده از نهاده‌های گوگردی بوم‌سازگار نظیر بیوسولفور برای بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان ضروری به نظر می‌رسد. در یک پژوهش اثر کودهای شیمیایی و بیولوژیک مختلف (اوره، بیوسولفور، بیوفسفر، نیتروکسین، اوره+بیوسولفور، اوره+بیوفسفر، اوره+نیتروکسین، بیوفسفر+بیوسولفور، نیتروکسین+بیوسولفور، نیتروکسین+بیوفسفر، نیتروکسین+بیوفسفر+بیوسولفور و شاهد) بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سرخارگل[10] بررسی و گزارش شد که کاربرد بیوسولفور به‌تنهایی و در ترکیب با سایر کودهای مورد مطالعه منجر به افزایش وزن خشک برگ، عملکرد بیولوژیک، طول ریشه و تعداد ساقه‌ی فرعی در بوته نسبت به شاهد شد (1).

گاوزبان ایرانی[11] گیاهی چندساله و متعلق به خانواده‌ی گاوزبان[12] می‌باشد. این گیاه بومی مناطق شمالی ایران است و به‌ویژه در ارتفاعات استان‌های شمالی کشور به‌صورت خودرو پراکنش دارد (21). موسم گلدهی گاوزبان ایرانی اواخر فروردین تا اوایل خرداد است.

1- *Calendula officinalis* L.
2- *Plantago ovate* L.
3- *Azotobacter chroococcum*
4- *Azospirillum lipoferum*
5- *Carum copticum* Heirn
6- *Borago officinalis* L.

7- *Anethum graveolens* L.
8- *Glomus etunicatum*
9- *Ocimum basilicum* L.
10- *Echinacea purpurea*
11- *Echium amoenum*
12- Boraginaceae

عصاره‌ی گلبرگ‌های بنفش رنگ این گیاه از سالیان دور در طب سنتی ایران به‌عنوان ماده‌ای مقوی، آرام‌بخش، معرق، ضدالتهاب و ضدافسردگی شناخته شده و در درمان سرفه، گلودرد و سینه‌پهلو کاربرد دارد (30). در برخی از مطالعات اخیر، به افزایش ایمنی سلولی بدن انسان در نتیجه‌ی مصرف گاوزبان ایرانی تأکید شده است (10).

علیرغم تحقیقات گسترده‌ای که در مورد تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک بر گیاهان زراعی انجام شده، اطلاعات موجود در مورد اثر این نهاده‌ها بر بسیاری از گیاهان دارویی اندک است، لذا با توجه به مصرف بی‌رویه‌ی کودهای شیمیایی، همچنین نظر به اهمیت گاوزبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهمترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد گاوزبان ایرانی در یک نظام زراعی کم‌نهاده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی 92-1390 در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی 59 درجه و 23 دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی 36 درجه و 15 دقیقه‌ی شمالی و ارتفاع 985 متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: هفت نوع اصلاح‌کننده‌ی خاک و کود بیولوژیک مختلف شامل 1- اسید هیومیک[1]، 2- اسید فولویک[2]، فولویک[2]، 3- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر*[3] و *آزوسپیریلوم*[4]، با $CFU=10^8$ C/ml در زمان تولید کود)، 4- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *باسیلوس*[5] و *سودوموناس*[6]، با $CFU=10^7$ C/ml در زمان تولید کود)، 5- بیوسولفور (*تیوباسیلوس*[7]، $CFU=10^7$ C/ml در زمان تولید کود)، 6- میکوریزا *گلاموس موسه*[8]، 7- میکوریزا *گلاموس اینترادیسه*[9] و 8- تیمار شاهد.

قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری انجام گرفت که خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن در جدول 1 نشان داده شده است.

جهت آماده‌سازی زمین با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، خاکورزی حداقل انجام شد، به‌این‌ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، کرت‌های آزمایشی با ابعاد 2/5×4/80 متر ایجاد شدند. به‌منظور تلقیح میکوریزا، خاک حاوی این قارچ‌ها به‌میزان 200 گرم به‌ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذور قرار داده شد. بذرهای گاوزبان ایرانی با منشاء توده‌ی مشهد از مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و اواخر فروردین‌ماه 1391 در ردیف‌هایی به فاصله50 سانتی‌متر و با فاصله‌ی روی ردیف 40 سانتی متر از یکدیگر کشت شدند. همزمان با کاشت و به‌منظور اعمال کودهای بیولوژیک (نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور)، میزان دو لیتر در هکتار از این کودها با بذرهای هر یک از کرت‌های آزمایشی بسته به تیمار آزمایشی مربوطه آغشته شدند، ضمن اینکه در هر دو سال زراعی مورد مطالعه، این کودها در مرحله‌ی شش تا هفت برگی همراه با آب آبیاری به کرت‌های مربوطه اضافه شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر 7 روز یکبار تا آخر فصل رشد به روش نشتی انجام شد. به دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک جوی و فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد. کاربرد اسیدهای آلی در دو نوبت به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها در مراحل شش تا هفت برگی و قبل از گلدهی انجام گرفت و در دومین سال زراعی (92-1391) نیز همین میزان کود در اختیار گیاه قرار گرفت. محلول‌پاشی به هنگام غروب آفتاب و توسط پمپ دستی با حجم پاشش 400 لیتر در هکتار انجام شد. اسید هیومیک و اسید فولویک مورد استفاده در آزمایش، به‌ترتیب با نام‌های تجاری پوهوموس و فولویتال، گرانول قابل حل در آب با منشاء معدنی (کشور آلمان) بودند (جدول 1). برای حصول تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به مرحله‌ی 4 برگی عملیات تنک انجام گرفت. برای کنترل علف‌های هرز تنها سه نوبت وجین دستی در سال اول (به‌ترتیب 15، 30 و 45 روز پس از کاشت) و یک نوبت وجین دستی در سال دوم (30 روز پس از رشد مجدد گیاه در سال دوم) انجام شد. برای آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال زراعی دوم (92-1391)، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گل‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت و وزن خشک گل‌ها توزین گردید. مجموع وزن خشک گل‌ها در طی دوره‌ی گلدهی به عنوان عملکرد گل خشک در هر کرت در نظر گرفته شد. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله‌ی رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، 0/5 متر مربع از هر کرت (تعداد 3 بوته از هر کرت) به طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد چرخه‌ی گل

1- (POW HUMUS®, Bioactive 85% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)
2- (Fulvital® Plus WSP, Bioactive 75% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)
3- *Azotobacter* spp.
4- *Azospirillum* spp.
5- *Bacillus* sp.
6- *Pseudomonas* sp.
7- *Thiobacillus* spp.
8- *Glomus mosseae*
9- *Glomus intraradices*

در بوته، وزن و تعداد دانه در بوته، تعـداد سـاقه فرعـی و طـول سـاقه فرعی آنها اندازه‌گیری شدند.

جدول 1- مشخصات خاک، اسید هیومیک و اسید فولویک مورد استفاده در آزمایش.

Table 1- Soil characteristics, used humic acid and fulvic acid.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش
Physical and chemical characteristics of experimental field soil

بافت خاک Soil texture	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس Available phosphorous (ppm)	پتاسیم قابل دسترس Available potassium (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dSm^{-1})
لومی-سیلت Silty loam	0.075	11	470	7.6	1.1

خصوصیات اسید هیومیک مورد استفاده
Characteristics of used humic acid

نام تجاری Trade name	اسید هیومیک Humic acid (%)	اکسید پتاسیم Potassium oxid (%)	نیتروژن آلی Organic nitrogen (%)	آهن Fe (%)	سایر مواد Other materials (%)	اسیدیته pH
پوهوموس WGS85%	85	12	1.1	0.8	1.1	9-10

خصوصیات اسید فولویک مورد استفاده
Characteristics of used fulvic acid

نام تجاری Trade name	اسید فولویک Fulvic acid (%)	آهن Fe (%)	منگنز Mn (%)	مس Cu (%)	روی Zn (%)	منیزیم Mg (%)	گوگرد S (%)	سایر مواد Other materials (%)	اسیدیته pH
فولویتال WGS75%	75	4	2.5	1	2.5	6-7	5-6	2	4-5

برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد ماده‌ی خشک، بوته‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی بـا رعایـت اثـر حاشـیه‌ای از سـطح زمـین برداشت و وزن دانه و عملکرد زیسـتی آنهـا تعیـین گردیـد. شـاخص برداشت گل و دانه به‌ترتیب از درصد نسبت عملکـرد گـل و دانـه بـه عملکرد ماده‌ی خشک بدست آمدند.

تجزیه واریانس و تحلیل رگرسیونی داده‌های حاصل از آزمایش و رسم شکل‌ها بـا اسـتفاده از نـرم‌افزارهـای SAS Ver. 9.1، Slide Write Ver.2 و MS EXCEL Ver. 11 انجام گرفـت. مقایسـه‌ی میانگین‌ها در سطح احتمال 5 درصد و بر اساس آزمـون چنددامنـه‌ای دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

عملکرد گل و دانه

عملکرد گل به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف قرار گرفت (جدول 2)، به طـوری‌کـه هـر دو گونـه میکوریزای مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد گـل در مقایسـه بـا شاهد شدند و عملکرد گل در تیمارهای *گلاموس موسه* و *گلامـوس اینترادیسه* به‌ترتیب 24 و 11 درصد بیشتر از شاهد بود، که البته از این نظر اختلاف *گلاموس اینترادیسه* با شـاهد معنـی‌دار نبـود (شـکل 1). اسید فولویک نیز اگر چه تفاوت معنی‌داری با شـاهد نداشـت، ولـی از آنجایی که این تیمار افزایش یک درصـدی عملکـرد گـل نسـبت بـه شاهد را به همراه داشت (شکل 1). گونه‌های مختلف میکوریزا احتمالاً از طریق افزایش جذب و انتقال عناصر غذایی (14) منجـر بـه بهبـود عملکرد گل شدند. در یک پژوهش، گـزارش شـد کـه اثـر میکـوریزا (*گلاموس اینترادیسه*) بـر اجـزای عملکـرد، عملکـرد دانـه، عملکـرد بیولوژیک، شاخص برداشت و محتـوی و عملکـرد اسـانس رازیانـه[1] و زنیان معنی‌دار بود، به طوری‌که تلقیح بـا میکـوریزا بـه‌ترتیـب باعـث افزایش 35 و 85 درصدی عملکرد این دو گیاه دارویـی شـد (33). در پژوهشی دیگر، اثر میکوریزا بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویـی کدو پوست‌کاغذی[2] مورد مطالعه قـرار گرفـت و گـزارش شـد کـه در شرایط کاربرد این کود بیولوژیک، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه و به‌ویژه رشد اندام‌های زایشی گیاه به طور چشمگیری افزایش یافت (3).

اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بـر عملکـرد دانـه معنی‌دار بود (جدول 2)، به‌طوری‌که بیشـترین (1192/76 کیلـوگرم در هکتار) و کمترین (214/58 کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به‌ترتیـب در تیمارهای اسید هیومیک و شاهد مشاهده شد (شکل 1). همـانطور که در جدول 4 مشاهده می‌شود بین عملکرد دانه و وزن دانه در بوتـه همبستگی مثبت وجود داشت و از آنجایی که اسید هیومیک افـزایش وزن دانه در بوته را به همراه داشت، بنابراین افزایش عملکرد دانـه در شرایط استفاده از اسید هیومیک منطقی به نظر می‌رسد. به‌طور کلـی،

1- *Foeniculum vulgare* Mill.
2- *Cucurbita pepo* L.

تمامی نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شدند، به‌این‌ترتیب که عملکرد دانه در اسیدهای آلی هیومیک و فولویک به‌ترتیب 82 و 55 درصد بیشتر از شاهد بود، کودهای بیولوژیک نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به‌ترتیب افزایش 24، 76 و 69 درصدی عملکرد دانه را نسبت به شاهد به‌همراه داشتند و دو گونه میکوریزای مورد مطالعه (*گلاموس موسه* و *گلاموس اینترادیسه*) به‌ترتیب افزایش 62 و 64 درصدی عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد سبب شدند (شکل 1). به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی مورد مطالعه از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک (23) شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه فراهم کردند، لذا افزایش عملکرد دانه در شرایط کاربرد این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد. در یک پژوهش، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا[1] مطالعه و گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه در سطح 1000 پی‌پی‌ام اسید هیومیک بدست آمد، ضمن اینکه کاربرد 2000 پی‌پی‌ام از این اسید آلی نیز بهبود ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد در پی داشت (8). گونه‌های مختلف میکوریزا احتمالاً از طریق تولید متابولیت‌ها (26) و هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین (5) باعث بهبود عملکرد دانه گیاه شدند. گزارش شد که تلقیح با میکوریزا *گلاموس موسه* خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی شوید و به‌ویژه عملکرد دانه‌ی این گیاه را 32/5 درصد نسبت به شاهد افزایش داد (13). برخی دیگر از محققین (15) نیز گزارش کردند که کاربرد میکوریزا *گلاموس اِتونیکاتوم*[2] نقش مؤثری در بهبود عملکرد دانه‌ی آفتابگردان[3] داشت.

عملکرد ماده‌ی خشک

عملکرد ماده‌ی خشک به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک قرار گرفت (جدول 2)، به‌طوری که اسیدهای آلی هیومیک و فولویک به‌ترتیب منجر به افزایش 66 و 46 درصدی عملکرد ماده‌ی خشک در مقایسه با شاهد شدند (جدول 3). کود بیولوژیک بیوسولفور و گونه‌های میکوریزای *گلاموس موسه* و *گلاموس اینترادیسه* نیز به‌ترتیب افزایش 34، 61 و 19 درصدی عملکرد ماده‌ی خشک را نسبت به شاهد به‌همراه داشتند، که البته از این نظر اختلاف بیوسولفور و *گلاموس اینترادیسه* با شاهد معنی‌دار نبود (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی هیومیک و فولویک از طریق فراهمی عناصر غذایی (37) و بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک (24) منجر به افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاه شدند. اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، 500، 1000، 2000 و 4000 میلی‌گرم در لیتر) بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار مطالعه و گزارش شد که بیشترین مقدار عملکرد زیستی، ارتفاع و تعداد گل و برگ در بوته در تیمار 2000 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک حاصل شد (22). بسیاری از محققین (18، 40) به نقش‌های مثبت میکوریزا بر خصوصیات رشدی گیاهان اشاره کرده‌اند. گزارش شد که کاربرد میکوریزا *گلاموس اِتونیکاتوم* عملکرد ماده‌ی خشک ریحان را در مقایسه با شاهد افزایش داد (35).

شاخص برداشت گل و دانه

همانطور که در شکل 2 مشاهده می‌شود، اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بر شاخص برداشت گل و دانه متفاوت بود، به‌این ترتیب که بیشترین شاخص برداشت گل در نتیجه‌ی تیمار شاهد بدست آمد و تیمارهای نیتروکسین و *گلاموسه اینترادیسه* نیز از شاخص برداشت گل مطلوبی در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بودند و از این نظر تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند، در حالی‌که بیشترین شاخص برداشت دانه در اثر تیمار بیوفسفر بدست آمد. شاخص برداشت دانه در تیمارهای اسید هیومیک، نیتروکسین، بیوسولفور و *گلاموس اینترادیسه* نیز به‌ترتیب 47، 48، 50 و 53 درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل 2). به‌نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک احتمالاً از طریق توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای گیاه (7)، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه را بهبود بخشیدند. در یک پژوهش گزارش شد که در نتیجه‌ی کاربرد کود بیولوژیک و اوره، شاخص برداشت دانه و عملکرد دانه‌ی گیاه ماش[4] در مقایسه با شاهد افزایش یافت (23). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کاربرد جداگانه و همزمان کود بیولوژیک باکتری حل‌کننده‌ی فسفات و میکوریزا منجر به بهبود ارتفاع، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت گیاه عدس[5] شد (6).

وزن گل و تعداد چرخه‌ی گل در بوته

اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف به‌طور معنی‌داری بر وزن گل در بوته تأثیر داشتند (جدول 2) و همانطور که در شکل 3 مشاهده می‌شود، کود بیولوژیک *گلاموس موسه* دارای بیشترین تأثیر بر وزن گل در بوته بود و افزایش 22 درصدی وزن گل در بوته را نسبت به شاهد سبب شد.

1- *Glycin max* L.
2- *Glomus etunicatum*
3- *Helianthus annuus*
4- *Vigna radiata*
5- *Lens culinaris* Medik

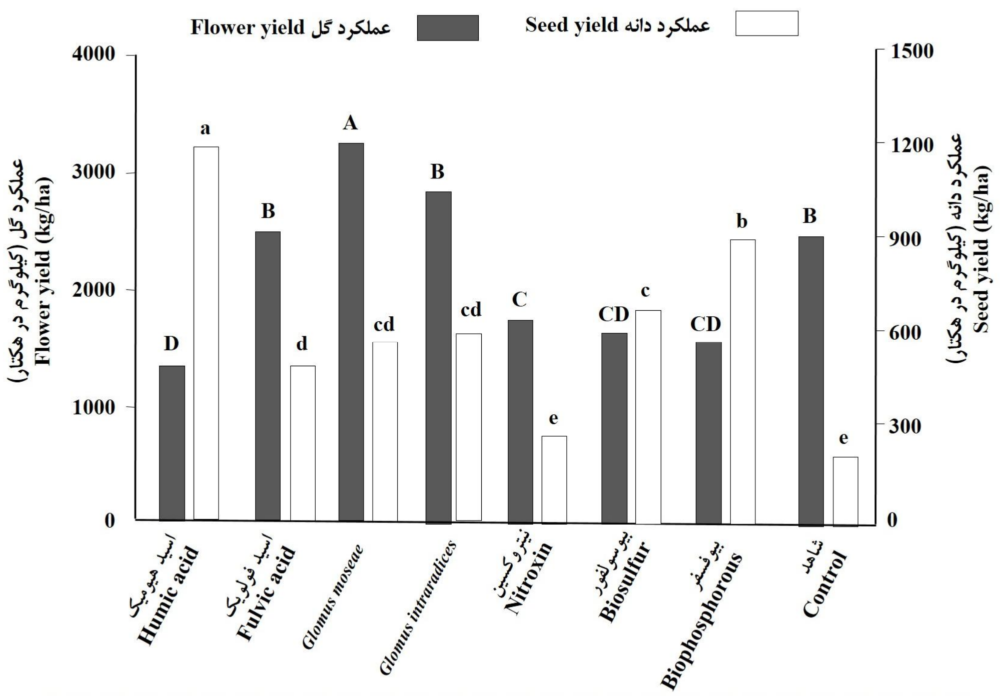
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد گاوزبان ایرانی تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of some morphological characteristics and yield of Iranian Ox- affected by different organic acids and biofertilizers.

منبع تغییرات S.V.	درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات										
		عملکرد گل Flower yield	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد ماده‌ی خشک Dry matter yield	شاخص برداشت گل Flower harvest index	شاخص برداشت دانه Seed harvest index	وزن گل در بوته Flower weight per plant	تعداد چرخه گل در بوته Flower cycle number per plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	تعداد ساقه فرعی در بوته Lateral branch number per plant	طول ساقه فرعی Lateral branch length
بلوک Block	2	4735ns	14044ns	1605781ns	67.04ns	0.010ns	0.96ns	18057ns	3.22ns	7749.33ns	3.16ns	15.56ns
تیمارهای تغذیه‌ای Nutritional treatments	7	1377783**	307667**	35385422**	1036.17**	97.40**	450.16**	310915**	72.05**	784231**	187.50**	39.61**
خطای آزمایشی Experimental error	14	53336	7338.87	2420430	133.86	2.76	24.77	24997	7.17	25943	5.35	8.65
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.80	13.91	23.13	29.27	16.19	11.37	16.88	18.52	10.77	7.21	3.38

** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و عدم‌معنی‌داری.

** and ns are significant at the 0.01 of probability level and non-significant, respectively.

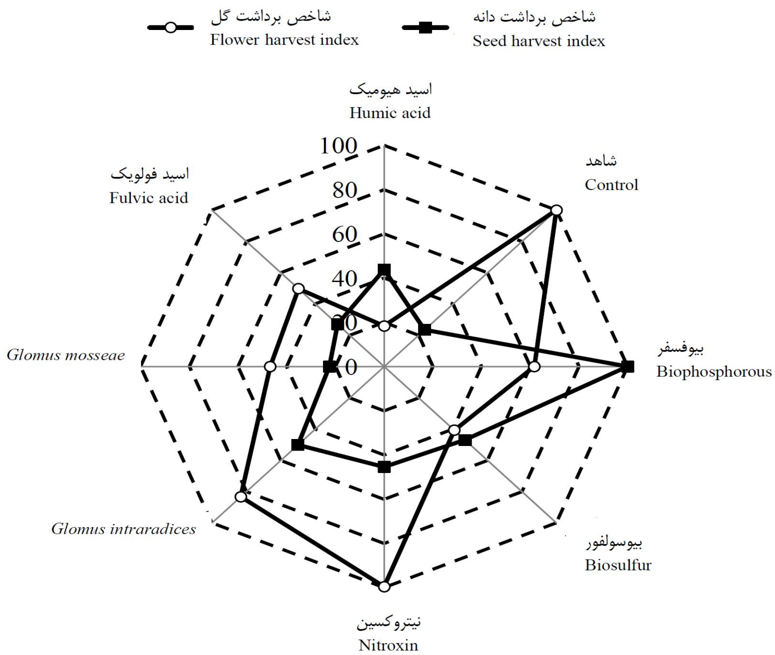


شکل 1- اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد گل و عملکرد دانه گاوزبان ایرانی.

Figure 1- Effect of different organic acids and biofertilizers on flower and seed yield of Iranian Ox-Tongue.

برای هر صفت، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد ندارند.

In each trait, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.



شکل 2- تغییرات شاخص برداشت گل و دانه در گاوزبان ایرانی در نتیجه‌ی کاربرد اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Figure 2- Changes of flower and seed harvest index of Iranian OX- Tongue in conditions of organic acids and different biofertilizers application.

جدول ۳- مقایسه‌میانگین برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد زیستی گاوزبان ایرانی تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Table 3- Mean comparison of some morphological characteristics and biological yield of Iranian Ox-Tongue affected by organic acids and different biofertilizers.

تیمارهای تغذیه‌ای Nutritional treatments	عملکرد ماده‌ی خشک Dry matter yield	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	تعداد ساقه فرعی ددر بوته Lateral branch number per plant	طول ساقه فرعی Lateral branch length
اسید هیومیک Humic acid	12424^{a}	21.08^{a}	2317^{a}	33.0^{c}	86.2b^{c}
اسید فولویک Fulvic acid	7814^{a}	13.13^{bc}	1273^{d}	34.0^{bc}	82.6^{c}
نیتروکسین Nitroxin	2779^{d}	9.19^{cd}	910^{e}	30.3^{cd}	91.0^{ab}
بیوفسفر Biophosphorous	3986^{cd}	20.95^{a}	1951^{b}	45.3^{a}	85.7^{bc}
بیوسولفور biosulfur	6402^{bc}	16.42^{ab}	1688^{bc}	38.0^{b}	88.5^{ab}
گلاموس موسه *Glomus moseae*	10895^{a}	12.64^{bc}	1483^{cd}	28.0^{d}	82.2^{c}
گلاموس اینترادیسه *Glomus intraradices*	5252^{b-d}	14.55^{b}	1559^{cd}	30.0^{cd}	92.4^{a}
شاهد Control	4245^{cd}	7.72^{d}	778^{e}	18.0^{e}	86.0b^{c}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گاوزبان ایرانی تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Table 4- Correlation coefficients between studied traits in Iranian Ox-Tongue affected by organic acids and different biofertilizers.

کد Code	صفت Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	عملکرد گل Flower yield	1										
2	عملکرد دانه Seed yield	-0.52^{**}	1									
3	عملکرد ماده‌ی خشک Dry matter yield	0.05^{ns}	0.56^{**}	1								
4	شاخص برداشت گل Flower harvest index	0.33^{ns}	-0.70^{**}	-0.77^{**}	1							
5	شاخص برداشت دانه Seed harvest index	-0.51^{*}	0.47^{*}	-0.39^{*}	0.03^{ns}	1						
6	وزن گل در بوته Flower weight per plant	0.98^{**}	-0.55^{**}	-0.01^{ns}	0.37^{ns}	-0.51^{*}	1					
7	تعداد چرخه گل در بوته Flower cycle number per plant	-0.62^{**}	0.81^{**}	-0.57^{**}	-0.57^{**}	0.57^{**}	-0.61^{**}	1				
8	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	-0.46^{*}	0.83^{**}	0.39^{*}	-0.59^{**}	0.55^{**}	-0.45^{*}	0.79^{**}	1			
9	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	-0.41^{*}	0.93^{**}	0.56^{**}	-0.69^{**}	0.45^{*}	-0.42^{*}	0.81^{**}	0.92^{**}	1		
10	تعداد ساقه فرعی در بوته Lateral branch number per plant	-0.48^{*}	0.57^{**}	-0.01^{ns}	-0.41^{*}	0.72^{**}	-0.44^{*}	0.77^{**}	0.71^{**}	0.60^{**}	1	
11	طول ساقه فرعی Lateral branch length	-0.20^{ns}	-0.05^{ns}	-0.32^{ns}	0.27^{ns}	0.17^{ns}	-0.13^{ns}	0.14^{ns}	0.02^{ns}	-0.006^{ns}	0.71^{ns}	1

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم‌معنی‌داری.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively.

تیمارهای *گلاموس اینترادیسه* و اسید فولویک نیز به‌ترتیب منجر به افزایش 11 و 1 درصدی وزن گل در بوته در مقایسه با شاهد شدند، ولی اختلاف آنها با شاهد از نظر آماری معنی‌دار نبود. با توجه به ضرایب همبستگی محاسبه شده بین صفات مختلف (جدول 4)، بین وزن گل در بوته و تعداد چرخه‌ی گل در بوته‌همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=-0/61^{**}$) وجود داشت، لذا به‌نظر می‌رسد کودهایی که بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد چرخه‌ی گل در بوته نشان دادند (تیمارهای اسید هیومیک، بیوفسفر و بیوسولفور)، نتوانستند نقش مؤثری در بهبود وزن گل در بوته ایفا کنند. از آنجاییکه در گاوزبان ایرانی تنها چرخه‌های گل نزدیک به رأس ساقه‌های فرعی تولید گل می‌کنند، رابطه‌ی منفی بین وزن گل در بوته و تعداد چرخه‌ی گل در بوته منطقی به‌نظر می‌رسد. در یک پژوهش گزارش شد که استفاده از گونه‌های مختلف میکوریزا (*گلاموس اینترادیسه، گلاموس اِتونیکاتوم و گلاموس کلاروایدیوم*[1]) منجر به بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و به‌ویژه افزایش تعداد و وزن گل در بوته گیاه گل‌جعفری[2] شد (32).

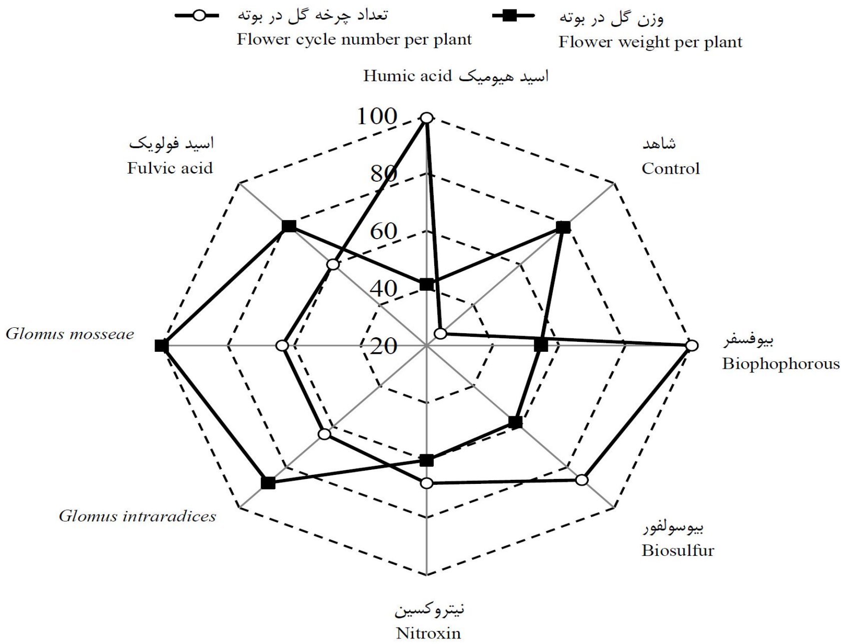
در بررسی اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بر تعداد چرخه‌ی گل در بوته مشاهده شد که تمامی نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه منجر به افزایش تعداد چرخه‌ی گل در بوته در مقایسه با شاهد شدند، ولی اثر اسید هیومیک و کود بیولوژیک بیوفسفر از این نظر به‌طور بارزتری نمایان شد، به‌طوری‌که تعداد چرخه‌ی گل در بوته از 342 چرخه در تیمار شاهد به‌ترتیب به 1313 و 1322 چرخه (به‌ترتیب افزایش 74 و 74 درصدی نسبت به شاهد) در تیمارهای اسید هیومیک و بیوفسفر افزایش یافت (شکل 3). اسید فولویک افزایش 57 درصدی تعداد چرخه‌ی گل در بوته را نسبت به شاهد به همراه داشت، کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوسولفور به‌ترتیب منجر به افزایش 62 و 70 درصدی تعداد چرخه‌ی گل در بوته در مقایسه با شاهد شدند و هر دو گونه میکوریزای مورد استفاده (*گلاموس موسه* و *گلاموس اینترادیسه*) تعداد چرخه‌ی گل در بوته را 59 درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل 3). چنانچه در شکل 4 مشهود است، بین تعداد چرخه‌ی گل در بوته و تعداد ساقه فرعی در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار ($R^2= 0/83^{**}$) وجود داشت، لذا با توجه به اینکه استفاده از اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف باعث افزایش تعداد ساقه فرعی در بوته شد (جدول 3)، بهبود تعداد چرخه‌ی گل در بوته در شرایط استفاده از این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد. اگر چه افزایش تعداد چرخه‌ی گل در بوته منجر به کاهش عملکرد گل و وزن گل در بوته شد، ولی بهبود عملکرد دانه و وزن دانه در بوته را به‌همراه داشت (جدول 3). در یک پژوهش اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی و گزارش شد که کاربرد 2000 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک منجر به تولید بیشترین ارتفاع، ماده‌ی خشک تولیدی و تعداد گل در بوته شد (22). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سرخارگل گزارش شد که تمامی کودهای بیولوژیک مورد مطالعه (کاربرد جداگانه و ترکیبی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور)، بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه را به همراه داشتند، ولی بیشترین وزن خشک برگ، عملکرد زیستی، طول ریشه و تعداد گل در بوته در تیمار ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر مشاهده شد (1).

وزن و تعداد دانه در بوته

اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بر وزن و تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول 2) و بیشترین و کمترین وزن و تعداد دانه در بوته به‌ترتیب در اثر تیمارهای اسید هیومیک و شاهد مشاهده شد (جدول 3). نتایج جدول 4 نشان داد که بین وزن و تعداد دانه در بوته همبستگی مثبت وجود داشت، بنابراین تأثیرگذاری اسید هیومیک بر هر دو صفت منطقی به نظر می‌رسد. به‌طور کلی تمامی تیمارهای تغذیه‌ای و بوم‌سازگار مورد مطالعه منجر به افزایش وزن و تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شدند، به‌این‌ترتیب که وزن دانه در بوته در تیمارهای اسید فولویک، نیتروکسین، بیوفسفر، بیوسولفور، *گلاموس موسه* و *گلاموس اینترادیسه* به‌ترتیب 41، 16، 63، 53، 39 و 47 درصد بیشتر از شاهد بود و تعداد دانه در بوته نیز در این تیمارها به‌ترتیب 39، 15، 60، 54، 48 و 50 درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول 3). به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی از طریق کلات‌کنندگی عناصرغذایی (37) و کودهای بیولوژیک از طریق توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای (7)، بهبود وزن و تعداد دانه در بوته را سبب شدند. با توجه به نتایج جدول 4، بین تعداد ساقه فرعی در بوته و تعداد و وزن دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت، لذا تیمارهای مؤثر بر تعداد ساقه فرعی در بوته منجر به افزایش وزن و تعداد دانه در بوته شدند. در یک پژوهش گزارش شد که استفاده از نهاده‌های اکولوژیک مختلف (اسید هیومیک، نیتروکسین، میکوریزا و استفاده‌ی ترکیبی این کودها) منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی و به‌ویژه وزن و تعداد دانه در بوته‌ی گندم[3] شد (20). در پژوهشی دیگر، گزارش شد که کاربرد 200 تا 300 گرم در هکتار اسید هیومیک، عملکرد دانه و عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی ذرت[4] را به‌ترتیب 25 و 23 درصد نسبت به شاهد افزایش داد، ضمن این‌که در شرایط استفاده از این

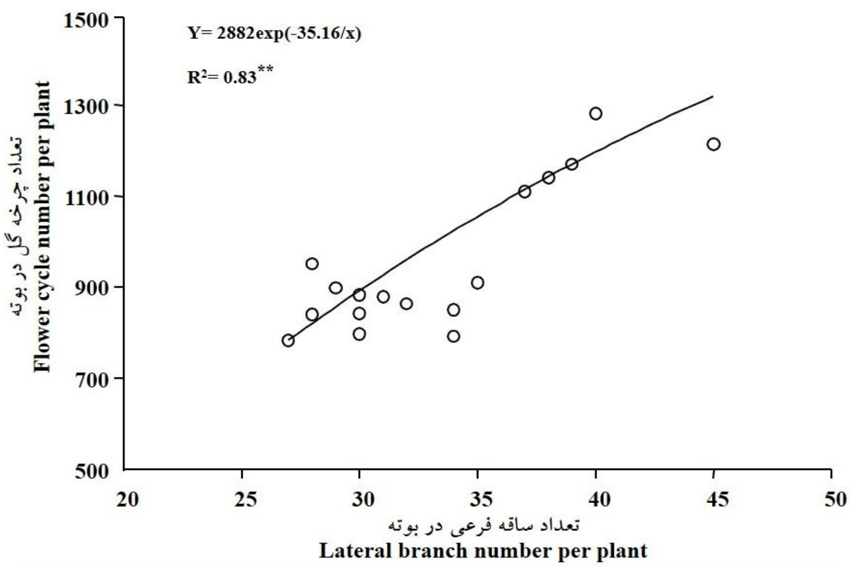
1- *Glomus claroideum*
2- *Tagetes patula* L.
3- *Triticum aestivum*
4- *Zea mays*

اسید آلی، وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته نیز در مقایسه با شاهد افزایش یافت (29).



شکل 3- تغییرات وزن گل و تعداد چرخه‌ی گل در بوته در گاوزبان ایرانی در نتیجه‌ی کاربرد اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Figure 3- Changes of flower weight and flower cycle number per plant of Iranian OX- Tongue in conditions of organic acids and different biofertilizers application.



شکل 4- رابطه‌ی بین تعداد چرخه گل در بوته و تعداد ساقه فرعی در بوته‌ی گاوزبان ایرانی در شرایط کاربرد اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف.

Figure 4- Relationship between flower cycle number per plant and lateral branch number per plant of Iranian Ox-Tongue in conditions of organic acids and different biofertilizers application.

تعداد ساقه فرعی در بوته و طول ساقه فرعی

تعداد ساقه فرعی در بوته به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف قرار گرفت (جدول 2) و بیشترین (44 ساقه فرعی در بوته) و کمترین (18 ساقه فرعی در بوته) تعداد ساقه فرعی در بوته به‌ترتیب در تیمارهای بیوفسفر و شاهد مشاهده شد (جدول 3). سایر نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه نیز افزایش معنی‌دار تعداد ساقه فرعی در بوته را در مقایسه با شاهد سبب شدند، به‌این‌ترتیب که اسیدهای آلی هیومیک و فولویک به‌ترتیب افزایش 45 و 47 درصدی تعداد ساقه فرعی در بوته را نسبت به شاهد سبب شدند، کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوسولفور، تعداد ساقه فرعی در بوته را به‌ترتیب 41 و 53 درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند و گونه‌های میکوریزای *گلاموس موسه* و *گلاموس اینترادیسه* به‌ترتیب منجر به افزایش 36 و 40 درصدی تعداد ساقه فرعی در بوته نسبت به شاهد شدند (جدول 3). در یک پژوهش اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گاوزبان اروپایی بررسی و گزارش شد که در شرایط کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن (آزوسپیریلوم) و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات (*باسیلوس مگاتریوم*[1])، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و تعداد ساقه فرعی در بوته به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (33).

اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک به‌طور معنی‌داری بر طول ساقه فرعی معنی‌دار بود (جدول 2)، و بیشترین طول ساقه فرعی (94/4 سانتی‌متر) در تیمار *گلاموس اینترادیسه* مشاهده شد (جدول 3). تیمارهای اسید هیومیک، نیتروکسین و بیوسولفور نیز به‌ترتیب افزایش 5/0، 5 و 3 درصدی طول ساقه فرعی را سبب شدند، که البته از این نظر اختلاف آنها با شاهد معنی‌دار نبود (جدول 3). در یک پژوهش گزارش شد که ویژگی‌های مورفولوژیکی و به‌ویژه ارتفاع و طول ساقه فرعی گیاه سویا در شرایط تلقیح با میکوریزا بهبود یافت (35).

گروه‌بندی تیمارهای آزمایشی

نتایج تجزیه‌ی خوشه‌ای نشان داد که از نظر کلیه‌ی صفات مورد مطالعه در این پژوهش، اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مورد استفاده در آزمایش، در سطح تشابه 75 درصد، در 3 خوشه قرار گرفتند (شکل 5). خوشه اول شامل تیمارهای بیوفسفر و بیوسولفور بود (شکل 5). بسیاری از محققین به اثرات مثبت باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات و باکتری‌های حل‌کننده گوگرد بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد گیاهان مختلف اشاره کرده‌اند (3، 28) و با توجه به نقش‌های مؤثر عناصر فسفر و گوگرد در رشد گیاه، قرارگیری این دو کود بیولوژیک در یک خوشه منطقی به‌نظر می‌رسد. در خوشه دوم تیمارهای اسید فولویک و *گلاموس موسه* قرار گرفتند (شکل 5). احتمالاً اسید فولویک به‌دلیل دارا بودن بسیاری از عناصرغذایی مورد نیاز گیاه (جدول 1) و *گلاموس موسه* به‌دلیل کلات کردن بسیاری از عناصرغذایی به‌ویژه فسفر (40) منجر به بهبود خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد گاوزبان ایرانی شدند و در نتیجه خوشه‌ی مشترکی را به خود اختصاص دادند. خوشه سوم متعلق به تیمارهای نیتروکسین، *گلاموس اینترادیسه* و شاهد بود (شکل 5). به‌نظر می‌رسد که اثرات باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین و قارچ *گلاموس اینترادیسه* مجال بروز نیافت و در نتیجه با تیمار شاهد در یک خوشه قرار گرفتند. تیمار اسید هیومیک تشابه قابل قبولی با سایر تیمارها نشان نداد و در خوشه‌ی مستقلی قرار گرفت (سطح تشابه 75 درصد) (شکل 5).

نتیجه‌گیری کلی

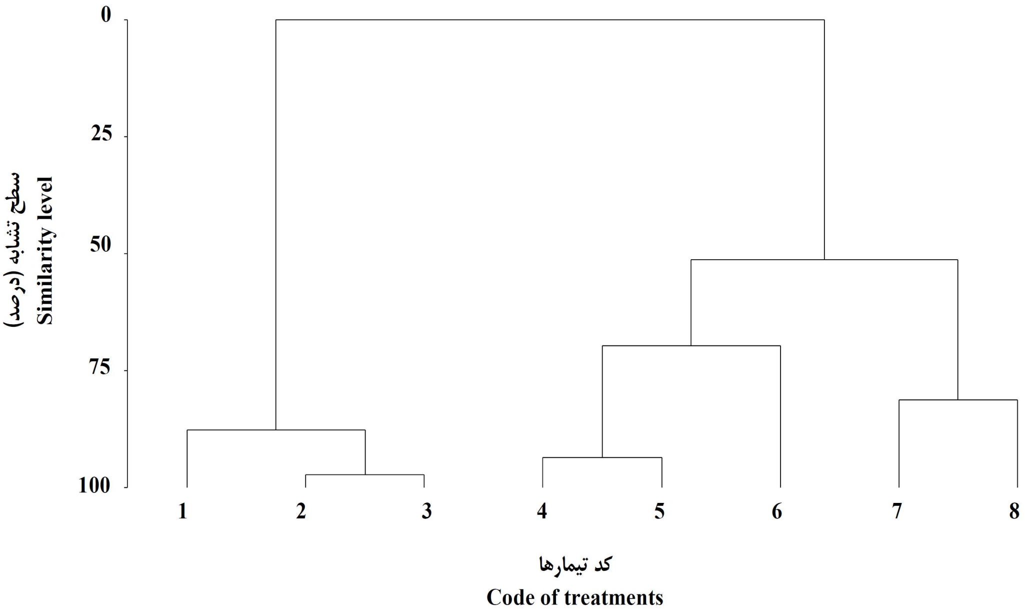
به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف بر اکثر صفات مورد مطالعه گاوزبان ایرانی مثبت بود. بیشترین مقدار عملکرد گل و دانه به‌ترتیب در اثر تیمارهای *گلاموس موسه* و اسید هیومیک بدست آمد، ضمن اینکه سایر نهاده‌های اکولوژیک مورد مطالعه نیز منجر به افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند. اثرات مثبت اسید هیومیک در صفات عملکرد ماده‌ی خشک، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در بوته نیز نمود یافت، به‌طوری‌که در شرایط کاربرد اسید هیومیک هر یک از صفات نامبرده به‌ترتیب 66، 63 و 66 درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافتند. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که اگر چه کلیه‌ی نهاده‌های بوم‌سازگار مورد مطالعه افزایش شاخص برداشت دانه، تعداد چرخه‌ی گل در بوته و تعداد ساقه فرعی در بوته را نسبت به شاهد به همراه داشتند، ولی بیشترین مقدار صفات فوق در تیمار بیوفسفر مشاهده شد. در ارتباط با طول ساقه فرعی، تیمار *گلاموس اینترادیسه* از برتری محسوسی در مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بود. به طور کلی با توجه به نتایج آزمایش، به‌نظر می‌رسد که با استفاده از اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک می‌توان ضمن بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گاوزبان ایرانی، سلامت محصول و محیط‌زیست را تضمین کرد و خسارات ناشی از نهاده‌های شیمیایی را به حداقل رساند.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این رساله توسط معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد 20491؛ پ مورخ 90/10/27 تامین شده است که بدین

1- *Bacillus megaterium*

وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد.



شکل 5- تجزیه‌ی خوشه‌ای اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف (1: اسید هیومیک، 2: بیوسولفور، 3: بیوفسفر، 4: اسید فولویک، 5: *گلاموس موسه*، 6: *گلاموس اینترادیسه*، 7: نیتروکسین و 8: شاهد می‌باشند).

Figure 5- Cluster analysis of organic acids and different biofertilizers (1: Humic acid, 2: Biosulfur, 3: Biophosphorous, 4: Fulvic acid, 5: *Glomus moseae*, 6: *Glomus intraradices,* 7: Nitroxin and 8: Control)

منابع

1- Agha Alikhani M., Iranpour A. and Naghdi Badi H. 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. Journal of Medicinal Plants, 12: 121-136. (in Persian with English abstract)

2- Anandham R., Sridar R., Nalayini P., Poonguzhali S., Madhaiyan M. and Tongmin S. 2007. Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. Microbiological Research, 162: 139-153.

3- Badi H.N., Zeinali Z., Omidi H. and Rezazadeh S. 2012. Morphological, agronomical and phytochemical changes in borage (*Borago officinalis* L.) under biological and chemical fertilizers application. Journal of Medicinal Plants, 11: 145-156. (in Persian with English abstract)

4- Baghdadi H., Daneshian J., Yousefi M., Alimohammadi M. and Kheybari M. 2012. Influence of cattle manure and mycorrhiza fungi on vegetative growth of pumpkin under water deficit conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 1362-1365.

5- Benabdellah K., Abbas Y., Abourouh M., Aroca R. and Azcon R. 2011. Influence of two bacterial isolates from degraded and non-degraded soils and arbuscular mycorrhizae fungi isolated from semi-arid zone on the growth of *Trifolium repens* under drought conditions: Mechanisms related to bacterial effectiveness. European Journal of Soil Biology, 47: 303-309.

6- Bera A.K., Pramanik K. and Panda D. 2013. Response of biofertilizers and homo-brassinolide on growth, relative water content and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik). Journal of Crop and Weed, 9: 84-90.

7- Chen J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the soil- Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. 16- 20 October, Thailand, pp 11.

8- El-Baz S.M., Abbas E.E. and Mostafa R.A.I.A. 2012. Effect of sowing dates and humic acid on productivity and infection with rot diseases of some soybean cultivars cultivated in new reclaimed soil. International Journal of Agricultural Research, 7: 345-357.

9- Founoune H., Dponnois R., Meyer J.M., Thioulose J., Mass D., Chotte J.L. and Neyra M. 2002. Interactions between ectomycorrhizal symbiosis and fluorescent pseudomonads on *Acacia holosericea*: isolation of mycorrhiza

helper bacteria (MHB) from a Soudano-Sahelian soil. FEMS. Microbial Ecology, 41: 37-46.
10- Ghassemi N., Sajjadi S.E., Ghannadi A., Shams Ardakani M. and Mehrabani M. 2003. Volatile constituents of Medicinal plant of Iran, *Echium amoenum* Fisch. and C.A. Mey. Daru, 11: 32-33.
11- Ghilavizadeh A., Darzi M.T. and Hadi M.H.S. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of Ajowan (*Carum copticum*). Middle-East Journal of Scientific Research, 14: 11 pp.
12- Gholami H., Samavat S. and Ardebili Z.O. 2013. The alleviating effects of humic substances on photosynthesis and yield of *Plantago ovate* in salinity conditions. International Journal of Applied and Basic Medical Research, 4: 1683-1686.
13- Hashemzadeh F., Mirshekari B., Khoe, F.R., Yarnia M. and Tarinejad A. 2013. Effect of bio and chemical fertilizers on seed yield and its components of dill (*Anethum graveolens*). Journal of Medicinal Plants Research, 7: 111-117.
14- Hawkes C.V., Hartley I.P., Ineson P. and Fitter A.H. 2008. Soil temperature affects carbon allocation within arbuscular mycorrhizal networks and carbon transport from plant to fungus. Global Change Biology, 14: 1181–1190.
15- Heiari M. and Karami V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 13: 9-13.
16- Kertesz M.A. and Mirleau K. 2004. The role of soil microbes in plant sulfur nutrition. Journal of Experimental Botany, 55: 1-7.
17- Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering, 33: 150-156.
18- Latef A.A.H.A. and Chaoxin, H. 2011. Arbuscular mycorrhizal influence on growth, photosynthetic pigments, osmotic adjustment and oxidative stress in tomato plants subjected to low temperature stress. Acta Physiologiae Plantarum, 33: 1217-1225.
19- Lovelock C.E., Wright S.F., Clark D.A., and Ruess R.W. 2004. Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. Journal of Ecology, 92: 278–287.
20- Massoud O.N., Afifi M.M.I., El-Akshar Y.S., El-Sayed G.A.M. 2013. Impact of biofertilizers and humic acid on the growth and yield of wheat grown in reclaimed sandy soil. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 9: 104-113.
21- Mehrabani M., Shams Ardakani M., Ghannadi A., Ghassemi Dehkordi N. and Sajjadi Jazi S.E. 2005. Production of rosmarinic acid in *Echium amoenum* Fisch. And C.A. Mey. Cell cultures. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2, 111-115.
22- Mohammadipour E., Golchin A., Mohammadi J., Negahdar N. and Zarchini M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). Annals of Biological Research, 3: 5095-5098.
23- Mondal M.M.A., Malek M.A., Sattar M.A., Puteh A.B., Rafii M.Y. and Ismail M.R. 2013. Response of biofertilizer and urea on growth and yield in mungbean. Legume Research, 36: 448-452.
24- Natesan R., Kandasamy S., Thiyageshwari S. and Boopathy P.M. 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Science World Journal, 7: 1198-1206.
25- Olsson P.A., Thingstrup I., Jakobsen I. and Baath E. 1999. Estimation of the biomass of arbuscular mycorrhizal fungi in a linseed field. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1879–1887.
26- Paradis R., Dalpe Y. and Charest C. 1995. The combined effect of arbuscular mycorrhizas and short-term cold exposure on wheat. New Phytologist, 129: 637-642.
27- Rajendran K. and Devaraj P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.
28- Rentato Y., Ferreira M.E., Cruz M.C. and Barbosa J.C. 2003. Organic matter fraction and soil fertility the influence of liming vermicompost and cattle manure. Bioresource Technology, 60: 59-63.
29- Sarir M.S., Sharif M., Ahmed Zeb. and Akhlaq M. 2005. Influence of different levels of humic acid application by various methods on the yield and yield components of maize. Sarhad. Jouranl of Agriculture, 21: 75-81.
30- Sayyah M., Boostani H., Pakseresht S. and Malaieri A. 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 33: 1513-1516.
31- Scherer H.W. 2001. Sulphur in crop production-invited paper. European Journal of Agronomy, 14: 81-111.
32- Schmidt B., Domonkos M., Sumalan R. and Biro B. 2010. Suppression of arbuscular mycorrhiza's development by high concentrations of phosphorous at *Tagetes patula* L. Journal of Agricultural Research, 42: 156-162.
33- Shaalan M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis* L.). Egyptian Journal of Agricutural Research, 83: 271-284.
34- Shabahang J., Khorramdel S. and Gheshm R. 2013. Evaluation of symbiosis with mycorhizzal on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and ajowan (*Carum copticum* L.) under different nitrogen levels. Agroecology, 5(3): 289-298. (in Persian with English Summary).
35- Sharifi M., Mohtashamian M., Riyahi H., Aghaee A. and Alavi S.M. 2011. The effects of vesicular-arbuscular

mycorrhizal (VAM) fungus Glomus etunicatum on growth and some physiological parameters of basil. Journal of Medicinal Plant, 10: 85-94. (in Persian with English Summary).
36- Tufenkci S., Sonmez F. and Sensoy R.I.G. 2006. Effects of arbuscular mycorrhiza fungus inoculation and phosphorous and nitrogen fertilizations on some plant growth parameters and nutrient content of soybean. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9: 1121-1127.
37- Verlinden G., Pycke B., Mertens J., Debersaques F., Verheyen K., Baert G., Bries J. and Haesaert G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition, 32: 1407-1426.
38- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571- 586.
39- Wu S.C., Caob Z.H., Lib Z.G., Cheunga K.C. and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.
40- Zhu C.X., Song B.F. and Xu W.H. 2010. Arbuscular mycorrhizae improves low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. Plant and Soil, 331: 129–137.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 40-48
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۴۸-۴۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تاثیر زمان برداشت و نوع بافت میوه بر میزان هسپریدین موجود در ارقام میوه لیموترش

فرناز مقدمی[1]- خدایار همتی[2]- وحید اکبرپور[3]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰

چکیده

فلاونوئیدها از مواد غذایی هستند که خود بخشی از ترکیبات معطر پلی‌فنل‌ها می‌باشند. هسپریدین یکی از فلاونوئیدها می‌باشد که کاربرد زیادی در درمان بسیاری از بیماری‌ها بویژه واریس پا دارد. هدف از این تحقیق تاثیر نوع بافت و زمان برداشت میوه‌های لیموترش خوشه‌ای، اورکا و لیسبون بر تولید فلاونوئید هسپریدین می‌باشد. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه عامل بافت (برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر)، زمان برداشت (۴۵، ۷۵، ۱۰۵ و ۱۳۵ روز بعد از گلدهی کامل) و رقم (اورکا، لیسبون و خوشه‌ای) در ۳ تکرار انجام گرفت. متغییرهای اندازه‌گیری شده شامل وزن تر میوه، قطر میوه، ضخامت پوست میوه، درصد ماده خشک و مقدار هسپریدین موجود در عصاره بافت‌های مختلف میوه بوده است. استخراج مواد با استفاده از متانول و اندازه‌گیری فلاونوئید با دستگاه HPLC صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که وزن میوه، قطر میوه، ضخامت پوست میوه، مقادیر ماده خشک میوه و همچنین مقدار هسپریدین به شدت تحت تاثیر زمان برداشت میوه بوده است. تغییرات قطر میوه متناسب با وزن آن بوده است. بیشترین میزان وزن میوه در ارقام لیموترش لیسبون و لیموترش اورکا به ترتیب (۸۸/۳۹ و ۸۴/۷۲ گرم) در مرحله چهارم برداشت (۱۳۵ روز پس از گلدهی کامل) و کمترین آن در لیموترش خوشه‌ای (۴/۱۶ گرم) در مرحله اول برداشت (۴۵ روز پس از گلدهی کامل) تولید شد. بیشترین میزان قطر میوه در رقم لیسبون (۵۴/۸۱ میلی‌متر) در مرحله چهارم برداشت وکمترین قطر میوه (۲۰/۷۵ میلی‌متر) در مرحله اول برداشت در رقم اورکا به وجود آمد. ضخامت پوست میوه ابتدا افزایش سپس کاهش یافته است. در بین ارقام، لیموترش خوشه‌ای بیشترین ضخامت پوست میوه (۷/۱۶ میلی‌متر) و لیموترش اورکا کمترین (۴/۶۶ میلی‌متر) ضخامت پوست را داشته است. درصد ماده خشک میوه‌ها در اولین مرحله برداشت افزایش، سپس کاهش یافت. بیشترین درصد وزن خشک در لیموترش خوشه‌ای (۲۲/۸۳درصد) و کمترین آن در لیموترش لیسبون (۱۱/۳۶ درصد) تولید شده‌است. بیشترین میزان هسپریدین (۱۶۰۶/۹۳ میلی‌گرم در لیتر) در لیموترش لیسبون، ۴۵ روز بعد ازگلدهی کامل به دست آمد و بعد از آن تا زمان برداشت کاهش یافت. بیشترین میزان هسپریدین در بافت میان‌بر میوه تولید گردید. لیموترش لیسبون بهترین رقم لیمو از لحاظ مقدار هسپریدین در مقایسه با دو رقم دیگر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: لیمو، فلاونوئید، متابولیت ثانویه، اورکا، لیسبون

مقدمه

درختان لیمو (*Citrus limon* Burm) بومی شرق هیمالیا و هند هستند و عقیده بر این است که دورگ ناشی از تلاقی لایم و بالنگ باشند (۱). پراکندگی این گونه در مناطق خشک و نیمه‌خشک در نواحی نیمه‌گرمسیری با دمای زمستان بالاتر از ۴- درجه مشاهده می‌شود. (۴ و ۸). فلاونوئیدها از مواد غذایی هستند که خود بخشی از ترکیبات معطر پلی‌فنل‌ها می‌باشند. گیاهان، پلی‌فنل‌ها را از اسیدآمینه فنیل‌آلانین و استات می‌سازند. فلاونوئیدهای مهم، ترکیبات هسپریدین، نارنجین، نئوهسپریدین، اریوسیترین و ناریروتین می‌باشند (۶ و ۱۲). فلاونوئیدها دارای وظایف بیولوژیکی متفاوتی هستند مانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ضدحساسیت، ضدویروسی، ضدموتاژنی و ضدسرطانی دارند این مواد موثره می‌توانند گردش خون را بهبود بخشند و موجب کاهش فشار خون شوند (۲۲). پوست مرکبات نه تنها از جنبه محتوای فیبر، بلکه به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نیز مورد توجه است (۳).

هسپریدین که فلاونوئید اصلی در لیمو و سایر گونه‌های مرکبات است رادیکال‌های آزاد را جذب و از سرطان جلوگیری می‌کند (۴، ۵ و ۲۱). این فلاونوئید یک فلاون گلوکوزید بوده و از دو قسمت تشکیل شده است، یک قسمت به نام هسپرتین و یک قسمت قندی شامل

۱ و ۲- دانش‌آموخته و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: v_akbarpour@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.24655

گلوکوز و رامنوز به نام روتینوز (۱۳ و ۱۶). طی بررسی‌های بـه عمـل آمده میزان فلاونوئیدهای موجود در مرکبات به شدت بستگی به زمان برداشت میوه‌های آن دارد (۲). بنابر پژوهش رینالدو و همکاران (۱۸)، بر روی چند گونه از مرکبات، میزان هسپریدین در میوه‌های نـارس در مراحل اولیه رشد بیشتر از مراحل بعدی رشدونمو میوه بوده اسـت. بـه عبارتی در میوه‌های نارس با قطر کمتر، بیشتر از میـوه‌هـایی بـا قطـر بیشتر بوده‌است. دل-ریو و همکاران (۷) نیز در بررسی‌های خـود کـه بر روی فلاونوئیدهای موجود در میوه دو رقم لمون در مراحل مختلف رشد انجام دادند، گزارش کردند که بیشترین میزان هسپریدین در هـر دو رقم میـوه در مرحلـه ۳۰ روز پـس از تشـکیل میـوه تولیـد شـد و کمترین میزان هسپریدین در ۱۵۰ روز پس از تشکیل میوه تولید شـد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که قطر میوه تعیین کننده زمان برداشت میوه جهت استفاده از فلاونوئیدهای آن می‌باشد. اما سن میـوه (تعـداد روزهای بعد از تشکیل میوه) پارامتر بهتر و دقیقتـری مـی‌باشـد. زیـرا نتایج نشان می‌دهد که تولید فلاونوئیدها مستقیما تحت تـاثیر مرحلـه رشد میوه می‌باشند و مقدار آن‌ها تا پایان مرحله تقسیم سلولی و تمایز یابی به حداکثر می‌رسد (۱۳ و ۱).

کشور ایران دارای ارقام متعدد مرکبات می‌باشد که به طور عمـده ارزش تازه‌خوری کمتری دارند و با توجه به ارزش مواد موثره آنها (بـه ویژه فلاونوئیدها) در صنایع مدرن داروسازی و رویکرد این صنعت بـه سمت مواد گیاهی (گیاه‌درمانی) بخشـی از نیـاز صـنایع دارویـی را بـر طرف کرده و همچنین می‌توان آن را به عنوان ماده اولیـه در صـنعت داروسازی به کشورهای دیگر صادر نمود و ارز وارد کشور کرد. با توجه به اهمیت فلاونوئید هسپریدین در درمان بیماری‌هـا، هـدف از انجـام این تحقیق مطالعه تـاثیر زمـان برداشـت روی میـزان هسـپریدین در بافت‌های مختلف میوه ارقام لیموترش و تعیین بهترین زمان برداشـت برای تولید فلاونوئید بیشتر در بافت میوه سه رقم لیموترش (خوشه‌ای، اورکا و لیسبون) بوده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه تحقیقات مرکبات شهید یاسینی کترا واقـع در شهرستان تنکابن استان مازندران، در قالب آزمـایش فاکتوریـل بـر پایه طرح کاملاً تصادفی بـا سـه عامـل بافـت (بـرون‌بـر، میـان‌بـر و درون‌بر)، زمان برداشت (۴۵، ۷۵، ۱۰۵ و ۱۳۵ روز بعد از تشکیل میوه) و رقم (اورکا، لیسبون و خوشه‌ای) در ۳ تکرار به مدت یک سال انجام گرفت. درختان مورد مطالعـه در ایـن ایسـتگاه تحقیقـات، بـه عنـوان درختان مادری برای کارهای تحقیقاتی استفاده می‌شوند. این درختـان روی پایه نارنج پیوند شده و بالای ۲۰ سال سن داشتند. خاک موسسه لومی‌رسی، pH=۵/۲، EC خاک ۱/۱۷ میلی‌مـوس بـر سـانتی‌متـر و آبیاری باغات از طریق نزولات جوی (دیم) صـورت گرفتـه و فقـط در فصل تابستان آبیاری می‌شوند. در انتخاب درختان یکنـواختی ارتفـاع، اندازه تاج و دیگر موارد ظاهری رعایت شد. از آنجا کـه ممکـن اسـت کیفیت میوه در قسمت‌های مختلف تاج تغییـر کنـد، لـذا میـوه‌هـا در جهات مختلف تاج درخت به طور تصادفی انتخاب شدند. نمونه‌هـا ۴۵ روز پس از گلدهی کامل در چهار نوبت به فاصلـه ۳۰ روز جمـع‌آوری شدند. پس از برداشت، صفاتی مانند وزن میـوه، میـزان مـاده خشـک (تقسیم مقدار ماده خشک بر وزن تر اولیه میوه ضرب در ۱۰۰) توسـط ترازوی دیجیتالی مدلBRAND ، قطر میوه و ضخامت پوست توسط کولیس دیجیتالی مدل TRICLE و میزان هسپریدین توسط دسـتگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مورد مطالعه قرار گرفتند.

آماده سازی نمونه

میوه‌های برداشت شده به ۳ قسمت بافت مجزا گردیده و در دمای معمولی در شرایط سایه به مدت ۱ هفته قرار گرفتند. سپس بـه مـدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون مدل BM120 در دمـای۴۰ درجـه سـانتی گراد قرار داده شدند.

استخراج عصاره

نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب برقی کاملا پـودر شـدند تـا نمونه‌های یکنواختی به دست آید. پس ازاینکه نمونـه‌هـا از الـک ۰/۵ میلی‌متری گذرانده شدند، ۱ گـرم از نمونـه بـه ۱۰میلـی لیتـر حـلال متانول اضافه شده و به مدت ۱ ساعت بر روی شیکر قرار داده شـدند. سپس سایر مواد از طریق قیف بوخنر با کاغـذ صـافی واتمـن ۱ جـدا گردیدند. در مرحله آخر یک میلی‌لیتر از عصاره به دسـت آمـده تـا ۲۰ برابر رقیق شد. نمونه‌ها در شیشه کوچک و مات دربدار ریختـه شـد و تا زمان تزریق به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا در یخچال با دمای ۱-۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

اندازه‌گیری هسپریدین

به منظور اندازه گیری هسپریدین موجود در عصاره کل از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با مشخصـات زیـر اسـتفاده گردیـد: پمپ: لاکروم -مدل: ل-۷۱۰۰ -آشکارساز (دتکتور): UV -ستون:-C 18 با ابعاد ۴/۶×۲۵۰ میلی‌متر -اندازه ذرات: ۵ میکرومتر -طول مـوج ۲۸۵ نانومتر -فاز متحرک: اسید استیک (۵): استونیتریل (۱۰): متانول (۱۰): آب (۷۵)

تزریق به دستگاه کروماتوگرافی

کلیه نمونه‌ها اعم از استاندارد و مجهول توسـط فیلتـرهـای ۰/۴۵ میکرون یک‌بار مصرف صاف و مقدار ۱۰ میکرولیتر به دستگاه تزریق شد. از غلظت‌های مختلف نارنجین و هسپریدین بـرای تهیـه منحنـی استاندارد استفاده شد. زمان تاخیر برای پیـک مربـوط بـه هسـپریدین

بافت‌های میان‌برارقام اورکا، لیسبون و خوشه‌ای به ترتیب ۱۱/۹۰، ۱۱/۸۸و۱۱/۲۵دقیقه بوده‌است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل ازطریق نرم‌افزار SAS انجام شده و برای ترسیم نمودارها و گراف‌ها از برنامه EXCEL و برای کلاسه‌بندی و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شده‌است. عملیات آزمایشگاهی مربوط به استخراج و اندازه‌گیری فلاونوئید در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داد که در بین سطوح رقم، بافت و زمان برداشت از نظر میزان هسپریدین اختلاف معنی‌داری در بین ارقام و زمان برداشت وجود دارد. همچنین در این آزمایش مشخص گردید که اثرات متقابل بین ارقام، بافت و زمان برداشت در صفات مختلف وجود دارد.

جدول ۱- تجزیه مرکب هسپریدین در بافت های مختلف ارقام میوه لیمو ترش در زمان های مختلف برداشت

Table 1- The compound analysis of hesperidin in fruit of lemon cultivars

منابع تغییرات Source of Variations	درجه آزادی DF	هسپریدین Hesperidin
رقم Cultivar	2	4129314.47**
زمان Time	3	1493251.43**
بافت Tissue	2	1251771.18** 1251771.18**
رقم×زمان Cultivar*Time	6	156240.16**
رقم×بافت Cultivar*Tissue	4	262491.41**
زمان×بافت Time*Tissue	6	46713.21**
رقم×بافت×زمان Cultivar*Tissue*Time	12	18182.46**
خطا Error	70	4.22
خطای کل Total Error	107	–
ضریب تغییرات C.V. (%)	–	11.12

**معنی‌دار در سطح ۱ درصد

**Significant at 1%

جدول ۲- تجزیه مرکب برخی صفات میوه در زمان های مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش

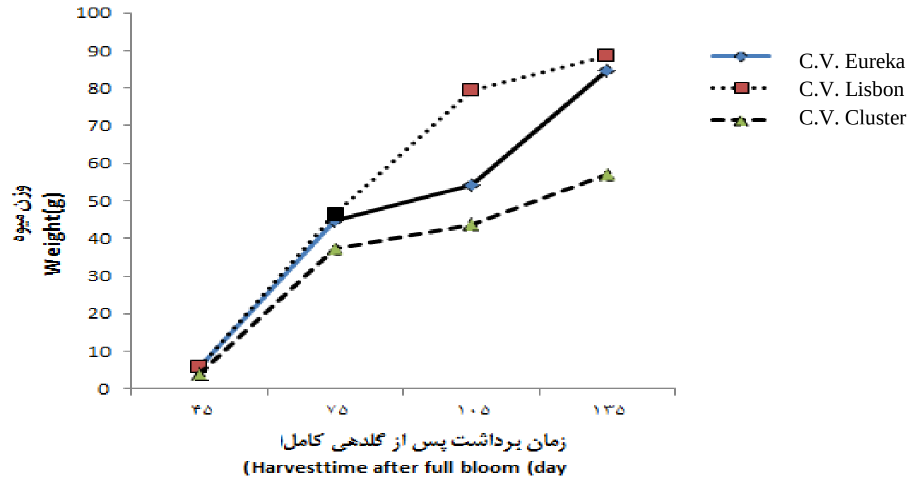
Table 2- Combined analysis of some fruit traits of lemon cultivars

منابع تغییرات Source of Variations	درجه آزادی DF	وزن تر میوه Fruit Fresh Weight	قطر میوه Fruit Diameter	ضخامت پوست Peel Thickness	درصد وزن خشک Dry Weight (%)
رقم Cultivar	2	5.84*	20.20*	3.53**	2.20*
زمان Time	3	220.01**	1445.68**	2.99**	148.27**
رقم×زمان Cultivar*Time	6	5.20**	23.05**	0.16*	3.45**
خطا Error	22	4.74	4.49	0.16	0.62
خطای کل Total Error	35	–	–	–	–
ضریب تغییرات C.V. (%)	–	6.96	5.23	7.07	4.68

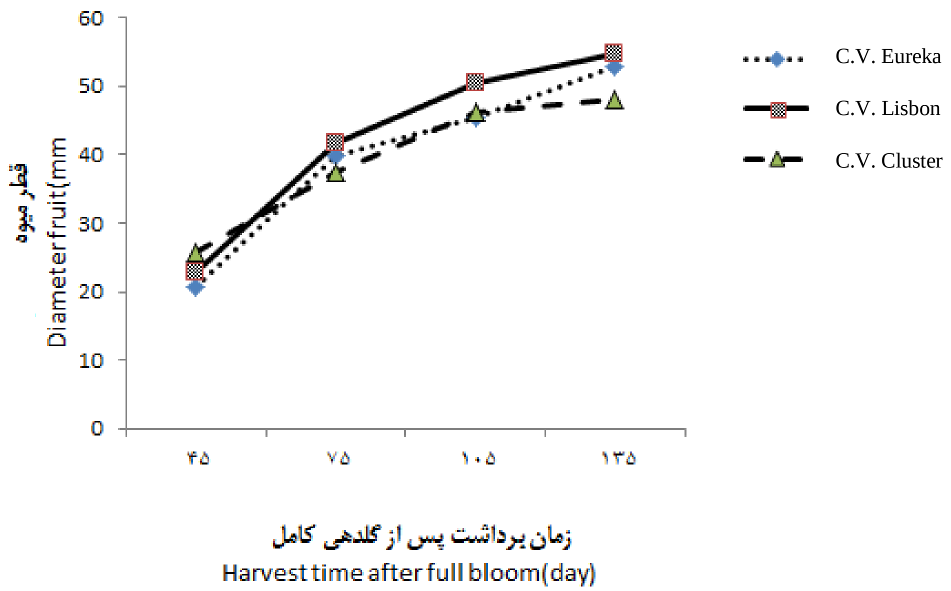
**معنی‌دار در سطح ۱٪،* معنی‌دار در سطح ۵٪

**Significant at 1%,* Significant at 5%

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که زمان‌های برداشت روی وزن، قطر و ضخامت پوست میوه موثر بوده و در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند (جدول ۲). اندازه وزن و قطر میوه‌ها در طی مراحل مختلف رشد، روند صعودی داشته است . طبق نتایج این تحقیق (شکل ۱) بیشترین میزان وزن میوه در ارقام لیمو ترش لیسبون و اورکا به ترتیب (۸۸/۳۹ و ۸۴/۷۲ گرم) در مرحله چهارم برداشت (۱۳۵ روز پس از گلدهی کامل) و کمترین در مرحله اول برداشت (۴۵ روز پس از گلدهی کامل) در هر سه رقم تولید شد و بیشترین میزان قطر میوه در رقم لیسبون (۵۴/۸۱ میلی‌متر) در مرحله چهارم برداشت وکمترین قطرمیوه (۲۰/۷۵ میلی‌متر) در مرحله اول برداشت در رقم اورکا به وجود آمد (شکل۲).



شکل ۱- تغییرات وزن میوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش
Figure 1- Fruit weight changes at different harveststages of lemon cultivars

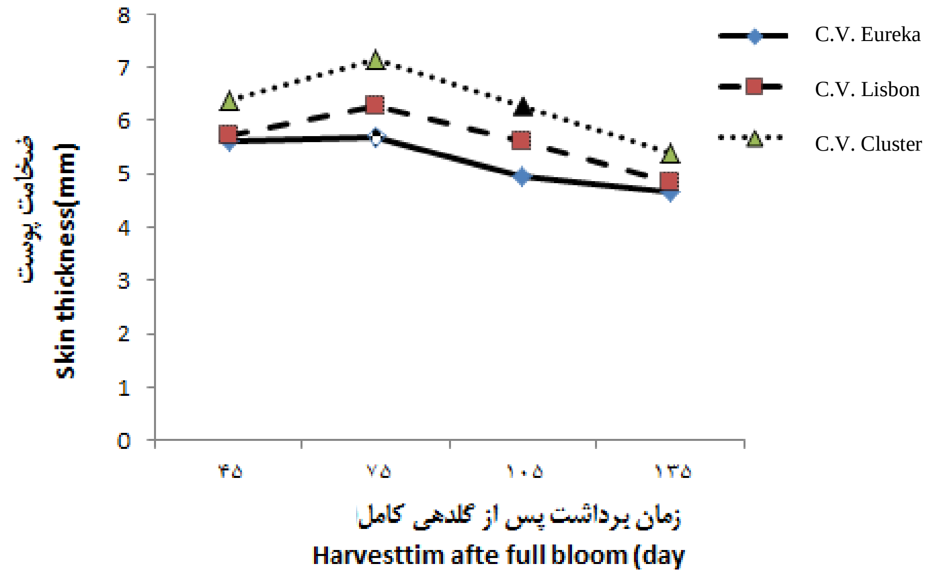


شکل ۲- تغییرات قطرمیوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش
Figure 2- The changes of fruit diameter at different harvest stages of lemon cultivars

از آنجا که میوه مرکبات از نظر ژنتیکی دارای رشد سریع هستند در نتیجه با افزایش رشد بر مواد تشکیل دهنده میوه افزوده شده و سبب افزایش وزن به‌ویژه در مرحله رشد سریع (فاز لگاریتمی) می‌شود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج امیدبیگی و همکاران (۱۷) که بر

روی پرتقال‌محلی و تامسون ناول انجام گرفت و همچنین با نتایجی که همتی و امیدبیگی (۹، ۱۰)، بر روی گریپ‌فروت‌مارش و نارنگی محلی به‌دست آوردند، مبنی برافزایش وزن و قطر میوه در مراحل مختلف برداشت مطابقت دارد.

بر اساس آزمون دانکن ضخامت پوست میوه ابتدا افزایش یافته سپس در برداشت‌های بعدی کاهش یافته است به‌طوریکه کمترین ضخامت پوست میوه در ارقام مورد آزمایش در چهارمین مرحله برداشت (۱۳۵ روز بعد از گلدهی کامل) و بیشترین آن در مرحله دوم برداشت (۷۵ روز بعد از گلدهی کامل) اندازه‌گیری شد. در بین ارقام، لیموترش خوشه‌ای بیشترین ضخامت پوست میوه (۷/۱۶ میلی‌متر) و لیموترش اورکا کمترین (۴/۶۶ میلی‌متر) ضخامت پوست را داشته است (شکل ۳). ضخامت پوست میوه در مرحله اولیه رشد رو به افزایش سپس با توسعه درون‌بر میوه و تشکیل کیسه‌های وزیکولی روند نزولی پیدا می‌کند. در مراحل اولیه میوه هیچگونه تمایزی در بافت درون‌بر (آندوکارپ) صورت نمی‌گیرد و در برش عرضی میوه، فقط بافت میان‌بر (آلبیدو) که سفیدرنگ می‌باشد مشاهده می‌شود. سپس با گذشت زمان و توسعه رشد میوه بافت درون‌بر افزایش یافته و به تدریج از ضخامت پوست میوه کاسته می‌شود (۲۰). میزان ضخامت پوست مرکبات در مراحل مختلف متفاوت بوده و علاوه بر عامل ژنتیکی عوامل محیطی نیز در توسعه‌پذیری ضخامت پوست میوه نقش دارد (۱۸).

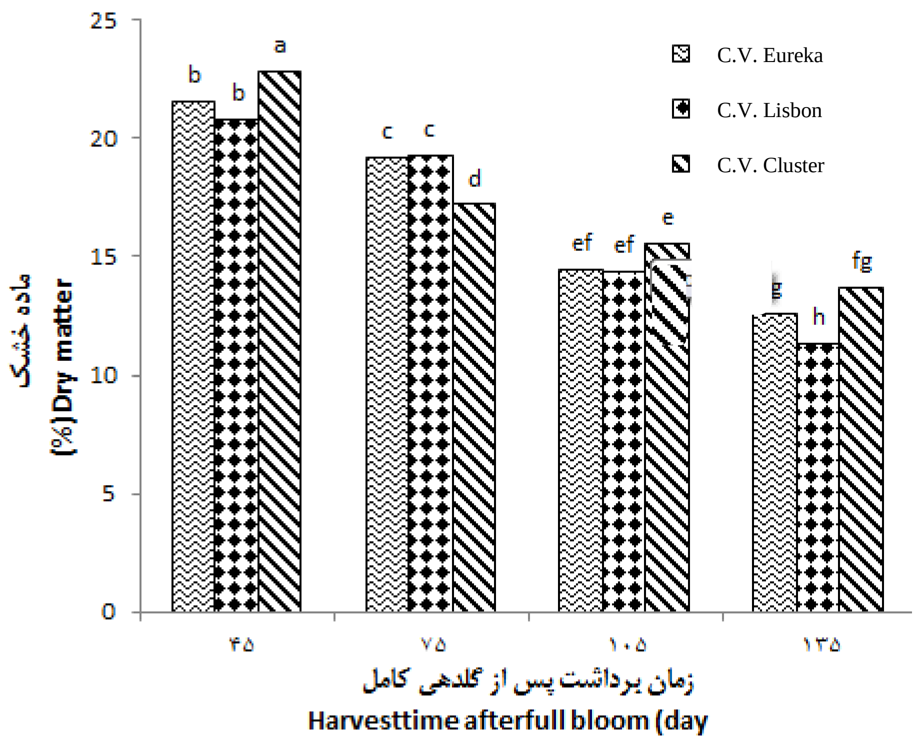


شکل۳- تغییرات ضخامت پوست میوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش

Figure 3- The Changes in fruit skin thickness at different harvest stages of lemon cultivars

نتایج حاکی از آن است که زمان برداشت بر میزان ماده خشک میوه ارقام تاثیر دارد. بیشترین درصد وزن خشک در لیموترش خوشه ای (۲۲/۸۳درصد) و کمترین آن در لیموترش لیسبون (۱۱/۳۶ درصد) تولید شده‌است (شکل ۴). در کلیه ارقام بیشترین درصد ماده خشک در اولین مرحله برداشت و کمترین آن در چهارمین مرحله برداشت تولید گردید. در نتیجه با افزایش وزن و قطر میوه از درصد وزن خشک کاسته می‌شود و یک همبستگی معکوس بین مراحل مختلف برداشت و درصد وزن خشک وجود دارد. کیمبل (۱۱) بیان کرد که در مراحل اولیه رشد میوه به علت تقسیم سلولی زیاد، پروتوپلاسم غلیظ سلول‌های تشکیل‌دهنده بافت و فقدان یا کوچک بودن حفره‌های پروتوپلاسمی درصد وزن خشک میوه زیاد شده سپس با گذشت زمان کاهش پیدا می‌کند (۶).

طبق نتایج به دست آمده، زمان برداشت، بافت میوه و ارقام روی فلاونوئید هسپریدین موثر بوده و در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند (جدول ۱). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که میزان هسپریدین در تمامی بافت ها از مرحله اول برداشت تا مرحله چهارم برداشت سیر نزولی داشته است (اشکال ۵، ۶ و۷) و در تمامی بافتها بیشترین میزان فلاونوئید هسپریدین در لیموترش لیسبون در اولین مرحله برداشت (۴۵ روز بعد از گلدهی کامل) و کمترین میزان آن در مرحله چهارم برداشت (۱۳۵ روز بعد از گلدهی کامل) در لیموترش خوشه‌ای بوده‌است. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید هسپریدین در بافت میان‌بر، در لیموترش لیسبون در اولین مرحله برداشت و به میزان ۱۶۰۶/۹۳ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان آن در مرحله چهارم برداشت در تمامی بافت‌های لیموترش خوشه‌ای بود (شکل‌های ۵، ۶ و۷).



شکل ٤- تغییرات درصد وزن خشک میوه در مراحل مختلف در ارقام میوه لیمو ترش

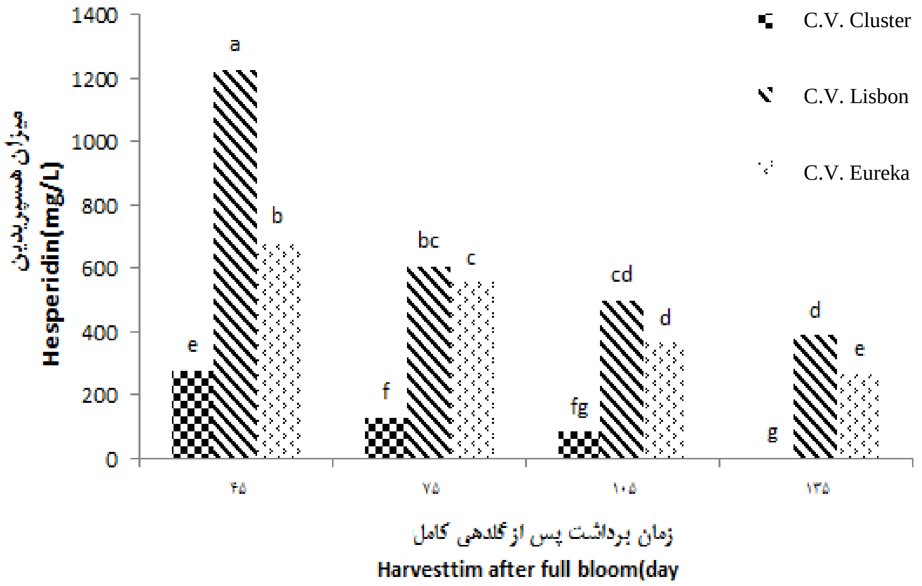
Figure 4-. The changes of fruit dry weight percentage at different harvest stages of lemon cultivars

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ است

Similar letters indicate no significant difference based on Duncan's Multiple Range Test in 5% probability level.

قاسمی و همکاران (۱۱) نیز با مقایسه ۱۳ رقم از مرکبات اعلام نمودند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف مرکبات در رابطه با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل و فلاونوئید وجود دارد. اآگه و همکاران (۱۶) نیز طی تحقیقاتی اظهار داشتند که بیشترین میزان هسپریدین دربافت میان‌بر (آلبیدو) به وجود می‌آید و همچنین میزان هسپریدین در پوست غنی‌تر از عصاره میوه پرتقال و نارنگی گزارش گردیده است.

این نتایج با نتایج امیدبیگی و همکاران (۲۰) مبنی بر اینکه میزان هسپریدین در بافت‌های جوان نارنگی گالتا بیشتر از مقدار آن در بافت‌های میوه بالغ بوده نیز مطابقت دارد. به طوری که بیشترین مقدار هسپریدین ضمن مرحله تقسیم سلولی فاز لگاریتمی تولید شده است. همچنین در مطالعاتی که قاسمی (۶) بر روی فلاونوئیدهای میوه لیموآب در استان هرمزگان انجام داد، مشخص شد که بیشترین میزان فلاونوئیدها (هسپریدین و نارنجین) در پوست میوه در مرحله ۳۰ روز پس از تشکیل و در درون‌بر میوه نیز بیشترین میزان هسپریدین، نارنجین و روتین درمرحله ۵۰ روز پس از تشکیل میوه به دست آمد. نوریا و همکاران (۱۴) در آلمان روی صفات کمی و کیفی برخی فلاونوئیدها شامل نارنجین، هسپریدین و نئوهسپریدین در میوه لیمو به روش الکتروفروز تحقیق نموده و گزارش کردند که بیشترین فلاونوئیدها در مراحل اولیه رشد میوه تولید شده‌است. نظر به نقشی که فلاونوئیدها در بیان ژن و نسخه‌برداری «DNA» دارند، افزایش سریع میزان فلاونوئیدها در مرحله تقسیم سلولی و تا شروع مرحله بزرگ شدن قابل توجیه است. از طرفی احتمالا بیشترین میزان هسپریدین را در مراحل اولیه رشد، می‌توان مربوط به حفاظت میوه درمقابل آفات و بیماری‌ها دانست زیرا بالاترین فعالیت میتوزی در بافت‌های جوان (تخمدان) مانع از بروز برخی بیماری‌ها می‌گردد. همچنین تولید بالای هسپریدین در میوه‌های نارس مرکبات ممکن است ناشی از تغییر در برخی فعالیت‌های آنزیمی باشد. در حمایت از این فرضیه محققین بیان داشتند که تنظیم کننده‌های رشد و نمو مانند سیتوکنین و اسید جیبرلیک ممکن است برخی آنزیم‌های تولید کننده فلاونوئیدها را فعال کنند. هورمون سیتوکینین در ارتباط با پدیده منبع و مصرف در گیاهان موثر است و ممکن است سبب انتقال فلاونوئیدها به سمت میوه‌ها شود (۱۵).

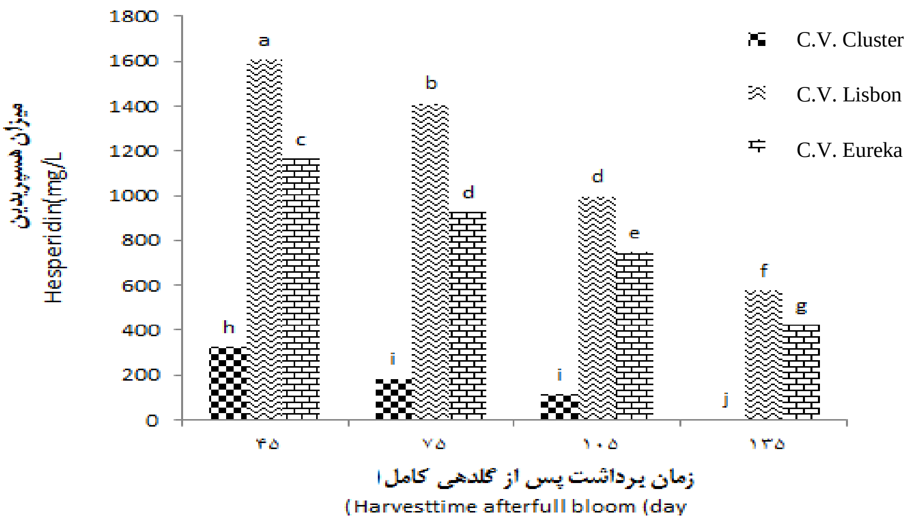


شکل ۵- تغییرات هسپریدین برون‌بر میوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش

Figure 5- The changes of fruit flavedo hesperidin at different stages of harvesting in lemon cultivars

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ است

Similar letters indicate no significant difference based on Duncan's Multiple Range Test in 5% probability level.

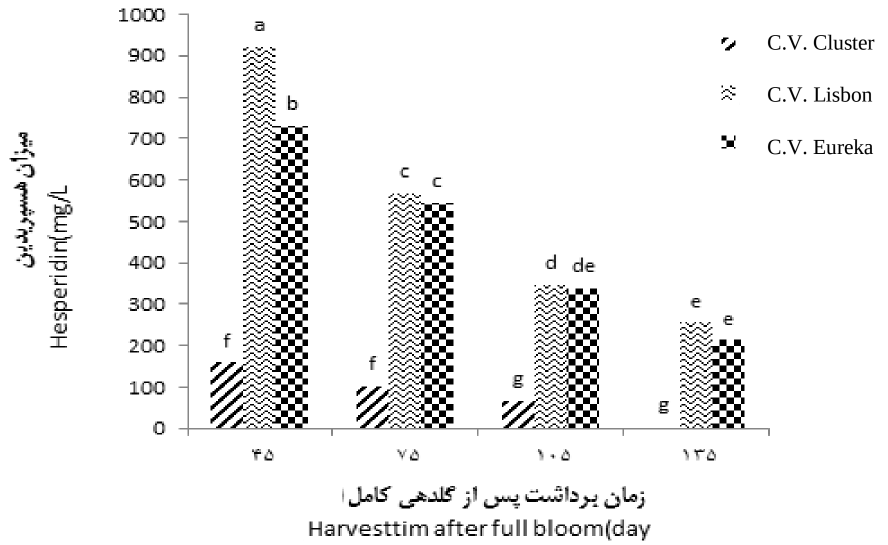


شکل -٦، تغییرات هسپریدین میان‌بر میوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش

Figure 6- The changes of fruit albedo hesperidin at different stages of harvesting in lemon cultivars

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ است

Similar letters indicate no significant difference based on Duncan's Multiple Range Test in 5% probability level.



شکل ۷- تغییرات هسپریدین درون‌بر میوه در مراحل مختلف برداشت در ارقام میوه لیمو ترش

Figure 7- The changes of fruit flesh hesperidin at different stages of harvesting in lemon cultivars

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ است

Similar letters indicate no significant difference based on Duncan's Multiple Range Test in 5% probability level.

نتیجه‌گیری کلی

بیشترین میزان وزن در رقم لیموترش لیسبون و اورکا و کمترین آن در لیموترش خوشه‌ای به دست آمد. بیشترین میزان قطر در لیموترش لیسبون و کمترین آن در لیموترش اورکا به‌وجودآمد. با افزایش وزن و قطر میوه در کلیه ارقام از میزان هسپریدین کاسته شد. ضخامت پوست میوه در مراحل اولیه رشد در کلیه ارقام افزایش و سپس کاهش یافت، به طورکلی با کاهش ضخامت پوست میوه (به دلیل افزایش درون‌بر و رقیق شدن آن) میزان فلاونوئید مذکور کاهش یافت. مناسب‌ترین زمان برداشت میوه نارس ارقام، ۴۵ روز پس از گلدهی کامل می‌باشد که در این زمان قطر میوه برای ارقام لیموترش اورکا، لیسبون و خوشه‌ای به ترتیب ۲۰/۷، ۲۲/۸ و ۲۵/۸ میلی‌متر بود.

فلاونوئید هسپریدین در تمامی ارقام در بافت میان‌بر بیشتر از بافت‌های دیگر تولید شده‌است. در نتیجه بهترین بافت جهت استخراج فلاونوئید هسپریدین، بافت میان‌بر میوه می‌باشد.

میزان فلاونوئید هسپریدین به شدت تحت تاثیر زمان، بافت و رقم بود. فلاونوئید هسپریدین در اولین مرحله برداشت در لیموترش لیسبون (۱۶۰۶/۹۳ میلی‌گرم در لیتر) بیشترین میزان فلاونوئید هسپریدین را در بین ارقام داشته‌است. در نتیجه بهترین رقم جهت استخراج فلاونوئید هسپریدین لیموترش لیسبون می‌باشد.

پیشنهادات

با توجه به فراوانی مرکبات و تنوع بالای ارقام و گونه‌ها (دورگ های طبیعی) و غیرخوراکی بودن برخی از آنها، پیشنهاد می‌گردد که شناسایی بیشتری صورت گرفته و فلاونوئیدهای غالبشان مشخص گردد تا بتوان جهت استخراج مواد مؤثره دارویی مورد استفاده قرار گیرند. نظر به اینکه مصرف تازه‌خوری ارقام لیموترش لیسبون، اورکا و به خصوص خوشه‌ای بسیار کم است پیشنهاد می‌گردد امکاناتی فراهم آید تا بتوان از آنها در صنایع دارویی استفاده کرد.

منابع

1- Bilbao, M.D.L.M., Andres-Lacueva, C., Jauregu, O. and Lamuela Raventos, R.M. 2007. Determination of flavonoids in a citrus fruit extract by LC-DAD and LC-MS. Food Chemistry, 101 (4): 1742-1747.

2- Castillo J., Benavente O., and Del Rio J.A. 1992. Naringin and neohesperidin levels during development of leaves, flower buds, and fruits of Citrus aurantium. Plant Physiology, 99 (1): 67-73.

3- Chau, C.F., and Huang, Y.L. 2003. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of Citrus sinensis L. cv. Liucheng. Agricultural and Food Chemistry, 51 (9): 2615–2618.

4- Davis, F.S. and Albrigo, L.G. 1994. Citrus CAB International Press. Wallington. UK. pp: 12-77.

5- Del-Rio, J.A., Fuster M.D., Gomes, P., Porass, I., Garcia-Liodon, A. and Ortuno, A. 2004. *Citrus limon*: a source of

flavonoids of pharmaceutical interest. Food Chemistry, 84 (3): 457-461.
6- Ghasemi, SH. 2008. Effects of different harvesting stages and type of tissue on some fruit flavonoids Lymuab (*Citrus aurantifolia*) in the province. Master thesis. Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University. pp 93.
7-Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. Pakistan Journal of Pharmacology Science, 22 (3): 277-281.
8- Hemati, Kh. 2003. The effect of climate on the quality and quantity of fruit and some varieties of citrus flavonoids. College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, PhD thesis.
9- Hemati, Kh. and Omidbigi, R. 2003. Investigation of the naringin flavonoid content during different fruit development of marsh grapefruit (*Citrus paradisii* Macf.). Journal of Agricultural Sciences, 10 (2): 65-72. (In Persian with English Abstract).
10- Hemati, Kh. and Omidbigi, R. 2005. Astudy of the variations of hesperidin flavonoid during fruit development of local mandarin (*Citrus reticulate* Blanco). Journal of Agricultural Sciences, 28 (1): 91-99. (In Persian with English Abstract).
11- Kimball, D. (Ed) 2012. Citrus processing quality control and technology. Van. Nastrand Reinhold New York. P. 136-137.
12- Mortazavi, A. and Ziaolhagh, H.M. 2004. Accessories products citrus processing technology. University of Mashhad.
13- Nasiri, M. 1998. The effect of the citrus harvest on the quality and quantity of hesperidin in northern Iran. Master thesis. Tarbiat Modarres University.
14- Nuria, G., Rene, S. and Rudolf, G. 2001. Chiral sepration of six diastereomeric flavonon-7-o glycosides by capillary electrophoresis and analysis of lemon juice. Choromatography, 926: 279-289.
15- Ortuno, A., Reynaldo, I., Fuster, M.D., Botia, J., Puig, D.J., Sabater, F., Lidon, A.Q., Porras, I. and Rio, J.L. 1997. Citrus cultivars with high flavonoids content in the fruits. Scientia Horticulture, 68 (1): 231-236.
16- Oohg, W.C., Oohg, S.J., Detavernier, C.L.M. and Huyghebaert, A. 1994. Charactristion of orang juice (*Citrus sinensis*) by polymetoxylated flavones. Agricultural and Food Chemistry, 42 (10): 2191-2195.
17- Omidbaigi, R., Faghih Nasiri, M. and Bashiri, Z. 2001. Hesperidin in citrus species, quantitative distribution during Fruit maturation and optimal harvesting time. Acta Horticulturae, 576: 91-97.
18- Pinhas, S. and Elizer, E. 1996. Biology of Citrus. Cambridge University Press. English.
19- Renaldo, I., Fuster, M.D., Botia, J.M. Garcia-Phing, D., Ortuno, A., Del Rio, J.D. 1999. Flavonoids found in several citrus species cultivated in Cuba and Spain for the industrial application (No. 175).
20- Symour, G.B., Taylor, J.E. and Tuker, G.A. 1993. Banana. In Biochemestry of fruit ripening. Chapman and Hall Press. Springer Netherlands.
21- Wang, Y.C., Chuang, Y.C. and Ku, Y.H. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. Food Chemistry, 102 (4): 1163-1171.
22- Xu, Y., zhang, R. and Fu, H. 2005. Studdies on the optimal process to extract flavonoids from Red-raspberry fruits. Journal of Nature and Science, 3 (2): 43-46.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 49-60
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۶۰-۴۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی خصوصیات جوانه‌زنی توده‌های گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) تحت تأثیر تنش شوری و خشکی

حسن فرهادی[1]- مجید عزیزی[2]*- سید حسین نعمتی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۰۲

چکیده

مرحله جوانه‌زنی گیاهان یکی از مراحل مهم در طول دوره رشد آن‌ها می‌باشد که اغلب تحت تأثیر تنش‌های محیطی به ویژه شوری و خشکی قرار می‌گیرد. به منظور بررسی اثر تنش‌های شوری و خشکی دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بر روی بذر توده‌های بومی شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای شوری به ترتیب (صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) و تیمارهای خشکی (شاهد، ۳-، ۶- و ۹- بار پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰) بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری و منفی تر شدن پتانسیل اسمزی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری ($P\leq0/01$) در کلیه‌ی توده‌های مورد بررسی نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان کاهش این صفات در تنش شوری نسبت به تنش خشکی بیشتر بود که نشان دهنده حساسیت بیشتر توده‌های شنبلیله به تنش شوری نسبت به تنش خشکی است. بین توده‌ها، توده‌های مشهد و آمل متحمل‌ترین و توده‌های تبریز و ساری حساس‌ترین توده‌ها به شوری و خشکی بودند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می رسد بتوان از توده‌های مشهد و آمل برای اصلاح توده‌هایی با پتانسیل عملکرد زیاد در مناطق شور و خشک استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: پلی اتیلن گلایکول، تنش‌های محیطی، توده بذر، کلرید سدیم

مقدمه

شنبلیله (*Trigonalla foenum-graecum* L.)[4]، یک گیاه علفی یکساله، متعلق به تیره نیامداران (Fabaceae)، دارای خواص دارویی متعدد نظیر کاهش دهنده قند خون، اثر تقویتی، ملین، اشتها آور، خلط آور، ضد تب و افزایش میزان شیر در دوران شیردهی است (۲۵).

از جمله مهمترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب و خشکی می‌باشد که بر روی رشد و نمو گیاهان اثر منفی می گذارد. کشور ایران سرزمینی خشک و نیمه خشک با نزولات جوی بسیار کم است به طوری‌که میانگین بارش سالانه آن در حدود ۲۷۴ میلی‌متر می‌باشد. در مقاسه با میانگین بارش در سطح کره زمین (حدود ۸۶۰ میلی‌متر)، این مقدار بسیار کم بوده و نشان دهنده آن است که خشکی در ایران یک واقعیت اقلیمی است (۱). کمبود آب در ایران همواره به عنوان یکی از عوامل محدود کننده کشت و پرورش گیاهان زراعی و دارویی مطرح بوده است (۱۸). به جز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور بقیه مناطق جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند. این در حالی است که مناطق خشک کشور نسبت به مناطق نیمه خشک آن از وسعت بیشتری برخوردار است (۷). تنش خشکی زمانی در گیاه حادث می‌شود که میزان آب دریافتی گیاه کمتر از تلفات آن باشد. این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب و یا وجود هر دو مورد باشد (۱۷). تنش خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردد و از آنجائیکه رشد و نمو گیاهان از جوانه‌زنی شروع می‌شود و برای ادامه حیات باید بذور جوانه بزنند تا بتوانند خود را با شرایط محیطی تطبیق دهند و در خاک مستقر گردند و با توجه به اینکه حساسترین مرحله زندگی یک گیاه مرحله جوانه‌زنی بذر است، گذارندن موفقیت آمیز این دوره نقش مهمی در مراحل دیگر استقرار گیاه خواهد داشت (۲۹). یکی دیگر از

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.40470
۴- *Trigonalla foenum-graecum* L

مهم ترین عوامل محدود کننده جوانه‌زنی، که در بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک حادث می‌شود تنش شوری است (۳۲). افزایش غلظت نمک و در نتیجه شوری حاصل از املاح، منجر به کاهش جوانه‌زنی و تأخیر در فرآیندهای آن می‌گردد، آنچنان که ممکن است غلظت‌های بالای نمک باعث توقف کامل این مرحله از رشد شود (۵). همچنین تنش شوری جذب و تجمع عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه را با ایجاد رقابت توسط یون‌های سدیم و کلر دچار مشکل می‌نماید (۳۲).

در رابطه با تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه-زنی انواع گیاهان دارویی آزمایش‌های متعددی انجام شده است. در این زمینه حسینی و همکاران (۱۳) با بررسی بذر اسفرزه، برومندزاده و همکاران (۴) با مطالعه بذر زنیان، رازیانه و شوید و گواهی و همکاران (۱۰) نیز با مطالعه بذور سیاهدانه تحت تأثیر تنش خشکی و شوری نشان دادند که با افزایش این دو تنش به طور معنی‌داری از سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاسته شد. حسنی (۱۱) نیز طی پژوهشی در گیاهچه ریحان نشان داد که با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر دانه رست کاهش یافت.

جوانه‌زنی بذر بخصوص در زمان مواجهه با تنش‌های محیطی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه به شمار می‌رود. به نظر می-رسد که در صورت عبور بذر از مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش، گیاهچه‌های حاصل فرصت بیشتری برای ادامه رشد و توسعه داشته و توانایی بالاتری جهت تحمل و غلبه بر شرایط نامساعد محیطی خواهند یافت. این امر به میزان زیادی به ساختارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی توده‌های بذری بستگی دارد به طوری‌که تفاوت‌های چشمگیری در بین توده‌ها از لحاظ تحمل به تنش‌های محیطی مشاهده می‌شود (۲۲). لذا ضروری است که در رابطه با دامنه تحمل گیاهان به تنش‌های شوری و خشکی به خصوص در مراحل اولیه رشد و نمو مطالعاتی صورت گیرد، در راستای این اهداف، تحقیق حاضر روی چهار توده بومی شنبلیله از آمل، تبریز، ساری و مشهد در رابطه با تحمل به تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی صورت گرفت تا بتوان توده‌های متحمل را شناخته و در آینده بتوان جهت اصلاح و احیاء مناطق خشک و شور معرفی کرد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش‌های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه توده‌های بومی شنبلیله دو آزمایش جداگانه در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار توده بومی شنبلیله از آمل، تبریز، ساری و مشهد هر کدام با چهار سطح تنش شوری (۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ میلی‌مولار) ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) در چهار سطح (۰ ، ۳-، ۶- و ۹- بار) با سه تکرار بودند. در این آزمایش برای شبیه‌سازی تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ استفاده شد و مقدار لازم از این ماده جهت ایجاد هر یک از سطوح تنش با استفاده از فرمول میشل و کافمن (۲۰) برآورد شد. برای ایجاد سطح تنش صفر (تیمار شاهد) از آب مقطر استفاده شد. بذر توده‌های شنبلیله از سازمان جهاد کشاورزی شهرهای آمل، تبریز، ساری و مشهد خریداری شده و قبل از شروع آزمایش با محلول هیپوکلریت سدیم سه درصد (وایتکس) به مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس سه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. ظروف پتری، پنس، پیپت و کاغذ صافی‌ها در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت در اتوکلاو ضدعفونی شدند. بعد از انجام عمل ضدعفونی و علامت‌گذاری ظرف پتری، تعداد ۳۵ عدد بذر ضدعفونی شده در داخل پتری‌دیش‌هایی (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) که حاوی دو عدد کاغذ واتمن شماره یک بودند قرار داده شده و برای اعمال سطوح تنش شوری و خشکی مقدار پنج میلی‌لیتر از محلول مورد نظر به هر پتری‌دیش اضافه گردید. سپس به منظور ممانعت از تغییر سطوح تنش تعیین شده در اثر تبخیر آب از سطح پتری‌دیش، تمام پتری‌دیش‌ها در درون یک نایلون شفاف قرار گرفته و سپس داخل دستگاه جوانه‌زنی (اتاقک کشت) با دمای ۲۵/۲۲ درجه سانتیگراد (شب/ روز) و ۱۶/۸ ساعت نور (تاریکی/ روشنایی) و رطوبت نسبی ۶۰ درصد قرار گرفتند. هر زمان که محیط کشت نیاز به محلول داشت به اندازه مساوی محلول به هر تکرار اضافه شد. عمل شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه و تا ثابت شدن جوانه‌زنی (۱۲ روز) ادامه یافت. معیار جوانه‌زنی در این آزمایش ظهور ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر (۲۴) در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

۱۰۰ × (تعداد کل بذرها / تعداد بذر جوانه‌زده تا روز آخر) = درصد جوانه‌زنی

برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از روش ماگوئیر (۱۹۶۲) و از معادله ۱ استفاده گردید. در این فرمول R_s سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز اندازه‌گیری)، S_i تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش و D_i تعداد روز در هر شمارش تا روز آخر(n) بود.

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \qquad (1)$$

در پایان روز دوازدهم، بذرها از پتری خارج و صفاتی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و سپس به منظور تعیین وزن خشک هر یک از اجزاء، نمونه‌های مربوط به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد درون آون قرار داده شدند و پس از آن نمونه‌های ریشه و ساقه با استفاده از ترازو با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری نتایج آزمایش با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و با آزمون LSD انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تنش شوری

درصد جوانه‌زنی

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی مربوط به تأثیر سطوح مختلف شوری در گیاه دارویی شنبلیله

Table 1- Analysis of variance of the effect of different levels of salinity on germination characteristics of the medicinal plant fenugreek

منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight
توده Population	3	3843.38**	16.07**	3509.69**	984.25**	63.09**
شوری Salinity	3	5812.59**	1143.00**	6607.26**	2750.13**	29.38**
شوری×توده Salinity× Population	9	100.63**	1.31*	121.03**	51.37**	1.97**
خطا Error	32	16.32	0.62	37.57	17.61	0.07
ضریب تغییرات C.V (%)		7.23	7.36	10.02	10.41	7.35

* و **؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و پنج درصد را نشان می‌دهد

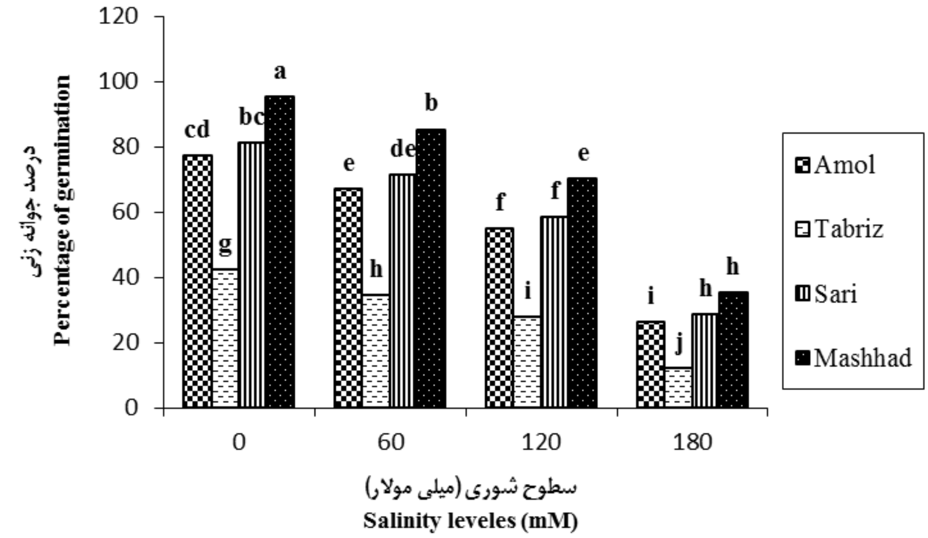
*, **؛ Significant at 1% and 5% level probability, respectively

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل توده و شوری نشان داد که در تمامی توده‌های شنبلیله با تشدید تنش شوری از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. کمترین درصد جوانه‌زنی، در تنش شوری ۱۸۰ میلی‌مولار در توده تبریز (۱۲/۰۴ درصد) مشاهده شد، در حالی‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی در توده مشهد (۹۵/۲۶ درصد) در سطح شوری صفر میلی‌مولار (شاهد) به دست آمد. در سایر سطوح تنش شوری نیز توده مشهد از درصد جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود (شکل ۱). قاسمی فیروزآبادی (۹) با مطالعه تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری نشان داد که با افزایش تنش مقدار جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، زیرا در این شرایط فشار اسمزی محلول زیاد می‌شود. این امر باعث بهم خوردن تعادل یونی می‌شود که روی فعل و انفعالات حیاتی بذر اثر می‌گذارد و موجب جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌شود.

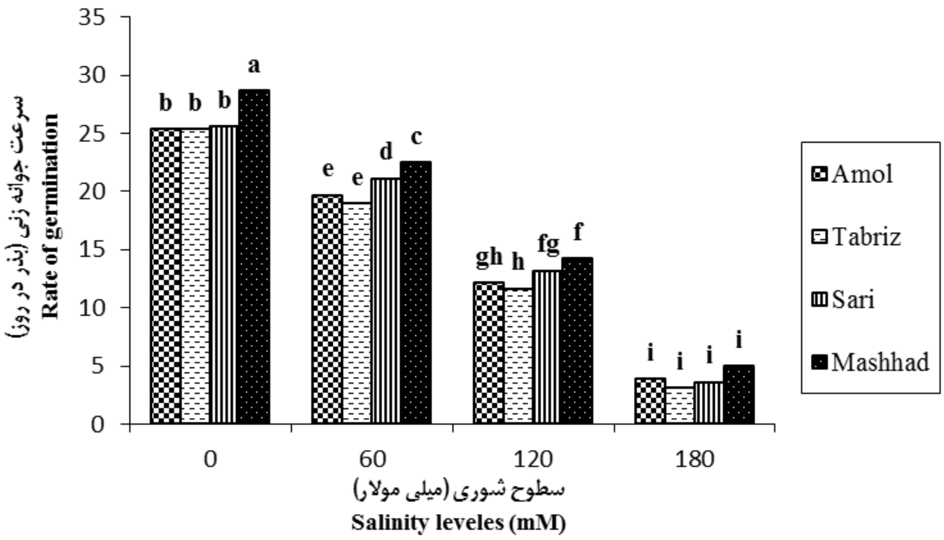
سرعت جوانه‌زنی

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در توده‌های شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد در سطح شوری ۱۸۰ میلی‌مولار کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) به ترتیب ۸۴/۶۲، ۸۷/۸۰، ۸۵/۹۳، ۸۲/۵۹ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود توده مشهد و در مرحله بعد توده آمل از نظر سرعت جوانه‌زنی از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح شوری برخوردار بوده است به طوری‌که سرعت جوانه‌زنی مربوط به این توده‌ها در سطح آخر شوری نسبت به سطح شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است. بنابراین توده مشهد و آمل نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر شوری از نظر سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (شکل ۲). خمری و همکاران (۱۶) در مورد ریحان و کنگر فرنگی و حسینی و همکاران (۱۳) در بررسی اسفرزه گزارش کردند که سطوح مختلف شوری، سرعت جوانه‌زنی را کاهش داد. تنش شوری از طریق کاهش سرعت جذب آب در نتیجه‌ی اثر اسمزی و یا افزایش خروج یون‌ها با تغییر فعالیت‌های هورمونی و آنزیمی، سرعت جوانه

زنی بذور را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۲).



شکل۱- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر درصد جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله
Figure 1- Interaction effect of population and salinity on germination percentage of Fenugreek

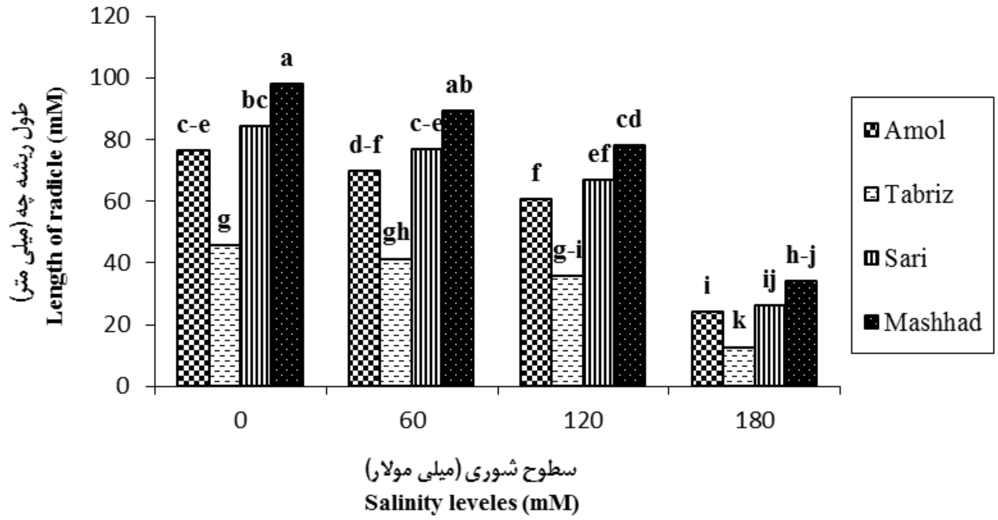


شکل۲- اثر متقابل توده و شوری بر سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله
Figure 2- Interaction effect of population and salinity on germination rate of Fenugreek

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمارهای مربوط به اثر متقابل توده و شوری در سطح پنج درصد و سایر تیمارها در سطح یک درصد بر طول ریشه‌چه اثر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). کاهش طول ریشه‌چه توده‌های شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد در سطح آخر شوری (۱۸۰ میلی‌مولار) نسبت به شاهد (صفر میلی‌مولار) به ترتیب ۶۸/۶۳، ۷۲/۱۲، ۶۹/۰۸، ۶۵/۲۶ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود (شکل ۳) توده مشهد و آمل از نظر طول ریشه‌چه از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح شوری برخوردار بوده‌اند به‌طوری‌که طول ریشه‌چه مربوط به این توده‌ها در سطح آخر شوری نسبت به سطح شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است. بنابراین توده مشهد و در مرتبه بعد توده آمل

نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر شوری از نظر طول ریشه‌چه می‌باشند. کاهش طول ریشه‌چه در اثر افزایش تنش شوری توسط سایر محققان (۱۰و ۱۳) نیز گزارش شد. به طور معمول کاهش طول ریشه‌چه در محلول کلر و سدیم به دلیل سمیت یون‌ها و اثر منفی آن بر غشای سلول است (۲۷). تنش شوری با کاهش جذب آب و با ایجاد اختلال در ترشح آنزیم‌هایی از جمله آمیلاز و لیپاز مانع از تجزیه مواد اندوخته بذر شده و در نتیجه انرژی لازم جهت خروج ریشه‌چه و رشد آن کمتر فراهم می‌شود (۲۳).



شکل۳- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر طول ریشه‌چه گیاه دارویی شنبلیله
Figure 3- Interaction effect of population and salinity on length of radicle in Fenugreek

طول ساقه‌چه

بین سطوح شوری، توده‌ها و اثرات متقابل آنها از نظر طول ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و شوری (شکل ۴) توده مشهد بالاترین و توده تبریز پایین‌ترین طول ساقه‌چه را نشان داد. کمترین طول ساقه‌چه مربوط به توده تبریز و در مرحله بعد توده ساری در شوری ۱۸۰ میلی‌مولار بود که در این شرایط ساقه‌چه رشدی نداشت. با افزایش میزان شوری، غلظت محلول خاک افزایش یافته و با توجه به اینکه واکنش رشدی ساقه‌چه نسبت به این عامل حساس‌تر از ریشه‌چه می‌باشد، باعث کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه گردید. کاهش رشد گیاهان در اثر شوری معمولاً به دلیل تأثیر شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن می باشد که بر حسب رقم و شرایط محیطی متفاوت است. به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد (۳).

وزن خشک گیاهچه

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر وزن خشک گیاهچه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل توده و شوری نشان داد که توده مشهد در تیمار شاهد (صفر میلی‌مولار) با میانگین (۹/۲۶ میلی‌گرم) در سطح ۶۰ میلی‌مولار با میانگین (۸/۱۰ میلی‌گرم) در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار با میانگین (۷/۲۲ میلی‌گرم) و در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار با میانگین (۳/۶۰ میلی‌گرم) بیشترین وزن خشک گیاهچه را در تمامی سطوح شوری داشت. برای این صفت در شوری ۱۸۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد توده تبریز بیشترین (۸۳/۶۲ درصد) کاهش را نشان داد. توده‌های آمل و ساری از نظر وزن خشک گیاهچه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند به‌طوری‌که در سطح ۱۸۰ میلی‌مولار شوری نسبت به شاهد به ترتیب ۶۴/۵۴، ۶۶/۱۳ درصد کاهش نشان دادند. بنابراین توده مشهد و در مرحله بعد توده آمل نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر شوری از نظر وزن خشک گیاهچه می‌باشند (شکل ۵). مطابق با نتایج این آزمایش رضایی و علی نژاد (۲۸) نیز با بررسی اثر سطوح شوری صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک طعام بر جوانه‌زنی زیره سبز نشان دادند که وزن تر گیاهچه با افزایش سطوح مختلف شوری کاهش یافت.

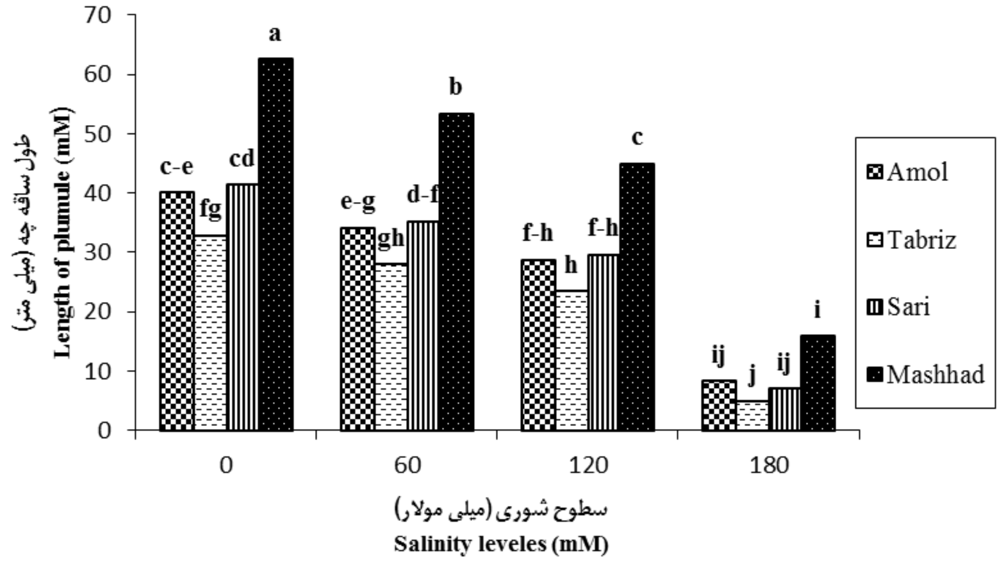
تنش خشکی

درصد جوانه‌زنی

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر درصد جوانه‌زنی

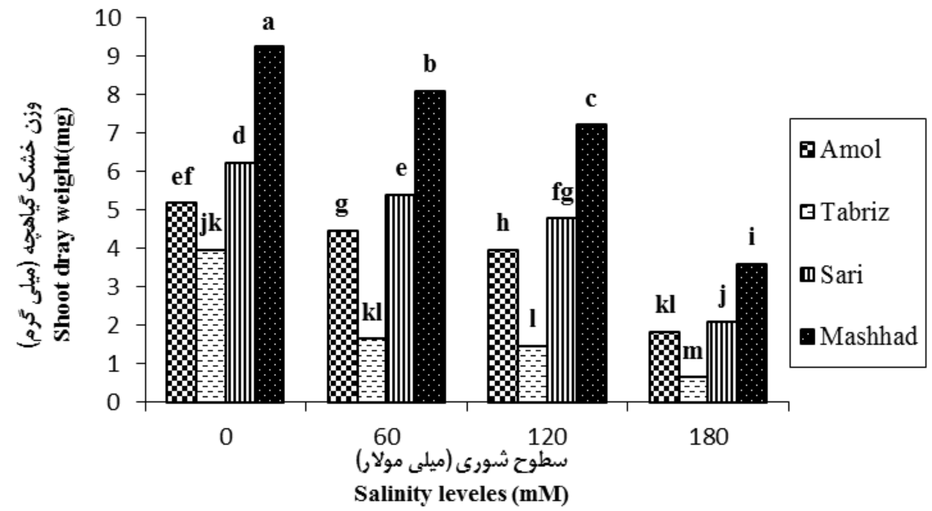
اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲).

در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش درصد جوانه زنی توده‌های بومی شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۶۵/۱۶، ۸۰/۰۱، ۶۷/۴۵، ۶۳/۲۱ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود (شکل ۶) توده مشهد و در مرحله بعد توده آمل از نظر درصد جوانه‌زنی از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح خشکی برخوردار بوده است به طوری‌که درصد جوانه‌زنی مربوط به این توده‌ها در سطح آخر خشکی نسبت به سطح شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است. بنابراین توده مشهد و در مرحله بعد توده آمل نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از این نظر می‌باشند. طی پژوهشی ایراکی و همکاران (۱۴) نشان دادند که علت کم شدن درصد جوانه‌زنی در شرایط کم آبی و پتانسیل اسمزی منفی، در نتیجه تأثیر اسمزی محیط و عدم تعادل یونی است. همچنین پلی اتیلن گلایکول با ایجاد تنش خشکی باعث کاهش هیدرولیز مواد اندوخته‌ای دانه و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می شود.



شکل٤- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر طول ساقه‌چه گیاه دارویی شنبلیله

Figure 4- Interaction effect of population and salinity on length of plumule in Fenugreek



شکل ۵- بررسی اثر متقابل توده و شوری بر وزن خشک گیاهچه گیاه دارویی شنبلیله

Figure 5- Interaction effect of population and salinity on shoot dry weight of Fenugreek

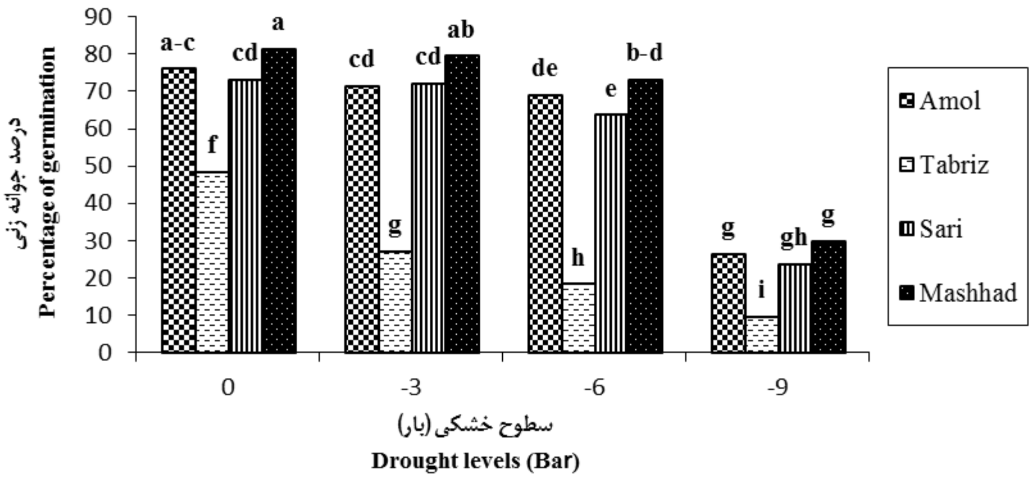
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی در گیاه دارویی شنبلیله

Table 2- Analysis of variance of the effect of different levels of drought on germination characteristics of the medicinal plant fenugreek

منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight
توده Population	3	393.12**	179.33**	1149.73**	1073.00**	37.07**
خشکی Drought	3	5323.40**	498.86**	4389.51**	1518.56**	18.94**
خشکی×توده Population×Drought	9	193.99**	18.69**	9.75 ns	12.59 ns	0.59**
خطا Error	32	14.49	1.59	18.33	17.30	0.03
ضریب تغییرات C.V (%)		7.20	8.13	12.85	5.92	7.29

* و **؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و پنج درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.

*, ** ؛ Significant at 1% and 5% level probability respectively and ns not significant statistically



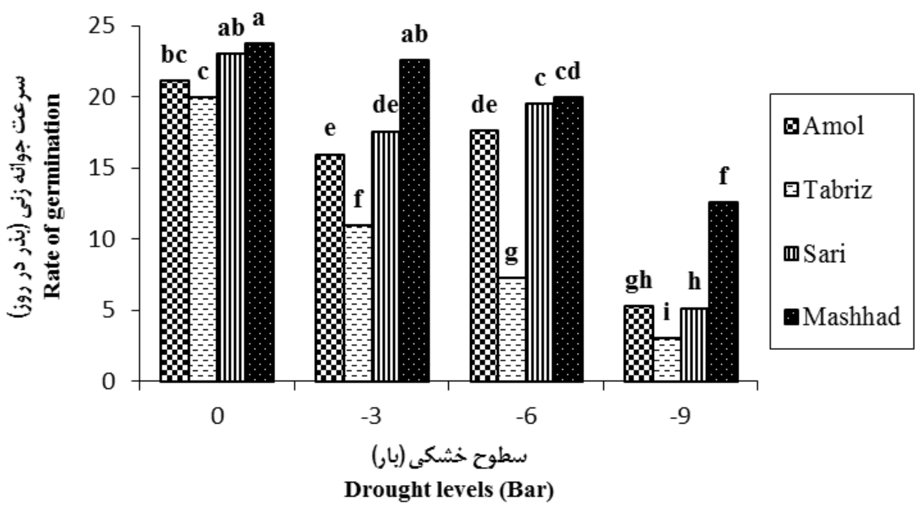
شکل ٦- بررسی اثر متقابل توده و خشکی بر درصد جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله

Figure 6- Interaction effect of population and drought stress on germination percentage of Fenugreek

سرعت جوانه‌زنی

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بررسی اثر متقابل توده و خشکی نشان داد که توده مشهد در تیمار شاهد (۰ بار) با میانگین (۲۳/۷۳ بذر در روز) در سطح ۳- بار با میانگین (۲۲/۵۶ بذر در روز) در سطح ۶- بار با میانگین (۱۹/۹۸ بذر در روز) و در سطح ۹- بار با میانگین (۱۲/۵۲ بذر در روز) بیشترین سرعت جوانه‌زنی را در تمامی سطوح تنش داشت. برای این صفت در تنش شدید (۹- بار) نسبت به تیمار شاهد (۰ بار) توده تبریز بیشترین (۸۴/۹۴ درصد) کاهش را نشان داد. توده‌های آمل و ساری از نظر سرعت جوانه‌زنی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند به‌طوری‌که در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۷۵/۱۳ و

۷۷/۷۳ درصد کاهش نشان دادند. بنابراین توده مشهد و در مرحله بعد توده ساری نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر سرعت جوانه‌زنی می‌باشند (شکل ۷). کاهش فرآیند جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به کندی صورت خواهد گرفت و در نتیجه زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (۱۳).



شکل ۷- بررسی اثر متقابل توده و خشکی بر سرعت جوانه زنی گیاه دارویی شنبلیله
Figure 7- Interaction effect of population and drought stress on germination rate of Fenugreek

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر توده و خشکی بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی در مورد اثر متقابل توده در خشکی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که طول ریشه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۲۶/۷۸ الی ۵۰/۲۹ میلی‌متر به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های آمل و ساری در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر طول ریشه‌چه می‌باشد (جدول ۳). با افزایش سطوح خشکی صفت طول ریشه‌چه روند کاهشی حاصل نموده است، به‌طوری‌که این صفت در تیمار شاهد (۰ بار) و تیمار تنش شدید (۹- بار) به ترتیب بین ۶۳/۱۷ و ۱۷/۶۲ سانتی‌متر متغیر بوده است. میانگین این صفت در سطح ۹- بار به میزان ۷۳/۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (۰ بار) کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات بیشترین درصد بود (جدول ۳). طی مطالعه‌ای پهلوان پور (۲۶) نشان داد، علت کاهش طول ریشه‌چه می‌تواند محدودیت در فشار تورگر باشد. ایجاد استحکام و سختی در دیواره سلول‌های برگ‌های در حال رشد می‌توانند برای زنده ماندن و بقاء رشد گیاهان در شرایط کمبود آب سودمند باشد. نهایتا سخت شدن دیواره سلول در طولانی مدت سبب ایجاد گیاهان کوچکتر می‌شود و سبب کاهش فتوسنتز می‌شود (۲۶).

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات طول ساقه‌چه همانند طول ریشه‌چه تحت تأثیر توده و خشکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی در مورد اثر متقابل توده در خشکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که صفت طول ساقه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۲۱/۷۴ الی ۴۳/۳۱ میلی‌متر به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های ساری و آمل در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر طول ساقه‌چه می‌باشد. البته بین توده‌های آمل و ساری تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ۳). آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش، میزان تجمع ماده خشک در بافت ساقه‌چه گیاهچه-

های متحمل افزایش می‌یابد و ارقامی که بتوانند در شرایط تنش رطوبتی طول ساقه‌چه خود را بیشتر افزایش دهند یا افت طول ساقه چه در آنها با افزایش تنش خشکی کم باشد، گیاهچه‌های مقاوم در برابر تنش خشکی به شمار می‌آیند (۸).

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله تحت تأثیر اثرات ساده توده و خشکی

Table 3- Comparison of the germination properties fenugreek under effect of population and different drought levels

تیمارها Treatment	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Length of radicle (mm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Length of plumule (mm)
توده Population		
آمل Amol	38.20^{b}	26.07^{b}
تبریز Tabriz	26.78^{d}	21.74^{c}
ساری Sari	34.61^{c}	27.13^{b}
مشهد Mashhad	50.29^{a}	43.31^{a}
خشکی(بار) Drought(bar)		
0	63.17^{a}	40.34^{a}
-3	37.98^{b}	36.74^{b}
-6	31.10^{c}	25.62^{c}
-9	17.62^{d}	15.55^{d}

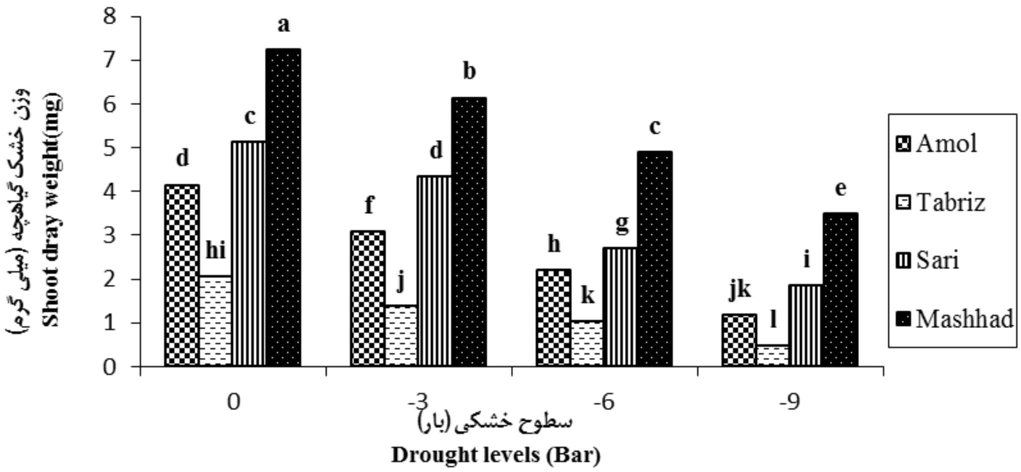
بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means in each treatment and for each column followed by the same letter are not significantly different at ($P \leq 0.05$) of probability by LSD test

با افزایش سطوح خشکی صفت طول ساقه‌چه روند کاهشی پیدا کرده است، به طوری‌که این صفت در تیمار شاهد (۰ بار) و تیمار تنش شدید (۹- بار) به ترتیب بین ۴۰/۳۴ و ۱۵/۵۵ سانتی‌متر متغیر بوده است. تیمار تنش شدید کمترین میانگین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص داد و میانگین این صفت به میزان ۶۱/۴۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات کمترین درصد بود (جدول ۳). یکی از علل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره ای بذر به جنین ذکر گردیده است (۳۱). در آزمایشی ماکار و همکاران (۱۹) در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) دریافتند که با کاهش پتانسیل آب طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

وزن خشک گیاهچه

بین پتانسیل‌های آبی، توده‌ها و اثرات متقابل آنها از نظر وزن خشک گیاهچه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش وزن خشک گیاهچه توده‌های بومی شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۷۱/۵۶، ۷۷/۱۸، ۶۴/۰۰، ۵۱/۶۵ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود توده مشهد از نظر وزن خشک گیاهچه از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح خشکی برخوردار بوده است به‌طوری‌که وزن خشک گیاهچه مربوط به این توده در سطح آخر خشکی نسبت به سطح شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر وزن خشک گیاهچه می‌باشد (شکل ۸). کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر تنش خشکی در اغلب گیاهان زراعی و باغی گزارش شده است، دی و کار (۶) در گیاه لوبیا به نتایج مشابه این تحقیق رسیدند. در شرایط تنش خشکی مقدار پروتئین‌های دیواره که در طویل شدن و رشد سلول نقش دارند کاهش می‌یابند و در توزیع بعضی از ترکیبات پکتینی که سبب نرم شدن دیواره سلول می شوند افزایش می‌یابند و در نهایت سبب کاهش وزن خشک گیاهچه می‌شوند (۱۴).



شکل ۸- بررسی اثر متقابل توده و خشکی بروزن خشک گیاهچه گیاه دارویی شنبلیله
Figure 8- Interaction effect of population and drought stress on shoot dry weight of Fenugreek

همبستگی صفات

چنانچه از جداول ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی (جداول ۴ و ۵) استنباط می‌شود در آزمایش تنش شوری بین کلیه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و قابل توجهی مشاهده شد. با افزایش درصد بذور جوانه‌زده کلیه مؤلفه‌های جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش یافت. درصد جوانه‌زنی بیشترین همبستگی مثبت را با طول ریشه‌چه (۰/۹۶) داشت. همچنین بین درصد جوانه‌زنی با وزن خشک گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۹۳) وجود داشت. از طرفی کمترین میزان همبستگی بین سرعت جوانه‌زنی با وزن خشک گیاهچه (۰٫۶۱) مشاهده شد.

در آزمایش تنش خشکی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین کلیه صفات مورد بررسی مشاهده شد. بیشترین همبستگی بین سرعت جوانه‌زنی با درصد جوانه‌زنی (۰/۹۰) بود. به طوری‌که با افزایش سرعت جوانه‌زنی، درصد بذور جوانه‌زده در یک زمان مشخص، افزایش یافت. چنانچه انتظار می‌رفت بین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز همبستگی بالایی مشاهده شد که مقادیر آن در آزمایش تنش شوری و خشکی به ترتیب (۰/۸۸ و ۰/۸۲) بود. زیرا چنانچه بذر بتواند تحت تنش گیاهچه‌ای با ریشه‌های بلندتر تولید نماید مسلماً ساقه‌چه بلندتری نیز خواهد داشت. علاوه بر این همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک گیاهچه با تمامی صفات مورد مطالعه در دو آزمایش حاصل گردید.

جدول ٤- مقادیر ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با سطوح مختلف شوری در گیاه دارویی شنبلیله
Table 4- The value of correlation coefficients associated with different levels of salinity in fenugreek

	1	2	3	4	5
صفات Traits	درصد جوانه زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight
1	1				
2	0.79**	1			
3	0.96**	0.78**	1		
4	0.90**	0.86**	0.88**	1	
5	0.93**	0.61**	0.90**	0.86**	1

* و **؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد را نشان می‌دهد.

*,**: Significant at 1% and 5% level probability, respectively

جدول ۵- مقادیر ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با سطوح مختلف خشکی در گیاه دارویی شنبلیله

Table 5- The value of correlation coefficients associated with different levels of drought in fenugreek

	1	2	3	4	5
صفات Traits	درصد جوانه زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight
1	1				
2	0.90**	1			
3	0.77**	0.86**	1		
4	0.77**	0.80**	0.82**	1	
5	0.81**	0.80**	0.81**	0.89**	1

* و **؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد را نشان می‌دهد.

* ,**؛ Significant at 1% and 5% level probability, respectively

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش سطوح شوری و منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه به طور معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) در کلیه‌ی توده‌های مورد بررسی نسبت به شاهد کاهش یافت اما میزان کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری نسبت به تنش خشکی در توده‌های شنبلیله آمل، تبریز، ساری و مشهد بیشتر از درصد جوانه‌زنی بود. از طرفی حساسیت سرعت جوانه‌زنی هم در شرایط تنش شوری و هم در شرایط خشکی بیشتر از درصد جوانه‌زنی بود بنابراین می‌توان از این عامل به عنوان معیار مناسبی برای تعیین متحمل‌ترین توده‌ها به شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی در گیاه شنبلیله استفاده کرد. صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه با افزایش تنش در توده مشهد نسبت به سایر توده‌ها کاهش کمتری داشت در حالی‌که این نسبت به ترتیب در توده‌های تبریز، ساری و آمل بیشتر بود، که این تفاوت نشان دهنده تحمل بیشتر توده مشهد به تنش‌های شوری و خشکی می‌باشد. به نظر می‌رسد بتوان از توده مشهد و در مرحله بعد توده آمل برای اصلاح توده‌هایی با پتانسیل عملکرد زیاد در مناطق شور و خشک استفاده کرد. البته گیاهان در مراحل مختلف رشد خود عکس العمل متفاوتی به شوری و خشکی از خود نشان می‌دهند و قدرت یک بذر برای جوانه زدن و تولید گیاهچه در شرایط تنش نشانگر این است که گیاه دارای پتانسیل تحمل به تنش می‌باشد ولی الزاماً بدین معنی نیست که گیاهچه‌ای که در شرایط نامتعادل شروع به رشد کرده، بتواند رشد خود را در همان شرایط ادامه دهد. بنابراین آزمایشات زیادی برای تأثیر تنش شوری و خشکی در مراحل مختلف رشد لازم است تا بتواند با توجه به این آزمایشات متحمل ترین توده را انتخاب کند.

منابع

1. Alizadeh A. 2001. Principles of Applied Hydrology. Press Astan Quds Razavi. The thirteenth edition. 816. (in Persian).

2. Almansouri M., Kinet J.M., and Lutts S. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum Desf.*). Plant & Soil, 231: 243-254.

3. Bohnert H. J., and Jensen R. G. 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. Aust. Plant Physiology, 59: 661-667.

4. Borumand Rezazadeh Z., and Koocheki A. 2005. Investigation of seed germination response *Carum copticum* and fennel to Potential osmotic and matric result of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 in different temperatures. Journal of Agriculrural Research, 3: 207-217. (in Persian with English abstract).

5. Cavusoglu K., and Kabar K. 2010. Effects of hydrogen peroxide on the germination and arly seedling growth of barley under NaCl and high temperature stresses. EurAsian Journal of Biological Science, 4: 70-79.

6. De F., and Kar R. K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress included by PEG-6000. Seed Science and Technology, 23: 301-304.

7. Ehdayie B.1993. Selection for tolerance to drought in wheat. Abstracts of the Fourth Congress Agronomy and Plant Breeding, 43-46. (in Persian with English abstract).

8. El-Sharkawi H. M., Farghali K. A., and Sayed S. A. 1989. Interactive Effects of Water Stress, Temperature and Nutrients in Seed Germination of Tree Desert Plants. Academic Press of Egypt.

9. Ghasemi Firoozabadi A. 2001. Investigation of resilience to salinity and drought on two rangeland species. MSc. Thesis in Tehran University. (in Persian with English abstract).

10. Govahi M., Safari Gh., and Shajie A. 2006. Effect of drought stress and salinity on seed germination buckwheat herb, Proceedings of the Ninth Congress of Crop Science. 598. (in Persian with English abstract).
11. Hassani A. 2005. The effect of water stress induced by polyethylene glycol on seed germination characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). Investigation of Medicinal and Aromatic Plants, No. 21: 535-543. (in Persian with English abstract).
12. Huang J., and Redmann R.E. 1995. Salt tolerance of Hordeum and Brassica species during germination and early seedling growth. Canadian Journal of Plant Science, 75: 815-9.
13. Husseini H., and Rezvani Moghaddam P. 2006. Effects of drought and salinity stress on germination (*Plantago ovate*). Journal of Agriculrural Research, 4: 15-22. (In Persian)
14. Iraki, N.M., N. Singh, R.A. Bressan, and N.C. Carpita. 2006. Cell walls of tobacco cells and changes in composition saaocited with reduced growh upon updation to water and slain stress. Plant Physiology, 91: 48 -53.
15. Khan M.A., Gul B., and Weber D.J. 2002. Effect of temperature, and salinity on the germination of Sarcobatus vermiculatus. Biological Plantarum, 45: 133-135.
16. Koocheki A., and Alizadeh A. 1995. Principles of agriculture in arid, (Compilation Arnon). Fourth edition. Press Astan Quds Razavi, 260. (in Persian)
17. Lebaschy M., and Sharifi Ashurabadi, A. 2004. The growth parameters of some species of medicinal plants under drought stress. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20: 249-261. (in Persian with English abstract).
18. Macar T.K., Turan O., and Ekmekci Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. G.U. Journal of Science, 22: 5-14.
19. Michel B.E., and Kaufmann M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.
20. Moatar F., and Ardekani Shams M. 1982. Manual of plants. Academy of Medical Sciences. 87.
21. Mohammadi G.R. 2009. The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environrinmental Science, 5:3: 322-326.
22. Niu X., Bressan R.A., Hasegawa P.M., and Pardo J.M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environment. Plant Physiology, 109: 735- 742.
23. Odoemena C.S. 1988. Breaking of seed coat dormancy in a medicinal plant Tetrapleura tetraptera. J. Agric. Sci., (Cambridge), 111(2): 393 – 394.
24. Omidbaigi R. 2004. Approaches to the production and processing of medicinal plants. Behnashr Publications, Mashhad, 3: 397. (in Persian)
25. Pahlevanpor, A. 1995. Phsiological effects of por irrigation condition on snail medics. Msc thesis of Shiraz University. 186pp. (in Persian)
26. Rahimian Mashhadi H., Bagheri Kazemabad E., and Paryab A. 2001. Effect of different Potential of polyethylene glycol and sodium chloride and dry with temperatures on germination of wheat rocks. Journal of Agricultural Science and Technology, 5: 37-42. (in Persian with English abstract).
27. Rezai M., and Alinejad T. 2004. Effect of salinity on germination cumin. Abstracts of the First National Conference of cumin, 84-85.(in Persian with English abstract).
28. Saeidian F. 1996. Evaluation of drought resistance and water use efficiency in two species. Master Thesis range. Department of Natural Resources. Tehran University. (in Persian)
29. Song J., Fan H., Zhao Y., Jia Y., Du Y., and Wang B. 2008. Effect of salinity on germination, seedling emergence, seedling growth and ion accumulation of a euhalophyte *Suaeda salsa* in an inertial zone and on saline inland, Aquatic Botany, 88: 331-337.
30. Trautwein E.A., Reickhoff D., and Erbershobler H.F. 1997. The cholesterol- lowering effect of Psyllium a source dietary fiber. Ernhurung Umschau, 44: 214-216.
31. Zhu J. K. 2001. Plant salt tolerance. Trend in Plant Sci., 6: 66-71.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 61-69
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۶۹-۶۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تأثیر محلول‌پاشی با کلرور کلسیم بر عارضهٔ پوسیدگی گل‌گاه در دو رقم هندوانه (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum&Nakai.)

محمد صلاحی فراهی[1*]- فرامرز سیدی[2] - هادی شیخ ویسی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی با کلرور کلسیم بر عارضهٔ پوسیدگی گل‌گاه در دو رقم هندوانه آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی ارقام چارلستون‌گری و چارلی درایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد ودر سال زراعی ۱۳۸۷ اجرا شد. عوامل آزمایش شامل دو رقم هندوانه (چارلستون‌گری و چارلی) و چهار سطح محلول‌پاشی کلسیم (۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار کلرور کلسیم) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل: متوسط وزن میوه، متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده میوه، بریکس، ضخامت پوست، عملکرد میوه، تعداد میوه آلوده و تعداد میوه سالم بود. نتایج تجزیه برگ و میوه نشان داد که محلول‌پاشی با کلرور کلسیم سبب افزایش کلسیم (از ۰/۲۴ درصد به ۰/۳ درصد) در بافت آن‌ها شد. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف کلرور کلسیم بر متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده، عملکرد میوه و تعداد میوه معنی‌دار نبود، درحالی‌که محلول‌پاشی با کلرور کلسیم تعداد میوه‌های آلوده را به‌طورمعنی‌داری کاهش داد، به‌طوری‌که تیمارهای صفر در هزار و ۸ در هزاربه ترتیب ۱۶۶۷ و ۵۸۸ میوه آلوده در هکتار داشتند.

واژه‌های کلیدی: چارلستون‌گری، چارلی، عملکرد، عناصر غذایی وکود

مقدمه

هندوانه یکی از مهم‌ترین صیفی‌جات بوده و در خوراک انسان، تهیه علوفه و الکل به کار می‌رود. این گیاه بومی مناطق گرم آفریقا بوده و پرورش آن ابتدا در مصر قدیم و هندوستان آغاز شده و ازآنجا از طریق دریای مدیترانه به کشورهای مختلف ازجمله خاور نزدیک و آسیا گسترش یافته است (۵). سطح زیر کشت هندوانه در دنیا در سال ۲۰۱۲ در حدود ۳/۵ میلیون هکتار و تولید سالانه آن ۱۰۵/۴ میلیون تن میوه بوده است (۶). متوسط عملکرد میوه هندوانه در جهان ۳۰ تن گزارش شده است. سطح زیر کشت هندوانه در همین سال در کشور ۱۴۵ هزار هکتار و تولید آن نیز ۳/۸ میلیون تن بوده است. متوسط عملکرد میوه هندوانه در کشور در حدود ۲۶ تن گزارش شده است.در سال ۱۳۹۰ سطح زیر کشت آبی هندوانه در استان گلستان ۱۰۳۱ هکتار، سطح زیر کشت دیم ۳۸۲۹ هکتار، میزان تولید آبی۲۴۵۲۲ تن بوده و همچنین متوسط عملکرد آبی هندوانه ۲۳۷۸۴ کیلوگرم در هکتار و متوسط عملکرد دیم این محصول ۱۴۸۸۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شد (۱). به گفته یانگ هونگ (۲۷)جذب و انتقال کلسیم در گیاه ترکیبی از سه مرحله اصلی است. اولین مرحله عبور از کورتکس ریشه به آوند چوبی، مرحلهٔ دوم انتقال داخل آوند چوبی و درنهایت توزیع کلسیم به برگ‌ها و میوه‌ها است. وایت و براودلی (۲۶)، اظهار داشت که گیاهان ترجیحاً کلسیم را از محلول خاک از طریق سیستم ریشه بدست می‌آورند وی همچنین بیان نمود که کلسیم از مسیر آپوپلاست (همراه با جریان تعرق) از میان ریشه‌ها رو به بالا حرکت کرده و از طریق آوند چوبی به اندام‌های مختلف گیاه انتقال می‌یابد. تغذیه مطلوب از نظر سلامت، تولید و کیفیت میوه اهمیت دارد. مقدار و نسبت کافی عناصرغذایی درخاک اساس وضعیت مطلوب تغذیه‌ای گیاه می‌باشند. امابرخی شرایط ممکن است از جذب عناصر غذایی حتی درخاک‌هایی که به مقدار کافی عناصر غذایی به آن‌ها عرضه شده، جلوگیری کنند (۱۲). محلول پاشی برگ معمولاً این نقیصه راجبران یا تخفیف می‌دهد. سلطانی و همکاران (۲۴)، بیان داشتند که

۱- دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه ارومیه
(*-نویسنده مسئول: Email: Salahimohammad604@gmail.com)
۲- مربی پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد بجنورد

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.40666

علت پوسیدگی گل‌گاه هندوانه نتیجهٔ کمبود کلسیم ناشی از مشکل جذب و انتقال آن به اندام‌های هوایی در اثر تنش‌های رطوبتی هوا و خاک است. هاوارد و همکاران (۸)، در مطالعات خود نتیجه گرفتند، عوامل زیادی باعث بروز عارضهٔ پوسیدگی گل‌گاه هندوانه می‌شود که یکی از مهم‌ترین آن‌ها کمبود کلسیم می‌باشد. به گفتهٔ آن‌ها اگرچه کلسیم به مقدار کافی موجود است ولی شرایط خاک و گیاه اجازهٔ جذب آن را نمی‌دهد. آن‌ها در نهایت اظهار داشتند که به دلیل جذب بهتر برگی بهتر است محلول‌پاشی صورت گیرد. کلسیم عنصری است که با سایر عناصر از این نظر که در مقایسه با برگ‌ها به مقدار اندکی وارد میوه‌های گوشتی می‌شود تفاوت دارد (۲۳). شواهدی وجود دارد که در خربزه کلسیم موجب تنظیم نرم شدن و زوال میوه در سطح غشایی می‌شود (۱۱). ماتئو و سالوادور (۱۳)، بیان داشتند که پوسیدگی گل‌گاه، اختلال فیزیولوژیکی معمولی است که در هندوانه (*Citrulluslanatus*L.) به وجود می‌آید. پوسیدگی گل‌گاه ممکن است در تمام مناطق تولید هندوانه در دنیا اتفاق افتد و ایجاد خسارت بیش از ۵۰ درصد را نشان دهد. آن‌ها این عارضه را به ناکافی بودن مقدار کلسیم در گل‌گاه میوه بیان مربوط دانستند. ساده‌ترین روش برای حداکثرنمودن سطح کلسیم میوه محلول‌پاشی آن است. امادربسیاری ازمواردرسیدن به این هدف به دلیل محدودیت جذب ونفوذکلسیم به درون میوه و محدودیت حرکت آن درمیوه مشکل است (۱۴). دنیس اسکات و همکاران (۳) طی بررسی اثر مصرف کلسیم برغلظت عنصر در برگ و پوست میوه سه رقم هندوانه گزارش نمودند که بین ارقام مورد مطالعه آن‌ها (چارلستون‌گری، کریمزون سویت و ترای ایکس) از نظر تجمع کلسیم در بافت پوست هندوانه تفاوت وجود داشت. همچنین گزارش نمودند با افزایش مقدار مصرف کلسیم وقوع عارضه پوسیدگی گلگاه فقط در رقم چارلستون‌گری کاهش یافت. اما رابطه‌ای بین مقدار کلسیم در برگ و پوست میوه ارقام هندوانه با پوسیدگی گلگاه وجود نداشت.

سائور (۲۲)، نشان داد که حداکثر سرعت نسبی رشد میوهٔ گوجه فرنگی در ۱۲ تا ۱۵ روز بعد از گرده‌افشانی اتفاق می‌افتد. در این دوره توسعهٔ سریع میوه، کلسیم برای جلوگیری از پوسیدگی گل‌گاه ضروری است. پایوا و همکاران (۱۹) نیز بیان کردند که جذب کلسیم همبستگی زیادی با تشعشع خورشیدی و درجه حرارت سیستم ریشه دارد. همچنین مورارد و همکاران (۱۶) نشان دادند که جذب کلسیم توسط ریشه به‌طور وسیع به‌عنوان یک فرآیند غیرفعال در طول شیب الکتروشیمیایی، همراه با جذب یا خروج آب در طی روز و فشار ریشه درطی شب مطرح است. مهم‌ترین ناهنجاری‌ها مرتبط با کمبود کلسیم به‌صورت عارضهٔ پوسیدگی گل‌گاه است. اگرچه غلظت‌های بالایی از کلسیم می‌تواند از تمام این ناهنجاری‌ها جلوگیری نماید، ولی این ناهنجاری‌ها صرفاً به خاطر کمبود کلسیم ظاهر نمی‌شود. اولین شواهد از ارتباط کلسیم با پوسیدگی گل‌گاه توسط رالیق و چوکا (۲۰)، کشف شد. آن‌ها نشان دادند که هر زمان مقدار کلسیم میوه گوجه فرنگیکمتر از ۰/۲ درصد باشد به‌طورکلی پوسیدگی گل‌گاه به وجود می‌آید. هو و همکاران (۷) نشان دادند که پوسیدگی گل‌گاه به دلیل تأمین کم کلسیم در محیط غذایی نبود، بلکه در اثر افزایش تقاضا برای کلسیم در قسمت بزرگ شدن سریع سلول میوه (قسمت انتهای میوه) است، که آوند چوبی قدرت تأمین ندارد. آن‌ها در مطالعه روی فلفل، گل‌ها را با چهار گروه مختلف تلقیح کردند که چهار سرعت رشد مختلف میوه دارند. بارگذاری گرده‌ها نشان دادند که با افزایش سرعت رشد میوه (افزایش بار گرده) پوسیدگی گل‌گاه افزایش یافت و پوسیدگی گل‌گاه همبستگی منفی با غلظت کلسیم میوه داشت. همچنین، وقوع پوسیدگی گل‌گاه گوجه فرنگی و هندوانه وقتی که کودهای دارای نیتروژن زیاد(افزایش رشد برگ‌ها، تعرق بیشترو رشد سریعتر میوه)، گوگرد زیاد، منیزیوم زیاد(رقابت با کلسیم)، پتاسیم زیاد (رقابت با کلسیم)، کلر زیاد و کلسیم کم، استفاده شود، بالا می‌باشد. کیت (۱۰) علت اصلی پوسیدگی گل‌گاه را کمبود کلسیم و عواملی مثل تنش‌های رطوبتی، خشکی، شوری و رشد سریع که انتقال کلسیم را به بافت‌های نزدیک به انتهای میوه با مشکل مواجه می‌کنند، برشمرد.

مواد و وروش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در پنج کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد اجرا شد. خاک منطقه مورد مطالعه جزو خاک‌های کلسی زرال و رژیم حرارتی منطقه ترمیک است. از نظرفیزیوگرافی،زمین مورد مطالعه در یک فیزیوگرافی River alluvial plain قرار گرفته و دارای شیب ملایم می‌باشد. خاک محل اجرای آزمایش شور نبوده و pH آن کمی قلیایی می‌باشد. میزان فسفر، پتاسیم، آهن، بر و کلسیم خاک کافی بوده ولی مقدار روی قابل استفاده آن کم بود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای تحقیق در سال۱۳۸۷

Table 1- Results of soil test of the experiment site in 2011

بافت خاک	B	Zn	Fe	K	P	N	SP	OC	CaCO3	EC	pH
Soil texture	(mg.kg^{-1})					(%)				(dS.m^{-1})	(1:5)
لومی سیلتی Silty-Loam	2	0.6	2.6	350	9	0.15	52	1.46	20	0.73	8.1

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی و درسه تکرار اجرا شد.عوامل آزمایشی شامل دو رقم هندوانه (چارلستون‌گری وچارلی) تولیدی شرکتAsgrow(USA) و چهارسطح محلول‌پاشی کلسیم (۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار کلرور کلسیم) بود. هرکرت شامل چهار خط کاشت ۱۰ متری بود. فواصل ردیف وروی ردیف به ترتیب ۳ و ۰/۷۵ متر بود. در هرکپه سه بذرکاشته شده که همراه با وجین اول تنک شدند. آبیاری در شش مرحله (بدون تنش رطوبتی) به‌صورت جوی و پشته انجام شد. محلول‌پاشی کلرورکلسیم قبل از تشکیل میوهو به فاصله ۱۵ روزدر سه نوبت انجام شد. تعداد میوهٔ سالم، متوسط وزن میوه، تعداد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه در دو ردیف وسط، با رعایت حاشیه از طرفین، به‌طور جداگانه برداشت و تعیین شدند. برای اندازه‌گیری کلسیم و پتاسیم بافت آلودهٔ میوه در هر سه چین در زمان رسیدگی برداشت نمونه‌های بافت آلوده جدا شده و سپس در پایان این نمونه‌ها با یکدیگر ترکیب شده و نمونه‌های مرکب مورد تجزیه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری کلسیم بافت برگ و گل در هر سه چین در زمان گلدهی چهارمین برگ از قسمت بالای بوته انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و مورد تجزیه قرار گرفتند. بریکس نیز با دستگاه رفرکتومتر دستی با مشخصات OSK 7926 ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها از مزرعه، تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزارSAS انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طوری که در جدول۲ مشاهده می‌نمائید، تاثیر محلول‌پاشی با کلرورکلسیم واثررقم برطول میوه ارقام هندوانه معنی‌دار نبود، هم‌چنین اثر متقابل رقم × کلسیم بر متوسط طول میوهٔ ارقام هندوانه معنی‌دار نبود (جدول۲).

محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم تأثیر معنی‌داری بر طول قسمت پوسیدهٔ میوه هندوانه نداشت، این صفت تحت تاثیر ارقام نیز نبود (جدول ۲). این نتایج در تناقض با یافته‌های میلیکیان و همکاران (۱۵)که افزایش طول میوه با محلول‌پاشی کلسیم را گزارش کردند، بود. بریکس یا درصد مواد جامد محلول، صفت مهمی در هندوانه می‌باشد که بالا بودن آن بازار پسندی محصول را افزایش می دهد. کلسیم هیچ‌گونه تأثیری در افزایش یا کاهش معنی‌داری بر بریکس نداشت،همچنین اثر رقم و اثر متقابل رقم × کلسیم نیز معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۲) که اثرغلظت‌های مختلف کلسیم بر ضخامت پوست ارقام هندوانهٔ مورد آزمایش بی‌تأثیر بوده ولی اثر متقابل آن‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. این نتایج مشابه با یافته‌هایدنیس اسکات و همکاران (۳) مبنی بر عدم رابطه بین غلظت کلسیم و ضخامت پوست میوه بود. همچنین دنیس اسکات و همکاران (۳) در بررسی خود جهت تأثیر کاربرد کود کلسیم بر روی ارقام هندوانه بیان کردند که با افزایش غلظت کلسیم، اثر متقابل آنتوژنی (هسته زایی) میوه در روزهای بعد از گلدهی و قسمت گل‌گاه میوه و یا انتهای ساقه، بر غلظت‌های عنصر در بافت پوست مؤثر هستند. عملکرد میوه در بین تیمارهای کلسیمی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، همچنین اثر متقابل رقم × کلسیم نیز معنی‌دار نبود (جدول ۲). این نتیجه با مشاهدات دنیس اسکات و همکاران (۳) که حاکی ازعدمتأثیرمحلول‌پاشی کلرورکلسیم بر عملکرد میوه بود، منطبق می‌باشد. اگرچه بایافته‌های میلیکان و همکاران (۱۱) مبنی افزایش عملکرد در گوجه فرنگی با افزودن کلسیم و مشاهدات اولسن (۱۸) که در دو روش کاربرد کلسیم به‌صورت خاکی و محلول‌پاشی، روش محلول‌پاشی سبب کاهش اندک عملکرد هندوانه شد، در تناقض می‌باشد. اثر کلسیم بر روی تعداد میوه‌های آلوده تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشته، ولی اثر رقم و اثر متقابل رقم × کلسیم معنی‌دار نبوده است (جدول ۲). میانگین تعداد میوهٔ آلوده در تیمارهای ۰، ۳، ۵ و ۸ در هزار به ترتیب ۱۶۶۷، ۱۱۴۴، ۸۱۷ و ۵۸۸ میوهٔ آلوده در هکتار بود (جدول ۳). نتایج این تحقیق با مطالعات سیرولی و سیکارس (۲) مطابقت دارد. آن‌ها کاربرد کلسیم را بر روی رقم حساس چارلستون‌گری و رقم نسبتاً مقاوم کریمسون‌سوئیت هندوانه مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند که تعداد میوه‌های دچار عارضهٔ پوسیدگی گل‌گاه کاهش یافت. مشاهدات دنیس اسکات و همکاران (۳) تحت عنوان تأثیر کاربرد کلسیم بر بافت برگ و پوست میوهٔ هندوانه نیز مؤید این مسأله است که با افزایش میزان کلسیم درصد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل‌گاه کاهش می یابد.

در مغایرت با نتایج این مطالعه موحمد و سامز (۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان اثرات کلسیم بر روی عملکرد و شیوع پوسیدگی گل‌گاه سه رقم گوجه فرنگی (مونتاین، سلبریتی و سان رایز)، مشاهده کردند که استفاده از کلسیم به شکل کلرور کلسیم نتوانست تأثیر معنی‌داری بر کاهش تعداد میوه‌های آلوده داشته باشد. بیشترین تعداد میوه‌های آلوده مربوط به تیمار عدم محلول پاشی کلسیم و کمترین تعدادمیوه‌های آلوده از تیمار محلول پاشی با غلظت ۸ در هزار کلرور کلسیم بود (شکل ۱)

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام هندوانه تحت تاثیر محلول‌پاشی کلرور کلسیم

Table 2. ANOVA of different traits of watermelon varieties affected by calcium chloride spraying

منابع تغییرات S.O.V	درجهٔآزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of squares							
		عملکردمیوه Fruit yield	ضخامت پوست Rind diameter	بریکس Brix	طول قسمت پوسیدهٔمیوه Length of rotten section of fruit	متوسط طول میوه Fruit length	متوسط وزن میوه Mean fruit weight	تعدادمیوهٔآلوده Number of infected fruits	تعدادمیوهٔسالم Number of healthy fruits
تکرار Rep	2	77787803**	0.003^{ns}	0.073^{ns}	0.44^{ns}	1.63^{ns}	1.79^{ns}	62460.3^{ns}	395679.9^{ns}
رقم Var	1	1816320^{ns}	0.007^{ns}	0.002^{ns}	0.12^{ns}	13.47^{ns}	0.03^{ns}	129756.9^{ns}	78512.7^{ns}
کلسیم Ca	3	6133733^{ns}	0.012^{ns}	0.2^{ns}	0.49^{ns}	15.06^{ns}	2.59^{ns}	1313033.1**	732142.9*
رقم × کلسیم Var×Ca	3	8504252^{ns}	0.025*	0.28^{ns}	0.18^{ns}	0.68^{ns}	0.28^{ns}	134029.7^{ns}	364722.9^{ns}
خطا Error	14	10419653	0.01	0.11	0.38	5.89	0.89	55145.8	177814.7
ضریب تغییرات CV		16.12	9.24	3.72	33.45	8.75	14.51	22.28	13.48

*،** و ns به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی دار با احتمال ۱ و ۵ درصد

*,**, ns show significance at 5 and 1 % probability level and non-significance, respectively

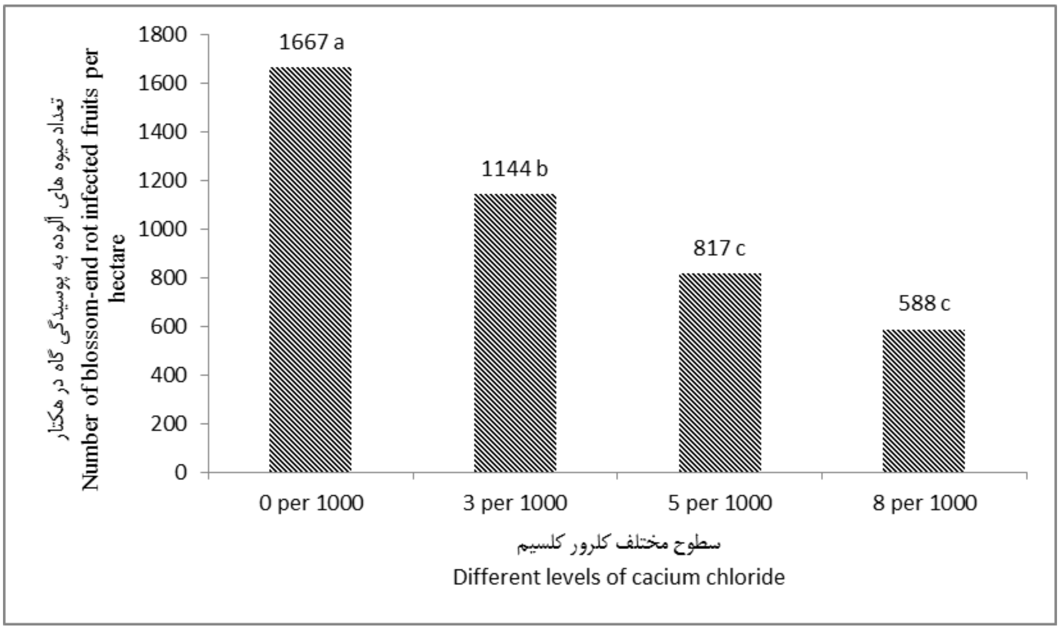
جدول۳- میانگین‌های صفات مورد بررسی ارقام هندوانه تحت تاثیر محلول‌پاشی کلرور کلسیم

Table 3.Means of traits studied in watermelon varieties affected by calcium chloride spraying

تیمار Treatment	عملکرد میوه Fruit yield (Kg/ha)	ضخامت پوست Rinddiameter (cm)	بریکس Brix (%)	طول قسمت پوسیدهٔ Rotten Length (cm)	متوسط طول میوه Fruit length (cm)	متوسط وزن میوه Fruit weight (Kg)	تعداد میوهٔ سالم Number of healthy fruits (No./ha)
ارقام Var							
چارلستون گری C.Grey	19744 a	0.83 a	8.98 a	1.92 a	28.47 a	6.56 a	3010 a
چارلی Charlie	20295 a	0.86 a	8.99 a	1.78 a	26.97 a	6.48 a	3132 a
کلسیم Ca							
۰ در هزار 0 per 1000	21223 a	0.87 a	9.17 a	1.51 a	29.28 a	7.30 a	2907 ab
۳ در هزار 3 per 1000	20221 a	0.78 a	8.93 a	1.83 a	27.42 a	6.45 a	3135 ab
۵ در هزار 5 per 1000	19860 a	0.88 a	9.10 a	2.21 a	25.64 a	5.70 a	3484 a
۸ در هزار 8 per 1000	18744 a	0.88 a	8.75 a	1.86 a	28.54 a	6.63 a	2832 b
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

اعداد هرگروه درهرستون که حداقل دریک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار آماری براساس آزمون LSD هستند

Values at each column with at least one similar letter donot have significant differences based on LSD test



شکل ۱- تاثیر محلول پاشی باغلظت‌های مختلف کلرور کلسیم بر تعداد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گل گاه هندوانه

Figure 1- Effects of spraying with different levels of calcium chloride on number of blossom-end rot infected fruits of watermelon

تعداد میوهٔ سالم با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلرور کلسیم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ در صد داشتند،اگرچه اثر رقم و اثر متقابل رقم × کلسیم بر تعداد میوهٔ سالم از نظر آماری بی‌تأثیر بود (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس مقادیر مختلف کلسیم در بافت میوهٔ های آلوده به پوسیدگی گلگاه نشان می‌دهد، با افزایش غلظت محلول کلرور کلسیم میزان کلسیم بافت میوه نیز معنی‌دار شده است (جدول۴). همچنین اثر کلسیم برغلظت کلسیم برگ و گل در مرحله گلدهی معنی‌دار شد (جدول ۴). اثرکلسیم بر میزان پتاسیم بافت میوه معنی‌دار نشد (جدول ۴). این نتایج منطبق با مشاهدات کاشی و همکاران (۹) می‌باشدکه با محلول‌پاشی کلسیم میزان کلسیم برگ در هندوانه به‌طورمعنی‌داری افزایش یافت. به گفتهٔ هو و همکاران (۷) تقاضای گیاه برای جذب کلسیم در مرحلهٔ بزرگ شدن سریع میوه افزایش می‌یابد و آوندهای گیاه قدرت تأمین کلسیم را ندارند. بنابراین محلول‌پاشی با کلسیم بهترین گزینه می‌باشد.

در این مطالعه همچنین اگرچه افزایش غلظت کلرور کلسیم سبب افزایش میزان کلسیم برگ و گل در مرحلهٔ گلدهی شد و غلظت کلسیم در اثر کاربرد کلرور کلسیم در اندام‌های هوایی مثل برگ و گل هندوانه در مرحلهٔ گلدهی از ۱/۹۱ تا ۲/۳۳ درصد ماده خشک افزایش یافت، ولی این میزان نسبت به میزان متداول کلسیم در برگ و گل اندام‌های هوایی هندوانه بسیار کمتر بود. دامنهٔ غلظت کلسیم در اندام‌های هوایی هندوانه ۳/۶۶ تا ۵/۲۴ درصد مادهٔ خشک گزارش شده است دنیس اسکات (۳). از طرفی غلظت کلسیم بافت آلودهٔ میوه در این تحقیق در دامنه ۰/۲۴ تا ۰/۳۰درصد مادهٔ خشک بود که مشابه غلظت متداول آن که در دامنه ۰/۲ تا ۰/۳ درصد بافت میوه می‌باشد و در مشاهدات محققین دیگر گزارش شده است، بود (۳). بنابراین مشاهده می‌شود که پوسیدگی گل‌گاه در این مطالعه عمدتاً تحت تأثیر غلظت کلسیم برگ و گل در مرحلهٔ گلدهی قرارگرفته است و غلظت کلسیم بافت‌های آلوده براین مسأله مؤثر نبود.

جدول ٤- تجزیه واریانس مقادیرکلسیم وپتاسیم دربافت میوهٔآلوده وبافت برگ وگل درمرحلهٔگلدهی ارقام هندوانه

Table 4.ANOVA of calcium and potassium content in tissues of BER inffected fruits and leaves at flowering stage in watermelon varieties.

منابع تغییرات SOV	درجهٔ آزادی Degree of freedom	کلسیم بافت آلودهٔ میوه در مرحلهٔ رسیدگی برداشت Calcium of rotten fruit tissue at ripening	پتاسیم بافت آلودهٔ میوه در مرحلهٔ رسیدگی برداشت Potassium of rotten fruit tissue at ripening	کلسیم برگ و گل در مرحله گلدهی Leaf and flower Ca at flowering
تکرار Rep	2	0.005 ns	0.29 ns	0.008 ns
رقم Var	1	0.0004 ns	0.17 ns	0.015 ns
کلسیم Ca	3	0.004**	0.17 ns	0.187**
رقم × کلسیم Ca×Var	3	0.0003ns	0.3 ns	0.005 ns
خطا Error	14	0.0002	0.14	0.005
ضریب تغییرات C.V.		5.89	13.27	3.46

*،**وnsبه‌ترتیب معنی‌داردرسطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

*, **, ns show significance at 5 and 1 % probability level and non-significance, respectively

به عبارت دیگر حتی در شرایط محلول‌پاشی با غلظت ۸ در هزار کلرور کلسیم، اگرچه میزان کلسیم برگ و گل در مرحلهٔ گلدهی نسبت تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) افزایش معنی‌داری یافته است (جدول ۵)، ولی مقدار آن نسبت به دامنهٔ نرمال کلسیم در این اندام‌ها بسیار کمتر بود (شکل ۲).

در این مطالعه محلول‌پاشی کلرور کلسیم نتوانست تأثیر معنی‌داری بر متوسط وزن میوه، متوسط طول میوه، طول قسمت پوسیده، شاخص بریکس، ضخامت پوست و عملکرد میوه داشته باشد، درحالی که بر تعداد میوه‌های آلوده مؤثر بود. علی‌رغم وجود کلسیم کافی در خاک‌های منطقهٔ مورد آزمایش به دلیل آهکی بودن، ریشهٔ هندوانه در موقع رشد سریع میوه، توانایی جذب کلسیم را نداشته و از این‌رو گیاه در این زمان با کمبود کلسیم مواجه شده و عارضهٔ

پوسیدگی گل‌گاه در بعضی از میوه‌ها مشاهده می‌شود.

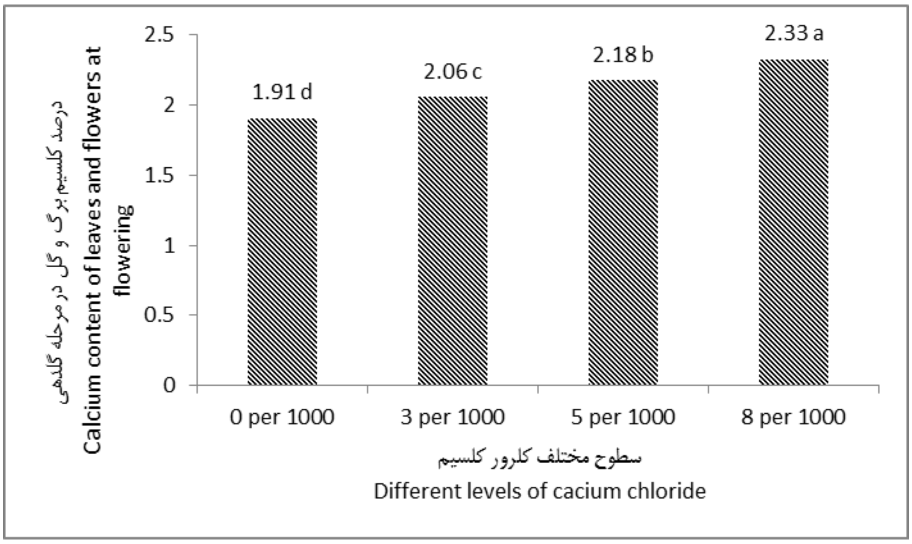
جدول ۵- مقایسه میانگین‌های مقادیر مختلف کلسیم و پتاسیم بافت میوهٔ آلوده و بافت برگ و گل در مرحلهٔ گلدهی ارقام هندوانه

Table 5- Mean comparison of various amounts of Ca and K in rotten fruit tissues and leaf and flower tissues of watermelonvarieties at flowering and at different calcium levels.

تیمار Treatment	پتاسیم بافت آلودهٔ میوه در مرحلهٔ رسیدگی Potassium of rotten fruit tissue at ripening (%)	کلسیم بافت آلودهٔ میوه در مرحلهٔ رسیدگی برداشت Calcium of rotten fruit tissue at ripening (%)	کلسیم برگ وگل درمرحله گلدهی Leaf and flower Ca at flowering (%)
ارقام Var			
چارلستون گری Charleston Gray	2.80 a	0.26 a	2.15 a
چارلی Charlie	2.55 a	0.26 a	2.10 a
کلسیم Ca			
۰ در هزار 0 per 1000	2.70 a	0.24 c	1.91 d
۳ در هزار 3 per 1000	2.62a	0.25 b	2.06 c
۵ در هزار 5 per 1000	2.75 a	0.26 b	2.18 b
۸ در هزار 8 per 1000	2.65 a	0.30 a	2.33 a

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار آماری بر اساس آزمون LSDدر سطح احتمال ۵ درصد هستند

Values at each column with at least one similar letter do not have significant differences based on LSD test at 0.05 probability level



شکل ۲- تاثیر محلول‌پاشی باغلظت های مختلف کلرور کلسیم بر در صد کلسیم برگ و گل در مرحله گلدهی

Figure 2- Effects of spraying with different levels of calcium chloride on calcium content of leaves and flowers at flowering

بنابراین بهترین راهکار، محلول‌پاشی با کلرور کلسیم برای کاهش تعداد میوه‌های آلوده می‌باشد. پوسیدگی گل‌گاه را مـی‌تـوان علامـت کمبود کلسیم در بافت تحتانی میوه در طی توسعهٔ سریع سلول در نظر گرفت. از این‌رو، می‌توان این عارضه را در هندوانه، بـا محلـول‌پاشـی کلسیم بر روی بوته‌های جوان به حداقل رسـاند. بهرحـال ایـن تیمـار فقط زمانی می‌تواند مفید واقع شود که محلول‌پاشی منظم کلسـیم بـا هدف میوه جوان قبل از مشاهدهٔ هر نوع علامـت پوسـیدگی گـل‌گـاه انجام شود. گاهی عدم موفقیت محلول‌پاشـی کلسـیم در جلـوگیری از پوسیدگی گل‌گاه ممکن است به دلیل کاربرد نامشخص روی پوشـش کامل گیاه، بدون ارزیابی نمو میوه باشد. با توجـه بـه اینکـه در طـول دوره رشد هندوانه دراین پروژه، بیشتر روزها درجه حرارت کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده تاثیر گرما بر پوسیدگی گلگاه قابل توجـه نبـود.

ازطرفی با آبیاری منظم خشکی نیز تاثیر گذار نبوده است. بنابراین محلول‌پاشی با کلرور کلسیم و با غلظت ۸ در هزار می‌تواند تا حد زیاد موثر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

تحت شرایط این آزمایش محلول‌پاشی کلرور کلسیم بر بهبود عملکرد هندوانه موثر نبود، ولی در کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه که بازار پسندی و قابلیت نگهداری هندوانه را کاهش می‌دهد، به‌صورتمعنی‌داری تاثیر داشت. با توجه به هزینه اندک محلول‌پاشی کلرور کلسیم به کشاورزان عزیز توصیه می‌شود محلول‌پاشی با کلرور کلسیم با غلظت ۸درهزار صورت گیرد، تا محصول بهتر به بازار عرضه شود.

منابع

1- Agricultural statistical book.2011.Agricultural products.Ministry of Jihad-e-agriculture.Deputy of planning and finance.Office of statics and information technology. 1: 61-70

2- Cirulli, M., and Cicarese F. 1981. Effect of mineral fertilizers on the incidence of blossom end rot of watermelon.The American phytopathology Society. 71: 50-53.

3- Denis Scott W., Mc Craw B.D.Motes J.E and Smith W. 1993. Application of calcium to soil and cultivar affect elemental concentration of watermelon leaf and rind tissue. Am. Soc. Hort. Sci. 118: 201-206

4- Dris R.F., Abdelaziz H. and Sain S.M. 2003.Plant nutrition, growth and diagnosis.313 pp.

5- Feher T. 1993. Watermelon (*Citrulluslanatus* L.), In: Genetic improvement of vegetable crops, Pergamon Press Oxford, New York, Seoul, Japan.Ho L.C., Adams P. Li X.Z. Shen J. and XuZ.H. 1995. Response of calcium-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom end rot. J. Hort. Sci. 70: 909-918.

6- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database (FAOSTAT,2012), [online] available on http:// faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx? PageID=567. Last accessed 2/27/2016.

7- Ho L.C., Adams P. Li X.Z. Shen J. and XuZ.H. 1995. Response of calcium-inefficient tomato cultivars to salinity in plant growth, calcium accumulation and blossom end rot. J. Hort. Sci. 70: 909-918.

8- Howard R.J.,Garland J.A and seaman W.L. 1994. Diseases and pests of vegetable crops in Canada.The Canadian phytopathological society and the entomological society of Canada, Ontario.554 pp.

9- KashiA. 2013. The effects of irrigation periods and reduction of residues of tea on quantitative and qualitative characteristics of watermelon cultivar Charleston gray. Agricultural Science.24:13-25

10- Keith S.M. 1998. University of California Cooperative Extension Farm Advisor, Imperial County.

11- Lamikanra, O.andWatson, M.A. 2004.Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. Journal of Food Science 69(6), 468-472.

12- Lanauskas, J.andKivikliene, N. 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics. Agronomy Research 4(1), 31-36.

13- Matthew D. T., and SalvadorJ.L. 2004. Blossom end rot: A calcium deficiency. Hort. Sci. 27: 123-139.

14- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition.ActaHorticulturae 594, 33-47.

15- Millikan. C.R., Bjarnason E.N.sbornR.K.and Hanger B.C. 1993. Calcium concentration in tomato fruits in relation to the incidence of blossom end rot. Aust. J. Exp. Agri. Anim. 52: 570-575

16- Morard P., Lacoste L. and Silverstre J. 2000.Effect of calcium deficiency on nutrient concentration of xylem sap of excised tomato plants. J. Plant Nutr. 23: 1051-1062.

17- Muhammad H.W.C., and Sams E. 1996. Effect of calcium on yield and Incident of blossom end rot of three tomato cultivars.J. Am. Hort. Sci. 31, 672.

18- Olson, S. M. 2000. Effect of supplemental calcium on watermelon yield, fruit weight, soluble solids and calcium of leaves and fruit. Am. Hort. Sci. 35: 488-489.

19- Paiva E.A.S., Martinez H.E.P.Casali V.W.D. andPadilha L. 1998. Occurrence of blossom end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. J. Plant Nutr. 21: 2663-2670.

20- Raleigh S.M., and Chucka G. A. 1944.Effect of nutrient ratio and concentration on growth and composition of tomato plants and on the occurrence of blossom end rot of the fruit. Plant Physiol. 19: 671-678.

21- Rasouli, M. H. and Malakooti, M. G. 2010.The importance of calcium in postharvest physiological and nutritional disorders, of apple fruit.Ministry of jihad of agriculture.Agricultural Research, Education and extension.Soil and Water Research Institute.Journal of Soil and water.1-22.

22- Saure, M.C. 2001. Blossom end rot of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) A calcium or a stress-related disorder? Sci. Hort. 90: 193-208.
23- Saure, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. ScientiaHor

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 70-80
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۸۰-۷۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تحمل به شوری دانهال‌های ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های محلی پسته (*Pistacia vera* L.) منطقه رفسنجان در شرایط کنترل شده

حمید علی پور[۱]- محمد کافی[۲*]- احمد نظامی[۳]- امیر حسین محمدی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

در ایران عمده اراضی زیرکشت پسته در حاشیه کویر قرار دارد و یکی از مشکلات عمده این اراضی شوری خاک و آب آبیاری است که رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق اثرات شوری روی خصوصیات رشدی و مقدار عناصر معدنی دانهال‌های ۱۰ رقم پسته (اکبری، احمدآقایی، کله قوچی، فندقی، بادامی، ابراهیمی، سیف الدینی و ژنوتیپ‌های G1، G2 وG3) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مطالعه شد. عامل اصلی مقادیرشوری آب آبیاری (۰/۶، ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر) با استفاده از نمک کلرور سدیم و عامل فرعی ارقام پسته بود. بذور پس از جوانه‌زنی در آزمایشگاه به داخل گلدان در گلخانه منتقل شدند و بعد از مرحله سه برگی، تیمارهای شوری به مدت چهارماه اعمال گردید. نتایج نشان داد با افزایش شوری وزن خشک ساقه و ریشه، طول نهال، وزن خشک برگ، تعداد برگ، سطح برگ و قطر نهال کاهش داشت. با افزایش شوری، میزان عناصر سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ افزایش و نسبت پتاسیم به سدیم در این اندام‌ها کاهش یافت. ارقام فندقی و کله قوچی بیشترین و ژنوتیپ‌هایG1 و G3 دارای کمترین میزان سدیم برگ بودند. ژنوتیپ G2 بیشترین میزان (۳ درصد) و رقم کله قوچی کمترین میزان (۱/۴ درصد) پتاسیم برگ را دارا بودند. به طورکلی ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1، G2 و G3) جذب و انتقال سدیم کمتری را به برگ انجام دادند، به طوریکه ژنوتیپ G3 دارای بیشترین سدیم ریشه و کمترین سدیم ساقه و برگ بود. ژنوتیپG2 و رقم احمدآقایی به ترتیب با مقادیر ۷/۸ و ۶/۳ بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم در برگ و رقم کله‌قوچی کمترین نسبت (۳/۹) را داشت. به نظرمی‌رسد ارقام کله قوچی، فندقی و اکبری در مراحل اولیه رشد نسبتا حساس و ژنوتیپ‌های G1، G2 وG3 و رقم احمدآقایی نسبتا متحمل به شوری باشند. ارقام بادامی، ابراهیمی و سیف الدینی از نظر تحمل به شوری در حد متوسط بودند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات رشدی، کلرور سدیم، نسبت پتاسیم به سدیم

مقدمه

شوری و سدیمی بودن خاک از مهمترین مشکلات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه‌خشک است و از این رو کشاورزی ایران تحت تأثیر شوری خاک قراردارد (۴ و ۲۳). علاوه بر این شور شدن تدریجی آب و خاک در مناطق پسته‌کاری مسئله‌ای است که لزوم داشتن پایه های مقاوم به شوری را ضروری می‌سازد. پایه در انتقال آب و عناصر معدنی و تولید اقتصادی محصول نقش اجتناب‌ناپذیری دارد و با شناسایی پایه مقاوم به شوری امکان توسعه‌ی کشت پسته در مناطقی که با شوری آب و خاک مواجه هستند مهیا می‌شود (۲).

اگر چه در مطالعات انجام شده مشخص شده که پسته گیاهی متحمل به شوری بوده ولی میزان عملکرد این گیاه در شوری‌های بالا به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۱۸ و ۱). تحقیق روی درختان پسته (ارقام فندقی و بادامی) نشان داده که شوری سبب کاهش رشد شده است (۱۹). سپاسخواه و مفتون (۲۶) در آزمایش گلخانه‌ای نشان دادند که رقم اوحدی در مقایسه با ارقام بادامی و کله‌قوچی نسبت به نمک حساس‌تر است، بطوری‌که رشد قسمت‌های هوایی و ریشه در رقم بادامی به ترتیب در شوری عصاره اشباع ۱۸/۷، ۲۰/۶ دسی زیمنس بر متر، در رقم کله‌قوچی در عصاره اشباع ۱۹/۲ و ۲۰/۴ دسی زیمنس بر متر و دررقم اوحدی در شوری عصاره اشباع ۱۵/۹ و ۱۵/۵ دسی زیمنس بر متر متوقف شد (۲۱). مطالعات گلخانه‌ای توسط

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.kafi@um.ac.ir)
۴- استادیار، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، رفسنجان
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.42260

ابطحی و کریمیان (۱) نشان داد کـه افـزایش سـطح شـوری موجـب کاهش رشد گیاه پسته گردیده و میزان رشد ساقه و برگ تواماً کاهش یافت ولی برگ حساسیت بیشتری نسبت به شوری داشت.

برخی از محققـان (۳، ۵ و ۲۰) بـا کاشـت نهـال‌هـای پسـته در محیط شور، گزارش کردند که با افـزایش شـوری، غلظـت سـدیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته و همبستگی معنی‌دار منفی بین میـزان سدیم در محلول خاک و رشد هوایی نهال‌های پسته وجود دارد. سدیم علاوه بر ایجاد سمیت می‌تواند به طور مسـتقیم بـا بهـم زدن تعـادل عناصر غذایی و ساختمان فیزیکی خاک روی رشد گیاه تاثیرگذار باشد. زیادی سدیم می‌تواند باعث کمبود کلسیم، پتاسیم و منیزیم شـود و از طرفی همچنین زیادی نسبت سدیم به غلظت کلسیم به شدت سرعت نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد که خود باعث تهویه ضـعیف مـی شود (۶ و ۷).

پیکچـونی و همکـاران (۲۱) دو گونـه *P. Atlantica* و *P. terebinthus* و یک هیبریـد از تلاقـی IIP. atlantica ×p.Gold را به مدت ۱۲ هفته تحت تاثیر سطوح شوری قرار داده و مشاهده کردند که درشوری ۱۲/۶ دسی زیمنس بر متر، رشد در هر سه نمونـه مـورد مطالعه نسبت به شاهد ۳۳ درصد کاهش داشت. با وجود این Gold II درشوری‌های بالا (۱۲دسی زیمنس بر متر) رشد بیشتری نسبت به دو گونه‌ی دیگر داشت (۲۱).

محمد خانی (۱۶) اثر غلظت‌های صفر تـا ۶۰ میلـی‌مـولار کلریـد سدیم را در رشد ارقام پسته بادامی ریز، قزوینی، سرخس و بنه بررسی نمود و مشاهده کرد که ماده خشک کل گیـاه، مـاده خشـک ریشـه و ارتفاع ساقه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثـر متقابـل شـوری و رقـم قرار گرفتند، درصورتی که این اثر بر تعداد برگ، ماده خشـک بـرگ و ساقه معنی‌دار نبود.

علی پور وحسینی فرد (۲) با بررسی ۳۲ رقم پسته ماده موجـود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات پسته کشور و ۲۷ ژنوتیـپ نـر از منـاطق کرمان، رفسنجان، سیرجان و شهربابک و انجام تلاقی‌های مصـنوعی بین ۳۲ رقم ماده با یک ژنوتیپ نر و ۲۷ ژنوتیپ نر با رقم ماده فندقی و انجام آزمـون شـوری مشـاهده کردنـد کـه ارقـام مـاده ابراهیمـی، سیریزی، جندقی، پوسـت کاغـذی، فنـدقی ۴۸، بـادامی زرنـد، سـیف الدینی و سـرخس وژنوتیـپ‌هـای نـر $M_{16}, M_{21}, M_{23}, M_{25}, M_{26}$ و M_{27}دارای مقاومت نسبی به شوری می‌باشند.

علیرغم انجام مطالعات متعـدد در زمینـه تحمـل ارقـام پسـته بـه شوری، در مورد تحمل به شوری ارقـام و ژنوتیـپ‌هـای بـومی پسـته (شناسایی شده در مناطق پسته‌کاری با شـرایط آب و خـاک شـور) و مقایسه آنها با ارقـام تجـاری پسـته، اطلاعـات چنـدانی در دسـترس نیست، لذا این آزمایش به منظور انجام این مقایسه اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شـده در قالـب طـرح پایـه بلوک‌های کامل تصادفی در سـه تکـرار در موسسـه تحقیقـات پسـته رفسنجان در سال ۱۳۹۲ اجراء شد. فاکتور اصلی مقادیر شوری در سه سطح (۰/۶، ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متـر) و فـاکتور فرعـی شـامل هفت رقم تجاری (اکبری، احمدآقایی، کلـه قـوچی، فنـدقی، بـادامی، ابراهیمی، سیف الدینی) و سه ژنوتیپ محلـی پسـته (G1، G2 وG3) بودند. این ژنوتیپ‌ها مربوط به منطقه رفسنجان بوده ودرباغاتی که در اثر تنش شوری رها شده و این سـه ژنوتیـپ همچنـان فعـال و زنـده بودند، شناسایی شدند.

بذور پسته بعد از جوانه زنی در آزمایشگاه به داخل گلدان‌هـا (بـا ۴۰ سانتی‌مترقطر دهانه و ۵۵ سـانتی‌متـر ارتفـاع) در گلخانـه منتقـل شدند. خاک گلدان‌ها ترکیبی از لوم و شن بود؛ نتیجه آزمـایش خـاک در جدول یک آورده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Results of soil tests implementation of experimental site

بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	مواد خنثی شونده T.N.V (%)	کلر محلول Cl (meq.l⁻¹)	منیزیم محلول Mg_s (meq.l⁻¹)	کلسیم محلول Ca_s (meq.l⁻¹)	سدیم محلول Na_s (meq.l⁻¹)	فسفر قابل جذب $P_{(AVA.)}$ (mg. kg⁻¹)	پتاسیم قابل جذب $K_{(AVA.)}$ (mg. kg⁻¹)	نسبت جذب سدیم SAR	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC ($ds.M^{-1}$)
لوم شنی Sandy loam	61	34.6	4.4	14	36.0	11.0	8.4	19.5	20	350	6.8	7.6	4.0

پس از استقرار مناسب نهال‌ها در مرحلـه سـه برگـی نهـال‌هـای اضافی حذف شده و در هر گلدان سـه نهـال نگهـداری شـد. آبیـاری گلدان‌ها تا مرحله سه برگی با آب معمولی (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) انجام شد و پـس از آن گیاهـان در معـرض تیمارهـای شـوری قـرار

گرفتند. جهت تعیین حجم آبیاری ابتدا تعیین ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک با استفاده از منحنی مکش رطوبتی و تعیین آب قابل دسترس انجام شده و میزان آب آبیاری مورد نیاز مشخص شد. با توجه به تحقیقات انجام شده برای یک خاک با بافت لومی و میزان ۵ کیلوگرم خاک خشک به ازاء هر گلدان، آبیاری گلدان‌ها به میزان ۲۵۰ سی‌سی و هر ۴۸ ساعت یک بار باعث تامین تقریبی ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی می‌شود (۲۵). اعمال تیمارهای شوری به مدت چهار ماه تا زمان رشد کامل نهال‌های پسته انجام شد. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها، میزان شوری آب خروجی از کف گلدان‌ها کنترل و آبشویی گلدان‌ها در صورت نیاز انجام می‌شد به طوری که میزان شوری محلول خاک از ۱/۵ برابر آب آبیاری بیشتر نشود (۲۵).

در پایان آزمایش وزن خشک ساقه و ریشه، وزن خشک برگ، طول نهال، قطر نهال، سطح برگ، تعداد برگ در نهال و عناصر غذایی کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ (به روش طیف سنجی پلاسمای جفت شده القایی (ICP(Inductively Coupled Plasma اندازه‌گیری شد.

جهت رتبه بندی ارقام، مشابه روش سرمدنیا و همکاران (۲۴) عمل شد که به گروهی که در آزمون دانکن حرف a گرفتند رتبه ۱، به گروه ab رتبه ۱/۵، به گروه abc رتبه ۱/۶۶، به گروه abcd رتبه ۱/۷۵و به گروه b رتبه ۲ تعلق گرفت. سپس رتبه‌ها با یکدیگر جمع و در نهایت رتبه نهایی هر رقم تعیین شد. براین اساس رتبه کمتر نشانگر وضعیت رشدی بهتر رقم است.

تجزیه واریانس و تجزیه همبستگی داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماریSAS و مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن و درسطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

اثر شوری بر خصوصیات رشدی نهال پسته معنی‌دار بود (جدول ۷) و با افزایش شوری از شاهد به ۳۰ دسی زیمنس بر متر طول نهال، وزن خشک برگ، تعداد برگ، سطح برگ، قطر نهال، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه کاهش یافتند. با وجود این اختلاف گیاهان از نظر وزن خشک ساقه و ریشه و همچنین طول نهال بین دو تیمارشوری ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس برمتر معنی‌دار نبود که نشان دهنده عدم تاثیرافزایش شوری در سطوح اشاره شده بر صفات مذکور بوده است (جدول ۲). شوری تاثیر معنی‌داری بر محتوی سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ نهال‌های پسته داشت و با افزایش شوری، میزان سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافت. همچنین با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ کاهش یافت (جدول۳). نتایج تجزیه همبستگی نیز، همبستگی‌های منفی و معنی‌دار بین سطوح شوری و خصوصیات رشدی پسته را نشان داد. نتایج مشخص کرد میزان سدیم برگ با صفات پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ همبستگی منفی و معنی‌داردارد (جدول۶).

جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش میزان کلرور سدیم آب آبیاری، شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ کاهش می‌یابد. شاخص نسبت پتاسیم به سدیم برگ، در شوری‌های ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۹۲ و ۹۵ درصد نسبت به شاهد (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) کاهش یافت.

همانطور که درجدول ۲ مشاهده می‌شود، از نظر وزن خشک ساقه، بیشترین مقدارمربوط به رقم اکبری (۲/۳ گرم) و کمترین مقدار مربوط به G2 (۱/۴ گرم) می‌باشد. ارقام اکبری و کله‌قوچی بیشترین وزن خشک ریشه و ارقام G3 و سیف الدینی دارای کمترین مقادیر بودند. از نظر طول نهال ارقام کله قوچی و ابراهیمی (۲۴ سانتی‌متر) بیشترین و ارقام G1و G3 (۲۰/۷سانتی‌متر)، سیف الدینی (۱۸/۵ سانتی‌متر) کمترین مقادیر را دارا بودند. از نظر وزن خشک و تعداد برگ اختلاف معنی‌داری بین ارقام پسته وجود نداشت. رقم احمد آقایی بیشترین سطح برگ را داشت که مقدار آن برابر با ۳۰/۲۷ سانتی‌مترمربع بود و ارقام G3، فندقی و ابراهیمی به ترتیب ۲۲/۹۳، ۲۲/۹۰ و ۲۳/۱۷ سانتی‌متر مربع کمترین سطح برگ را داشتند. رقم کله قوچی (۲/۴۶ میلی متر) بیشترین و رقم G3 (۲ میلی‌متر) کمترین قطر نهال را داشت. با توجه به کلیه خصوصیات رشدی بررسی شده و انجام رتبه بندی، ارقام اکبری و کله قوچی به ترتیب با رتبه ۸/۵ و ۸ به عنوان ارقام پر رشد و ارقام G3 و سیف الدینی با رتبه های ۱۳ و ۱۲/۵ کم رشد محسوب می‌شوند (جدول ۵).

با توجه به مقایسات میانگین ارقام (جدول ۳)، نتایج نشان می‌دهد بین ارقام پسته از نظر درصد سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم در ریشه، ساقه و برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر درصد سدیم برگ، بیشترین مقادیر مربوط به ارقام فندقی و کله‌قوچی و کمترین مقادیر مربوط به ارقام G3 و G1 می‌باشد. به طور کلی ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1, G2،G3) نسبت به ارقام تجاری، دارای میزان سدیم کمتری در برگ هستند که این موضوع نشان می‌دهد این ژنوتیپ‌ها جذب و انتقال سدیم کمتری را به برگ در شرایط شوری انجام می‌دهند.

از نظر درصد پتاسیم برگ، G2 دارای بیشترین میزان (۳ درصد) و رقم کله‌قوچی دارای کمترین میزان (۱/۴ درصد) می‌باشد. ارقام G3 و G1 دارای کمترین میزان سدیم ساقه هستند و همانطور که قبلا اشاره شد دارای کمترین میزان سدیم برگ نیز هستند. نکته قابل توجه این است که رقم G3 دارای کمترین میزان سدیم ساقه و برگ و بیشترین میزان سدیم ریشه می‌باشد و در مقابل رقم کله‌قوچی بیشترین میزان سدیم برگ و کمترین میزان سدیم ریشه را دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات رشدی پسته

Table2- Comparison of mean growth traits of pistachio

تیمار **Treatment**	وزن تر ساقه **Dry weight (g per seedlings)**	وزن خشک ریشه **Dry weight of root (g)**	طول نهال **Length The seedlings (cm)**	وزن خشک برگ **Leaf dry weight (g)**	تعداد برگ **Number of leaves**	سطح برگ **Leaf area(cm^2)**	قطر نهال **Seedlingdiameter (mm)**
شوری **Salinity (dsm^{-1})**							
0.6	2.70a	4.1a	24.4a	2.2 a	12.7a	32.23 a	2.9a
15	1.48b	1.5b	20.8b	1.0 b	11.8a	28.44 a	2 b
30	1.24b	1.4 b	20.2b	0.6 c	6.90b	12.44 b	1.8 c
ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio							
G3	1.6 bc	1.9 b	20.7 bc	1.2 a	12 a	22.93 b	2 b
سیفالدینی Saifuddin	1.8 bc	2.0 b	18.5 c	1.1 a	11.4 a	23.47 ab	2.4 ab
احمد آقایی Ahmadaghai	1.8 bc	2.6 ab	20 bc	1.3 a	11.8 a	30.27 a	2.3 ab
فندقی Fandoghi	1.7 bc	2.3 ab	22.6 ab	1.3 a	12.2 a	22.90 b	2.2 ab
کله قوچی Kaleghochi	1.9 ab	2.8 a	24 a	1.2 a	11.6 a	24.65 ab	2.46 a
اکبری Akbari	2.3 a	2.6 a	21.4 ab	1.3 a	11.3 a	23.40 ab	2.2 ab
G2	1.4 c	2.3 ab	19.6 bc	1.2 a	10.8 ab	23.83 ab	2 b
بادامی زرند BadamiZarand	1.8 bc	2.3 ab	19.8 bc	1.3 a	12 a	24.14 ab	2.1 ab
ابراهیمی Ebrahimi	1.7 bc	2.2 ab	24 a	1.5 a	10.7 ab	23.17 b	2.2 ab
G1	1.6 bc	2.3 ab	20.7 bc	1.3 a	9.7 b	23.91 ab	2.3 ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین های ارقام بر اساس غلظت عناصر معدنی(درصد) در قسمت‌های نهال پسته

Table3- The comparison of means are based on the mineral concentration(percentage) of the pistachio Seedlings

تیمار Treatment	ساقه Shoot				ریشه Root				برگ Leaf			
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
شوری Salinity (dsm^{-1})												
0.6	0.24 b	1.2 a	0.72 b	0.32 a	0.6 c	0.84 a	0.9 c	0.3 b	0.12 c	2.1 a	1.5 b	0.53 a
15	1.95 a	1.3 a	0.70 b	0.32 a	1.7 b	0.77 a	1.4 b	0.53 a	2.4 a	1.9 ab	1.6 b	0.62 a
30	2.76 a	1.4 a	0.78 a	0.36 a	3.8 a	0.75 a	1.7 a	0.52 a	2.20 b	1.7 b	2.1 a	0.97 a
ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio												
G3	1.0 c	1.3 ab	1.8 a-c	0.35 ab	2.5 a	0.86 a	1.30 a	0.42 a	0.9 b	1.7 b	1.8 b	0.48 c
سیفالدینی Saifuddin	1.7 a-c	1.3 ab	1.8 a-c	0.30 b	2.1 bc	0.77 a-c	1.25 a	0.45 a	1.2 a	1.5 b	1.5 b	0.43 c
احمد آقایی Ahmadaghai	1.3 bc	1.2 b	1.9 a	0.30 b	1.8 d-f	0.80 a-c	1.34 a	0.47 a	1.3 a	2.1 ab	1.7 b	0.83 a-c
فندقی Fandoghi	1.8 a-c	1.4 ab	1.6 c	0.31 b	2.3 ab	0.80 a-c	1.23 a	0.42 a	1.4 a	1.8 b	1.6 b	0.80 a-c
کله قوچی Kaleghochi	1.8 a-c	1.3 ab	1.7 bc	0.35 ab	1.6 f	0.70 c	1.30 a	0.47 a	1.4 a	1.4 b	2.6 a	0.78 a-c
اکبری Akbari	2.4 a	1.2 ab	1.7 bc	0.31 b	1.9 c-e	0.73 bc	1.34 a	0.42 a	1.2 a	2.0 b	1.6 b	1.00 ab
G2	1.4 bc	1.4 a	1.8 a-c	0.35 ab	2 b-d	0.80 a-c	1.38 a	0.45 a	1.2 a	3.0 a	1.7 b	1.10 a
بادامی زرند BadamiZarand	2.0 ab	1.3 ab	1.9 ab	0.40 a	2 cd	0.74 a-c	1.38 a	0.45 a	1.3 a	1.9 b	1.76 b	0.47 c
ابراهیمی Ebrahimi	1.7 a-c	1.3 ab	1.6 c	0.30 b	2.5 a	0.83 ab	1.39 a	0.51 a	1.3 a	1.9 b	1.6 b	0.58 ac
G1	1.3 bc	1.3 ab	1.7 c	0.37 ab	1.7 ef	0.80 a-c	1.29 a	0.44 a	1 b	1.7 b	1.6 b	0.54 ac

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P<0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ٤- مقایسه میانگین های نسبت پتاسیم به سدیم قسمت‌های مختلف نهال پسته در سطوح مختلف شوری
Table 4-Comparison of means ratio of potassium to sodium indifferent parts of Pistachio

تیمار Treatment	نسبت K^+ به Na^+ K $^+$toNa $^+$Ratio ساقه Shoot	ریشه root	برگ Leaf
	شوری Salinity(ds m^{-1})		
0.6	5 a	1.5 a	17.5a
15	0.66 b	0.45 b	1.35 b
30	0.55 b	0.2 b	0.77 b
	ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio		
G3	2.4 ab	0.62 a	6.1 ab
سیفالدینی Saifuddin	1.9 b	0.67 a	5.5 ab
احمد آقایی Ahmadaghai	4.6 ab	0.79 a	6.3 ab
فندقی Fandoghi	6.1 a	0.69 a	4.3 b
کله قوچی Kaleghochi	5.5 ab	0.66 a	3.39 b
اکبری Akbari	3.2 ab	0.76 a	4.3 b
G2	3.3 ab	0.72 a	7.8 a
بادامی زرند BadamiZarand	2.3 ab	0.69 a	5.7 ab
ابراهیمی Ebrahimi	2.8 ab	0.76 a	5.6 a
G1	2.8 ab	0.70 a	6.3 ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P<0.05$) نمی‌باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)based on Duncan's Multiple Range Test.

این موضوع به خوبی نشان می‌دهد رقم G3 یون سدیم را در ریشه تجمع داده و از انتقال آن به ساقه و برگ جلوگیری می‌کند و رقم کله قوچی عکس این عمل را انجام می‌دهد.

بحث

بر اساس جدول شماره ۴ نتایج نشان داد ارقام محلی پسته، G1، G2 و G3 نسبت به ارقام تجاری دارای نسبت پتاسیم به سدیم بالاتری در برگ هستند و بیشترین مقدار مربوط به G2 و معادل ۷/۸ است و بنابراین ارقام محلی دارای تحمل به شوری بالاتری نسبت به ارقام تجاری هستند. در بین ارقام تجاری، کله قوچی دارای کمترین (۳/۹) و رقم احمدآقایی دارای بیشترین میزان پتاسیم به سدیم (۶/۳) در برگ می‌باشند. به طور کلی با مقایسه شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ مشخص می‌شود که ارقام کله قوچی، فندقی و اکبری حساس به شوری و ارقام G1، G2 و G3 و احمدآقایی متحمل به شوری می‌باشند. جیسکی (۱۱) و همچنین گرینوی و مانوس (۹) گزارش کردند که جذب و انتقال انتخابی یون‌ها به اندام‌های یک گیاه و نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان شاخص تحمل به شوری می‌باشد. در ارقام متحمل به شوری، جذب پتاسیم نسبت به سدیم توسط ریشه و انتقال آن به اندام‌های هوایی بیشتر است (جدول۴).

پتاسیم از جمله عناصر مهم و تاثیرگذار در تنش شوری معرفی شده است. افزایش ذخیره پتاسیم در پسته در سال بعد می‌تواند به مصرف گیاه برسد (۲۲). اما مقدار آن در گیاه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت نسبت به تنش شوری دارد. با افزایش سدیم در محیط ریشه میزان پتاسیم کاهش می‌یابد علت این امر یک فرایند رقابتی در جذب عناصرعنوان شده است (۳، ۱۳ و ۱۵). درخاک‌های شور غلظت بالای سدیم نه تنها باعث کاهش میزان جذب پتاسیم توسط ریشه‌ها می‌گردد بلکه ممکن است غشای سلولی ریشه را تخریب کرده و توان این غشا را در ورود انتخابی یون‌ها تغییر دهد (۱۰ و ۱۲). بنابراین ارقامی که بتوانند بیشترین پتاسیم را جذب کنند توانایی حفظ قابلیت

جذب ریشه بالاتر و مقاومت بیشتری را نسبت به تنش شوری خواهند داشت. در این تحقیق نیز غالب ارقام مقاوم، دارای میزان پتاسیم بالاتر نسبت به سایر ارقام در بافت‌های گیاه می‌باشد. در شرایط تنش شوری علی‌رغم وجود مقدار کافی پتاسیم در خاک غلظت بالای سدیم از جذب آن جلوگیری می‌کند، در این تحقیق نیز همبستگی منفی بین میزان سدیم و پتاسیم برگ تایید شد (جدول۶). در این شرایط اثرات مثبت ناشی از مصرف کودهای پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول به اثبات رسیده است (۲۲).

در این تحقیق افزایش تنش شوری (جدول‌های ۲ و ۶)، خصوصیات رشدی نهال‌ها را به شدت کاهش داد. تیمار استفاده از آب معمولی دارای بیشترین مقادیر و تیمار شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر دارای کمترین مقادیر از نظر صفات مورد ارزیابی بودند. نتایج نشان داد با افزایش مقادیر متفاوت شوری، کلیه خصوصیات رشدی نهال از جمله وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه و طول نهال روند کاهشی دارد و این موضوع به طور واضح تاثیر منفی شوری را بر پارامترهای رشدی نهال نشان می‌دهد. پارسا و کریمیان (۱۸) با تحقیق بر روی پسته ارقام فندقی و بادامی نشان دادند که به ترتیب در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۹۲ و ۰/۴۸ میلی موس در قسمت‌های هوائی گیاه و ۸ و۹/۶ میلی موس در ریشه گیاه کاهش رشد معنی‌داری را بوجود می آورد. در آزمایش گلخانه‌ای که توسط سپاسخواه و مفتون (۲۶) به منظور تعیین مقاومت پایه‌های پسته نسبت به سطوح مختلف شوری انجام شد رقم اوحدی در مقایسه با ارقام بادامی و کله قوچی نسبت به نمک حساس‌تر بود. به طوری که توقف رشد قسمت‌های هوایی و ریشه رقم بادامی به ترتیب در شوری عصاره اشباع ۱۸/۷، ۲۰/۶ دسی زیمنس بر متر و رقم کله‌قوچی در عصاره اشباع ۱۹/۲ و ۲۰/۴ دسی زیمنس بر متر و رقم اوحدی در شوری عصاره اشباع ۱۵/۹۴ و ۱۵/۵ دسی زیمنس بر متر صورت گرفته است. پیکچونی و میاماتو (۲۱) با کاشت نهال‌های پسته در محیط شور، مشاهده کردند که با افزایش شوری، غلظت سدیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته و یک همبستگی معنی‌دار منفی بین میزان سدیم در محلول خاک و رشد هوایی نهال‌های پسته وجود دارد.

سپاسخواه و مفتون (۲۶) گزارش کردند که کاهش یا توقف رشد نهال‌های پسته تحت تنش شوری می‌تواند در اثر تنش آبی در گیاه یا مسمومیت یون‌های سدیم و کلر باشد. همچنین گزارش کردند در شرایط تنش شوری به هم خوردن تعادل جذب عناصر غذایی توسط ریشه باعث کاهش خصوصیات رشدی نهال می‌شود.

جدول ۵- رتبه بندی ارقام بر اساس صفات مختلف و رتبه نهایی حاصل از آنها
Table 5- Cultivar Ranking based on different characteristics and their final rank

تیمار Treatment	وزن خشک ساقه Dry weight (g)	وزن خشک ریشه Rootdry weight (g)	طول نهال Seedling length (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area (cm^2)	قطر نهال Seedlings diameter (mm)	رتبه بندی نهایی The final rating
G3	2.5	2	2.5	1	1	2	2	13
سیفالدینی Saifuddin	2.5	2	3	1	1	1.5	1.5	12.5
احمد آقایی Ahmadaghai	2.5	1.5	2.5	1	1	1	1.5	11
فندقی Fandoghi	2.5	1.5	1.5	1	1	2	1.5	11
کله قوچی Kaleghochi	1.5	1	1	1	1	1.5	1	8
اکبری Akbari	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	8.5
G2	3	1.5	2.5	1	1.5	1.5	2	13
بادامی زرند BadamiZarand	2.5	1.5	2.5	1	1	1.5	1.5	11.5
ابراهیمی Ebrahimi	2.5	1.5	1	1	1.5	2	1.5	11
G1	2.5	1.5	2.5	1	2	1.5	1.5	12.5

جدول ٦- ضرایب همبستگی معنی‌دار در سطح ٥ درصد بین صفات اندازه‌گیری شده

Table 6-significant correlation between traits were measured at 5% level

	سطوح شوری Salinity	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول نهال Seedling length	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area	قطر نهال Seedling diameter	سدیم برگ Na^+ leaf	پتاسیم برگ K^+ leaf	کلسیم برگ Leaf Ca^{+2}	منیزیم برگ Leaf Mg^{+2}	ساقه Na+/K+ ShootNa+/K+	Na+/K+ ریشه RootNa+/K+	برگ Na+/K+ LeafNa+/K+
سطوح شوری Salinity	1														
وزن خشک ساقه Stem dry weight	-0.92	1													
وزن خشک ریشه Root dry weight	-0.78	0.99	1												
طول نهال Seedling length	-0.91	0.99	0.99	1											
وزن خشک برگ Leaf dry weight	-0.95	0.99	0.98	0.99	1										
تعداد برگ در نهال Number of leaves	-0.93	-	-	-	-	1									
سطح برگ Leaf area	-0.94	-	-	-	0.8	0.99	1								
قطر نهال Seedling diameter	-0.93	0.99	0.99	0.99	0.99	-	-	1							
سدیم برگ Na^+ leaf	0.8	-·0.85	-0.91	-0.86	-0.8	-	-	-0.84	1						
پتاسیم برگ K^+ leaf	-0.99	0.93	0.88	0.92	0.95	0.92	0.94	0.93	-0.8	1					
کلسیم برگ Leaf Ca^{+2}	0.93	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	1				
منیزیم برگ Leaf Mg^{+2}	0.95	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	-	1			
ساقه Na+/K+ ShootNa+/K+	-0.83	0.98	0.99	0.99	0.97	-	-	0.98	-0.92	0.86	-	-	1		
ریشه Na+/K+ RootNa+/K+	-0.93	0.99	0.98	0.99	0.99	-	-	0.99	-0.84	0.94	-	-	0.98	1	
برگ Na+/K+ LeafNa+/K+	-0.83	0.97	0.99	0.98	0.95	-	-	0.97	-0.94	0.83	-	-	0.99	0.97	1

جدول ۷- تجزیه واریانس خصوصیات رشدی نهال پسته تحت تاثیر سطوح شوری

Table 7-Analysis of variance of seedling growth characteristics in salinity stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات M.S						
		وزن خشک ساقه Dry weight of shoot	وزن خشک برگ در نهال Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ در نهال Numbre of leaf per plant	وزن خشک ریشه Dry weight of root	طول نهال Seedling length	قطر نهال Seedling diameter
تکرار Replication	2	0.66	0.9	53551	12.8	0.6	147	0.32
شوری(a) Salinity(a)	2	17/86**	20.78**	34188154.3 **	29.19**	71.03**	11.4	9.8**
خطای a aerror	4	0.47	0.3	496011	5.4	0.3	16.7	0.12
واریته(b) Variant(b)	9	0.5*	0.11	427087.1*	5.24*	0/63*	21.96*	0.16
a*b	18	0.24	0.12	552776.6	2.6	0.39	3.04	0.05
خطای b berror	54	0.17	0.18	417176.6	2.5	0.41	8.2	0.11

*و **به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*Significant at 0.05 probability level. ** Significant at 0.01 probability level

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش میزان شوری، میزان سدیم و کلسیم در ریشه،ساقه وبرگ افزایش یافت. علی پور و حسینی فرد (۲) نشان دادند با افزایش میزان شوری آب آبیاری در نهال‌های پسته به دلیل افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر در محلول خاک، تعادل عناصر غذایی به هم خورده و جذب عناصر سدیم و کلر توسط ریشه افزایش یافته و از جذب پتاسیم جلوگیری می‌شود، بنابراین غلظت یون‌های سدیم و کلر در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافته و غلظت یون پتاسیم در این اندام‌ها کاهش می‌یابد، همچنین با توجه به این که یون کلسیم به عنوان واسط، نقش انتقال پیام تنش شوری را در گیاه ایفا می‌کند، غلظت آن در شرایط تنش شوری در اندام‌های گیاه افزایش می‌یابد. فلاور و همکاران(۸)، تاتینی و همکاران (۲۷) گزارش کردند تجمع یون سدیم در برگ به سطوح شوری بستگی دارد و تحمل به شوری در بسیاری از گیاهان به عدم انتقال و یا انتقال محدود سدیم به بخش هوایی مربوط می‌شود. انتقال بیش از حد سدیم به برگ‌ها در بسیاری از موارد منجر به مرگ بخش هوایی گیاه و حتی مرگ کل گیاه می‌شود. در شرایط سازگار به شوری، تجمع سدیم در چوب تنه و ریشه موجب عدم انتقال آن به بخش هوایی گیاه می‌شود.

در این تحقیق با افزایش میزان کلرور سدیم آب آبیاری، شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ کاهش یافت که این موضوع همبستگی منفی بین افزایش غلظت یون سدیم در محلول خاک و جذب یون پتاسیم را تایید می‌کند (جدول ۶). شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ با شوری۰/۶دسی زیمنس بر متر ۱۷/۵ است و در شوری‌های ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به ۱/۳۵و ۰/۷۷ کاهش یافت (جدول۴).

سپاسخواه و مفتون (۲۵) نیزگزارش کردند افزایش غلظت یون سدیم، جذب یون پتاسیم توسط ریشه را کاهش می‌دهد و در نتیجه نسبت یون پتاسیم به سدیم کاهش می‌یابد و این نسبت می‌تواند معیاری برای مطالعه تحمل گیاهان به شوری باشد و در تحقیق حاضر نیز رقم کله‌قوچی با بالاترین میزان این نسبت در برگ حساس‌ترین رقم نسبت به شوری می‌باشد.

به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که ارقام پسته از نظر میزان جذب و همچنین تجمع این عناصر در اندام‌های گیاه به طور متفاوت عمل می‌کنند و در شرایط شوری ارقامی که جذب سدیم و انتقال کمتر آن را به برگ و در مقابل جذب پتاسیم و انتقال بیشتر آن را به برگ انجام می‌دهند باعث افزایش شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ شده و تحمل بیشتری به شوری دارند. در واقع انتقال کمتر سدیم از ریشه به برگ و در عوض انتقال بیشتر پتاسیم به برگ موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم می‌شود. در این رابطه ممکن است سدیم از شیره خام بازیافت شده و در ریشه و ساقه باقی مانده و به برگ منتقل نشود (۸، ۱۷، ۲۸ و ۲۹)، احتمالا چنین فرایندی در ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1, G2, G3) نیز اتفاق می‌افتد و باعث

افزایش تحمل به شوری در آنها می‌شود.

منابع

1- Abtahi A., and Karimiyan N.J. 1994. Response of seedlings of two varieties of pistachios in relation to theamountsand types of soil salinity in greenhouse, Fourth Congress of Soil Science, 149-148. (in Persian).

2- Alipoor H., and Hoseinifards J. 2011. Determine the salt tolerance varieties of pistachio using controlled crosses, Journal of Plant Production, 39:56-59. (in Persian).

3- Banakar M.H., and Ranjbar G. 2010. Evaluation of salt tolerance of pistachio cultivars at seedling stage, American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 9:115-120.

4- Barzegar A. 2000 .Sodic soils, under standing and efficiency. University of Chamranmartyr. P 273. (in Persian).

5- Behboudian M. H., Walker R. R., and Torokfalvy E. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio, Scientia Horticulturae, 29: 251-261.

6- Bernstein L. 1975. Effect of salinity and sodality on plant growth, American Review of physiology,13:295-311.

7- Curtin D., and Selles F. 1993. Plant responses to sulphate and chloride salinity: Growth and IonicRelations, Journal of American Soil Science Society, 57: 1304-1310.

8- Flowers T.J., Troke P.F., and Yeo A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes, Annual Revew of Plant Physiology, 28: 89-252.

9- Greenway H., and manuus R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non- halophytes, Annual Revew of Plant Physiology, 31: 149-190.

10- Habibi G. and Hajiboland R. 2014. Silicon alleviates salt stress in pistachio plants, Biological Sciences, 4:189-202.

11- Jeschke W.D.1984. K^+/Na^+ exchang at cellular membranes.Intracellular compartmentation of cation and salt tolerance. In: salinity tolerance in plants. (Eds). R.C. Staples and G.H. Toenniessen. John Wiley. New York. 37-66.

12- Khoshgoftar manesh A. H. 2004. Determine the most limiting factors in land salty pistachio production of Qom, Research letter of Qom, Publication Management and Planning Organization of Qom, 2: 58-72.

13- Malakouti M. J., Keshavarz P., Saadat S., and Kholdbarin B. 2002. Plant nutrition in saline condition. Aid Horticulture. Sana press.

14- Mass E. V. 1990. Crop salt tolerance: An Agricultural salinity assessment and management, ed. K. K.Tangi, American society of civil engineers manuals and report on engineering practices, 262-326.

15- Mohamad-khani A., and Salehi M. H.2005. Effect of salinity on uptake and transport of potassium level in pistachio.9 th Iranian soil science Conference, Karaj, p: 311-312.

16- Mohamad-khani A.R. 1996. Determining therelative resistance ofthe basepistachiosalt(sodium chloride) due to changes inrespiratoryopenings, uptake and transport. Master Thesis, Faculty ofAgriculture, Tehran University. P 220 (in Persian).

17- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance, Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.

18- Parsa A. A., and Karimian N. 1975. Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio, Journal of Horticultural Sciences, 50: 41-60.

19- Parsa A. A., and Wallace A. 1980. Differential partitioning of boron and calcium in shoots of seedlings of two pistachio [pistacia vera] cultivars, Journal of plant nutrition, 2: 236-266.

20- Picchioni G. A., and Miyamoto S. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedling, Journal of the American society for horticultural science, 115 (4): 647-653.

21- Picchioni G. A., Miyamoto S., and Storey J. B. 1991. Boron uptake and effects on growth and carbohydrate partitioning of pistachio seedlings, Journal of the American society for horticultural science, 116: 706-711.

22- Sarchashmehpour M., and Malakouti M. J. 2005. Potassium fertilization urgency in pistachio (yield increases and quality improvement), Sana press. 442p.

23- Sarmadnia G.H. 1997. The importance of environmental stress in agriculture. The first Congress of Plant Breedingin Iran. Tehran University, Karaj: 172-157. (in Persian).

24- Sarmadnia G.H., and Ghorbani A. 1986. Drought resistance of different masses of wheat at germination stage. Conference proceedings and results of research and dry landissues in Iran, Ferdowsi University of Mashhad:80-57. (in Persian).

25- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1982. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity level of irrigation water. II chemical composition, Journal of Horticultural Sciences, 57: 469-476.

26- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars, Journal of Horticultural Sciences, 63 (1): 157-162.

27- Tattini M., Bertoni P., and Caselli S. 1992. Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. Journal of

Plant Nutrition,15: 1467-1485.

28- Tattini M., Gucci R., Coradeschi M.A., Ponzio C.C., and Everard I. D. 1995. Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relief, Physiologia Plantarum,95:203-210.

29- Therios I.N., and Misopolinos N.D. 1988. Genotypic responses to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europaea L.*), Plant& Soil, 106: 105 – 111.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 81-89
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۸۹-۸۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تاثیر اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته بر تخصیص مواد در قسمت‌های رویشی و زایشی در گلابی رقم لوئیزبون آلوده به بیماری آتشک

مه جبین عادل[1]*- محمد اسماعیل امیری[2]- محمد علی نجاتیان[3]- مریم عادل[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

توزیع مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی تحت تاثیر عوامل محیطی و وضعیت تغذیه گیاه قرار می‌گیرد (۲۰). هر یک از قسمت‌های رویشی و زایشی گیاه می‌توانند به عنوان مخزن (Sink)، بخشی از مواد پرورده فتوسنتزی را به خود اختصاص دهد. بنابراین تغذیه با مواد مختلف تیماری می‌تواند توزیع مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی گیاه را تحت تاثیر قرار داده و تغییراتی در تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی بوجود آورد. از آنجائیکه بررسی تسهیم مواد پرورده فتوسنتزی مبحث بسیار پیچیده‌ای بوده و تفسیر اثرات تیمارها بر تسهیم مواد در گیاهان باغی دشوار است، لذا این بررسی با مقایسه تاثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته بر تخصیص مواد پرورده به پارامترهای رویشی و زایشی، کاربرد خارجی تیمارهای تغذیه‌ای را بر رشد اندام‌های مختلف هدف قرار داده است. در تحقیق حاضر اندازه‌گیری پارامترهای رشد رویشی (وزن برگ، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، رشد شاخه سال جاری و غیره) و زایشی (نسبت طول به قطر و چگالی میوه و غیره) در شرایط اعمال تیمارهای اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته با هدف بررسی تاثیر کاربرد خارجی مواد هورمونی و معدنی بر پارامترهای مزبور در شرایط آلودگی طبیعی آتشک و در راستای نیازهای تولید صورت گرفت. سطوح تیماری اسید سالیسیلیک صفر، ۰/۱ و ۰/۵ گرم در هزار و سولفات منیزیم کلاته صفر، ۰/۵ و ۰/۷ گرم در هزار بود. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که ترکیبات تیماری تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی را تغییر داده و بین ترکیبات مختلف تیماری از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p <$ ۰/۰۱). به طوری که ترکیب اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار بیشترین تخصیص مواد پرورده به اندام زایشی گیاه (بدلیل تولید چگالترین میوه‌ها) و تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار بیشترین تخصیص مواد پرورده به اندام رویشی گیاه (بدلیل اختصاص بیشترین میانگین وزن مخصوص برگ) را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: تخصیص مواد فتوسنتزی، تغذیه، شاخص‌های رویشی، مخزن

مقدمه

اهداف اصلی یا ملاک‌های گزینش برنامه‌های اصلاحی گلابی در جهان شامل کیفیت میوه، ظرفیت رشد، مقاومت به آتشک، عملکرد بالا و غیره می‌باشد (۳). رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی گیاه در جذب آب و مواد غذایی و تخصیص فرآورده‌های گیاه به هر یک تبعات متعددی بر میزان عملکرد و کیفیت محصول و نیز بر رشد اندام‌های گیاهی و متعاقب آن افزایش یا کاهش حساسیت به برخی آفات و بیماری‌ها (۲) دارد. در این راستا تخصیص مواد غذایی متاثر از عوامل متعددی از قبیل زمینه ژنتیکی گیاه، میزان آب و مواد غذایی در دسترس، شرایط محیطی و مدیریت‌های باغی (هرس، تغذیه با مواد معدنی و تنظیم کننده‌های رشد) خواهد بود (۱۰).

اسید سالیسیلیک متعلق به گروهی از ترکیبات فنولی است که فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی را کنترل می‌کنند (۱۵). گزارشات متعدد مبین تاثیر ماده تیماری اسید سالیسیلیک، بر افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های مختلف بوده و از تاثیر آن بر افزایش پارامترهای رشد از جمله طول ساقه و سطح پهنک برگ در شرایط تنش حکایت دارد (۹ و ۱۶). مطالعات دیگر حاکی از آن است که سالیسیلیک اسید از کاهش وزن میوه‌ها در شرایط تنش ممانعت به عمل می‌آورد (۱۴ و ۲۳).

۱، ۲ و ۴- به ترتیب کارشناسی ارشد، استاد و کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: m.adel@alumni.znu.ac.ir)
۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.42801

سولفات منیزیم کلاته ترکیب حاوی ماده آلی پلی‌آمین (ترکیب کلات) و دو عنصر معدنی با ارزش در شرایط تنش می‌باشد. کلات با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{16}N_2O_8$ یک پلی‌آمین کربوکسیله شده است. پلی‌آمین‌ها گروهی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی هستند که در تحریک سرعت رشد و نمو میوه دخیل بوده و مضاف بر این، در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی من جمله واکنش دفاعی در برابر تنش‌ها نقش دارند (۴، ۲۱ و ۲۴). وجود پلی‌آمین‌ها در تمام اندام‌های گیاهی مبین نقش کلیدی آن‌ها در تنظیم رشد گیاهی و حفظ کیفیت میوه می‌باشد. افزایش در اندازه میوه و سطح پلی‌آمین‌های داخلی در سیب‌ها با کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها در ارتباط است و سطوح پایین این ترکیبات می‌تواند رشد را محدود کند (۶). این مواد همچنین در تحریک رشد گیاه دخیل هستند (۱۲ و ۱۳).

مقدار گوگرد مورد استفاده گیاه سبز ناچیز و حدود ۰/۲ تا ۰/۵ درصد ماده خشک گیاه است (۵)، اما از آنجائیکه این عنصر در ساختار اسیدهای آمینه و متابولیت‌های ثانوی و انتقال الکترون نقش دارد، حضور آن به خصوص در شرایط تنش ضرورت دارد. گزارش شده که مصرف گوگرد از طریق افزایش جذب سایر عناصر غذایی، باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و متعاقباً افزایش سرعت رشد اندام های زایشی می‌شود (۱۷). از طرف دیگر با توجه به رابطه آنتاگونیستی بین جذب گوگرد و ازت در خاک و نیز رقابت بین احیاء نیترات و احیاء گوگرد (بر سر فره‌دوکسین، NADPH2 و الکترون) در گیاه، کمبود گوگرد (ناشی از عدم مصرف آن به موازات سایر عناصر یا عدم احیاء گوگرد موجود در خاک) به افزایش ترکیبات نیتروژنی و نیترات خواهد انجامید که نه تنها در تحریک رشد رویشی، بلکه در افزایش شدت بیماری آتشک گلابی نیز دخیل است. میزان عنصر ضروری منیزیم نیز در بافت گیاهی حدود ۰/۵ درصد ماده خشک است. حدود ۱۰- ۲۰ درصد منیزیم در کلروپلاست قرار دارد که کمتر از نیمی از آن به کلروفیل اتصال می‌یابد و نیم دیگر آن به عنوان فعال کننده ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز عمل می‌نماید. لذا منیزیم در بازگشت از تنش (فعال ساختن مجدد روبیسکو) نقش بارزی دارد. مضاف بر این، این عنصر در متابولیسم گوگرد نیز نقشی تعیین کننده دارد.

هدف از انجام این تحقیق از یک سو یافتن پاسخ اندام‌های رویشی و زایشی گلابی به محلولپاشی با ترکیبات اسید سالیسیلیک (SA) و سولفات منیزیم کلاته (CMS) در مرحله رشد می‌باشد و از طرف دیگر یافتن پاسخ این سوال که آیا بکارگیری سولفات منیزیم کلاته و اسید سالیسیلیک می‌تواند در تحریک رشد و متابولیسم گیاه در شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) تاثیر مثبتی داشته باشد نیز یکی دیگر از اهداف علمی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ یکنواخت تجاری واقع در روستای جهان‌آباد استان قزوین، در سال ۱۳۹۲ روی ۶۰ اصله گلابی ۱۰ ساله متعلق به رقم لوئیزبون اجرا گردید. پایه تمامی درختان تحت تیمار، یکنواخت و بذری بود. مواد تیماری اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم از شرکت شارلا[1] و کلات منیزیم از شرکت فناوری مهر پاسارگاد فراهم گردید و قبل از اعمال تیمارها عملیات به‌زراعی از قبیل هرس و حذف شاخه های آلوده صورت گرفت. تیمارهای سولفات منیزیم در سه سطح صفر، ۰/۵ و ۰/۷ گرم در هزار و اسید سالیسیلیک در سه سطح صفر، ۰/۱ و ۰/۵ گرم در هزار، در دو نوبت به صورت آزمایش بلوک کامل تصادفی[2]، در سه بلوک آزمایشی، هر بلوک مشتمل بر ۱۰ واحد آزمایشی و هر واحد آزمایشی دارای دو درخت کامل اعمال شد. برای حذف اثر حاشیه، بین بلوک‌ها و واحدهای آزمایشی فاصله مکانی لحاظ گردید. لازم به ذکر است که کلیه تیمارهای دارای سولفات منیزیم حاوی مقادیر مساوی (۲/۷ گرم در هزار) کلات منیزیم بود. پس از اعمال تیمارها، اندام‌های هوایی گیاهان (برگ و میوه) به طور جداگانه جهت اندازه‌گیری پارامترهای رشد برداشت و داده‌ها ثبت گردید. محاسبات آماری صفات مورد اندازه‌گیری با استفاده از نرم افزارهای MSTAT-C (۱۱) و SPSS (۱۶) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTAT-C و همبستگی صفات مورد مطالعه با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

اندازه‌گیری قطر میوه به روش غیر تخریبی (روی درخت) و با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ در محل حداکثر قطر عرضی میوه ثبت گردید. طول نمونه‌های میوه نیز به طریق مشابه اندازه‌گیری و نسبت طول به قطر از طریق تقسیم این دو صفت و بر حسب میلی متر در زمان برداشت گزارش شد (۱۱). وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و حجم آن توسط تفاضل سطح آب قرائت شده از استوانه مدرج، قبل و بعد از قرار دادن نمونه برآورد و برحسب سانتیمتر مکعب گزارش گردید و در نهایت چگالی میوه با استفاده از فرمول $d=M/V$ محاسبه شد که در آن d چگالی میوه، M وزن میوه و V حجم میوه است (۷).

پارامترهای رشد وزن خشک، وزن تر و محتوای نسبی آب مطابق روش زیر و بر حسب گرم گزارش شد. بدین منظور پس از توزین برگ‌های تازه، آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور نموده و بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و سپس برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری می‌شود. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت یک صدم در رابطه (۱)،

1- Scharlau 1
2- Randomized Complete Block Design (RCBD)

محتوای نسبی آب برگ بدست آمد (۱۹).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن مخصوص برگ و رشد سال جاری در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 1- ANOVA of leaf area, specific leaf area, specific leaf weight and current growth of pear cv. Louise Bonne.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Means of Squares			
		رشد سال جاری Current growth	وزن مخصوص برگ Specific leaf weight	سطح ویژه برگ Specific leaf area	سطح برگ Leaf area
تکرار Replication	2	104.10^{ns}	0.0001^{ns}	10.946^{ns}	205.733^{ns}
تیمار Treatment	9	274.82^{*}	0.0001^{*}	75.287^{ns}	75.945^{ns}
خطا Error	18	85.59	0.0001	230.393	156.354
ضریب تغییرات C.V (%)	-	46.69	39.84	29	34.53

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non- significant, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن مخصوص برگ و رشد سال جاری در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 2- Mean comparison of leaf area, specific leaf area, specific leaf weight and current growth of pear cv. Louise Bonne.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	رشد سال جاری current growth (cm)		وزن مخصوص برگ specific leaf weight (g/cm^2)		سطح ویژه برگ specific leaf area (cm^2/g)		سطح برگ leaf area (cm^2)	
شاهد با آب The control group with water	23.67	ab	0.016	e	56.39	a	33.50	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	11.50	b	0.026	a	47.99	a	32	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	13	b	0.026	a	46.03	a	34.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	34.17	a	0.018	d	59.40	a	38.17	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	17.50	b	0.020	c	52.33	a	44.17	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	13.33	b	0.018	d	57.84	a	44.33	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	12.50	b	0.020	c	53.83	a	34.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	17.17	b	0.020	c	56.46	a	36.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	16.33	b	0.018	d	52.28	a	35.33	a
شاهد بدون آب The control group without water	39	a	0.023	b	44.14	a	28.17	a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test.

$$RWC= (WF_L-WD_L) / (WS_L-WD_L) \times 100 \qquad (۱)$$

WD_L= وزن خشک، WF_L= وزن تر، WS_L= وزن اشباع

برای اندازه‌گیری پارامتر سطح برگ پس از تهیه نمونه‌های برگ، مساحت آن‌ها برحسب سانتیمتر مربع توسط دستگاه سطح سنج[1] قرائت شد. برای اندازه‌گیری سطح ویژه برگ، پس از اخذ مساحت برگ‌ها، آن‌ها را به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجه

1- Leaf Area Meter

سانتیگراد قرار داده و پس از بدست آوردن وزن خشک آن‌ها، پارامتر مزبور توسط رابطه (۲) و برحسب سانتیمتر مربع بر گرم محاسبه شد (۲۲). جهت برآورد شاخص وزن مخصوص برگ بر حسب گرم بر سانتیمتر مربع نیز از رابطه (۳) استفاده شد (۷).

$$SLA = LA / WD_L \quad (۲)$$

$$SLW = WD_L / LA \quad (۳)$$

جهت بررسی تاثیر تیمارها بر کاهش یا افزایش رشد سال جاری، اندازه‌گیری طول شاخه توسط متر نواری انجام شد و برحسب سانتیمتر گزارش شد.

نتایج

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس وزن مخصوص برگ و طول شاخه سال جاری مبین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح پنج درصد بود (جدول ۱). حداکثر وزن مخصوص برگ در تیمارهای سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار و پایین‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین طول شاخه سال جاری نیز در تیمار شاهد (بدون آب) و کمترین در تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار مشاهده شد (جدول ۲). دامنه تغییرات صفت سطح برگ بین ۲۸/۱۷ تا ۴۴/۳۳ سانتیمتر مربع بود که بترتیب به تیمارهای شاهد (بدون آب) و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲). مینیموم و ماکزیموم سطح ویژه برگ بین ۴۴/۱۴ تا ۵۹/۴۰ سانتیمتر مربع متغیر بود که بترتیب به تیمارهای شاهد (بدون آب) و تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲).

تجزیه صفت وزن مخصوص میوه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و صفات وزن خشک برگ و محتوای نسبی آب برگ اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۳). بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ بترتیب به تیمارهای اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار و اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت. دامنه تغییرات صفت وزن مخصوص میوه بین ۰/۷۲ تا ۰/۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بود. بیشترین مقدار وزن مخصوص میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت و کمترین میزان نیز مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ بود (جدول ۴). حداقل و حداکثر وزن تر برگ بین ۱/۵۱۳ تا ۱/۹۴ گرم متغیر بود که بترتیب به تیمارهای شاهد و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به صفات طول و قطر میوه از اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح پنج درصد حکایت می‌کند (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دامنه طول میوه بین ۶۷/۱۹ تا ۷۵/۴۳، قطر میوه بین ۵۰/۷۰ تا ۵۷/۰۳ و نسبت طول به قطر بین ۱/۳۲ تا ۱/۳۹ میلی‌متر بوده است. بیشترین نسبت طول به قطر میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ و کمترین نسبت طول به قطر میوه به تیمارهای سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات وزن خشک، وزن تر، وزن اشباع، محتوای نسبی آب و وزن مخصوص میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 3- ANOVA of dry, fresh and saturation weight, relative water content and fruit specific gravity of pear cv. Louise Bonne.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares			
		وزن مخصوص میوه fruit specific gravity	وزن خشک برگ leaf dry weight	وزن تر برگ leaf fresh weight	محتوای نسبی آب relative water content
تکرار Replication	2	0.003^{ns}	0.005^{ns}	0.02^{ns}	469.94^{ns}
تیمار Treatment	9	0.019^{**}	0.02^{*}	0.07^{ns}	269.74^{*}
خطا Error	18	0.002	0.01	0.08	263.13
ضریب تغییرات C.V (%)	-	5.28	17.68	16.15	17.21

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non- significant, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات وزن خشک، وزن تر، محتوای نسبی آب و وزن مخصوص میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 4- Mean comparison of dry weight, fresh weight, relative water content and fruit specific gravity of pear cv. Louise Bonne.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	وزن مخصوص میوه Fruit specific gravity (g/cm^3)		وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)		وزن تر برگ Leaf fresh weight (g)		محتوای نسبی آب Relative water content (%)	
شاهد با آب The control group with water	0.93	a	0.58	ab	1.513	a	61.84	b
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	0.8	ab	0.63	ab	1.690	a	66.88	ab
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	0.95	a	0.61	ab	1.613	a	72.26	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	0.94	a	0.74	ab	1.817	a	71.34	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	0.84	b	0.81	a	1.933	a	72.11	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	0.95	a	0.75	ab	1.940	a	70.84	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	0.72	c	0.65	ab	1.730	a	75.47	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	0.93	a	0.65	ab	1.690	a	95.28	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	0.97	a	0.72	ab	1.910	a	61.77	b
شاهد بدون آب The control group without water	0.94	a	0.57	b	1.537	a	74.21	ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 5- ANOVA of length, diameter and length to diameter ratio of pear cv. Louise Bonne fruit.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares نسبت طول به قطر Length to diameter ratio	قطر Diameter	طول Length
تکرار Replication	2	0.004^{ns}	28.75^{ns}	16.28^{ns}
تیمار Treatment	9	0.04^{*}	26.78^{*}	31.76^{*}
خطا Error	18	0.005	8.04	17.11
ضریب تغییرات C.V (%)	-	4.98	5.33	5.71

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non significant, respectively

همبستگی صفات

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در تیمارهای این بررسی بر اساس سطح معنی‌دار شدن ضرایب همبستگی آن‌ها با دیگر صفات در جدول (۷) آمده است. وجود همبستگی معنی‌دار در جهت عکس (p <۰/۰۱) بین قطر میوه و محتوای نسبی آب برگ و همچنین بین وزن خشک برگ با وزن مخصوص میوه و نسبت طول به قطر آن می‌تواند نشانگر تاثیر تیمارها در تخصیص مواد فتوسنتزی در اندام های مختلف گیاه باشد.

بحث

نحوه تخصیص فرآورده‌های گیاه بین اندام‌های رویشی و زایشی تبعات متعددی بر رشد اندام‌های مختلف گیاه و کیفیت محصول (به

عنوان یکی از اجزاء عملکرد گیاه) و متعاقباً افزایش یا کاهش حساسیت به بیماری‌ها (۱) دارد. هر یک از اندام‌های گیاه می‌توانند به عنوان یک مخزن قوی بخشی از مواد فتوسنتزی را به سمت خود جذب نمایند. توزیع مواد پرورده فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی تحت تاثیر عوامل محیطی و وضعیت تغذیه گیاه قرار می‌گیرد (۲۰).

انطباق بیشترین رشد شاخه سال جاری و بالاترین وزن تر برگ با پایین‌ترین وزن خشک برگ، پایین‌ترین سطح برگ، پایین‌ترین سطح ویژه برگ و پایین‌ترین وزن مخصوص برگ به تیمارهای شاهد و شاهد (بدون آب) می‌تواند نشانگر تاثیر مواد تیماری بر نحوه تخصیص مواد در اندام‌های مختلف گیاه باشد. ظاهراً نبود مواد تیماری عاملی برای تحریک رشد شاخه و وجود این مواد عاملی برای تحریک شاخص‌های رشد برگ می‌باشد.

اختصاص بالاترین وزن مخصوص میوه و نیز پایین‌ترین محتوای نسبی آب برگ و پایین‌ترین نسبت طول به قطر به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار می‌تواند موید ارتباط متضاد بین این پارامترها در نحوه تخصیص مواد و تاثیر تیمار فوق بر این رابطه متضاد باشد. وجود میوه به عنوان سینک قوی و شرایط مساعد برای فتوسنتز، از تجمع آب در کلروپلاست برگ‌ها جلوگیری می‌کند و موجبات افزایش وزن مخصوص میوه را فراهم می‌کند. رشد و بزرگ شدن میوه، نتیجه تقسیم سلول و بزرگ شدن آن است. مکانیسم بزرگ شدن سلول در دانه‌دارها از طریق تجزیه پکتین موجود در مئا همزمان با بزرگ شدن سلول‌ها و سپس اتصال سلول‌های پخش شده با دیواره‌های کوچکتر می‌باشد. در نتیجه این عمل، فضای بین سلول‌ها افزایش یافته و بالتبع چگالی میوه کاهش می‌یابد. میوه‌های دارای فضای خالی بیشتر نسبت به انواع چگالتر، رشد بیشتری داشته و نسبت به وزن خود، کربوهیدرات کمتری از درخت دریافت می‌کنند که این مطلب رابطه متضاد دو پارامتر وزن مخصوص میوه و نسبت طول به قطر آن را توجیه می‌کند. کاهش محتوای نسبی آب برگ نیز می‌تواند در راستای جذب بیشتر کربوهیدرات توسط میوه به عنوان یک مخزن قوی توجیه شود.

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 6- Mean comparison of length, diameter and length to diameter ratio of pear cv. Louise Bonne fruit.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	نسبت طول به قطر Length to diameter ratio		قطر Diameter (mm)		طول Length (mm)	
شاهد با آب The control group with water	1.36	ab	54.37	abc	73.68	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	1.32	b	55.98	ab	73.90	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	1.34	bc	51.86	c	72.58	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	1.34	bc	57.03	a	75.43	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	1.35	ab	52.69	bc	74.34	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	1.39	a	52.92	bc	73.06	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	1.38	a	50.70	c	71.03	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	1.35	ab	50.85	c	67.19	b
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	1.32	b	53.98	abc	72.41	ab
شاهد بدون آب The control group without water	1.37	ab	51.84	c	71.23	ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test

اختصاص بالاترین وزن مخصوص برگ و پایین‌ترین نسبت طول به قطر میوه و پایین‌ترین رشد سال جاری به تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار نیز از نقش مثبت گوگرد در غلظت مزبور بر تحریک رشد برگ و نقش منفی آن در تحریک رشد شاخه و میوه دلالت دارد که به نوعی بر تاثیر مواد تیماری بر تخصیص مواد به اندام‌های مختلف اشاره دارد. اختصاص همزمان بالاترین وزن مخصوص برگ به تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار نیز از نقش مثبت گوگرد در غلظت مزبور بر تحریک رشد برگ

حکایت می‌کند. به طور کلی کاهش رشد شاخه سال جاری در تیمارهای حاوی گوگرد در تحقیق حاضر بوضوح مشهود است. این کاهش رشد شاخه می‌تواند با تحت تاثیر قرار دادن تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، از طریق کاهش رقابت بر سر دریافت مواد فتوسنتزی با افزایش وزن مخصوص برگ منطبق شده باشد. محتمل است تاثیر ترکیبات گوگردی به مثابه سایر کند کننده‌های رشد به ممانعت از سنتز جیبرلین در کاهش طول میانگره مربوط باشد (۸ و ۱۸). نقش مثبت اسید سالیسیلیک در تحریک رشد گیاه در غلظت ۰/۱ نیز که در داده‌های اخذ شده مشهود است، با نتایج حیات و همکاران (۹) مطابقت دارد.

جدول ۷- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 7- Correlation of measured characteristics of pear cv. Louise Bonne.

	محتوای نسبی آب برگ Relative water content	وزن اشباع برگ Leaf saturation weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	طول میوه Length of fruit	قطر میوه diameter of fruit	نسبت طول به قطر Length to diameter ratio	وزن مخصوص میوه Fruit specific gravity	رشد سال جاری Current growth	سطح برگ Leaf area	سطح ویژه برگ Specific leaf area	وزن مخصوص برگ Specific leaf weight
محتوای نسبی آب برگ **Relative water content**	1	-.362	-.080	.122	-.362	-.858**	.036	-.192	-.012	.094	.118	-.148
وزن اشباع برگ **Leaf saturation weight**		1	.258	-.223	-.288	.439	-.440	.250	.448	-.112	-.308	-.351
وزن تر برگ **Leaf fresh weight**			1	-.015	.367	.300	-.270	-.168	-.322	.801**	.432	-.289
وزن خشک برگ **Leaf dry weight**				1	.026	-.172	.915**	-.858**	-.269	-.096	.079	-.167
طول میوه **Length of fruit**					1	.550	.204	-.062	-.472	.291	-.031	.581
قطر میوه **diameter of fruit**						1	-.130	.128	.068	.142	-.192	.219
نسبت طول به قطر **Length to diameter ratio**							1	-.724 *	-.333	-.259	-.063	.134
وزن مخصوص میوه **Fruit specific gravity**								1	.395	-.131	-.011	.047
رشد سال جاری **Current growth**									1	-.350	-.043	-.417
سطح برگ **Leaf area**										1	.603	-.293
سطح ویژه برگ **Specific leaf area**											1	-.574
وزن مخصوص برگ **Specific leaf weight**												1

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non significant, respectively

تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ گرم در هزار بالاترین طول و بالاترین قطر را به خود اختصاص داد که موید نقش مثبت اسید سالیسیلیک در تحریک رشد در شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) می‌باشد که با یافته‌های برومند جزی مطابقت دارد.

انطباق بالاترین محتوای نسبی آب برگ با پایین‌ترین طول میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار می‌توانند نشانگر تاثیر مواد تیماری در

غلظت‌های فوق بر نحوه تخصیص آب و مـواد غـذایی در انـدام‌هـای برگ و میوه باشد که ظاهراً این تیمار در تحریک رشد میوه تاثیر منفی دارد.

انطباق پایین‌ترین وزن تر برگ با بالاترین سطح برگ و بالاترین نسبت طول به قطر به تیمار توام اسید سالیسـیلیک بـا غلظـت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار نیـز حـاکی از تـاثیر مثبت تیمار مزبور در تحریک رشد میوه و تاثیر آن بر خصوصیات برگ دارد. با توجه به اینکه برگ‌ها عامل اصـلی فتوسـنتز و افـزایش مـاده خشک گیاه در واحد سـطح هسـتند، مـی‌تـوان نتیجـه گرفـت کـه در تیمارهای حائز شاخص سطح برگ بالاتر، رشد میوه نیز بیشتر خواهـد بود. در واقع با افزایش سطح برگ و بالتبع تولید مواد پرورده فتوسنتزی در تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظـت ۰/۷ گـرم در هـزار، تخصیص مواد پرورده به اندام زایشی گیاه افزایش یافت کـه بـا نتـایج گشتی و همکاران (۱۰) مطابقت دارد.

نظر به جمیع موارد مذکور مشهود است که تاثیر هر یک از این دو ماده بر متابولیسم گیاه، تغییراتی در تخصیص مواد پرورده فتوسـنتزی بوجود آورده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بکارگیری ترکیبـات سولفات منیزیم کلاته و اسید سالیسیلیک تاثیر مثبتی در تحریک رشد و متابولیسم ناشی از شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) و افزایش شاخص‌های رشد گلابی باستثناء رشد سال جاری داشته و در نهایت باعث افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه می‌شود.

منابع

1- Adel M., Adel M., Amiri M. E., Nejatian M. A. and Davodi A. 2013. The examination of the effect of spray of edetated magnesium sulfate and salsylic acid on the shoot Fire blight of pear (cv. Louise Bonne). Articles Abstract of the 8th Agricultural Science Congress of Iran. Hamadan. Page 427 (in Persian with English abstract)

2- Adel M., Amiri M. E. and Adel M. 2014. Influence of spray with salicylic acid and coriander extract on shoot Fire Blight and fruit quality in pears (cv. Louise Bonne). New Issues Congress. Karaj. (in Persian)

3- Adel M. and Adel M. 2017. Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species (translation). The first edition. University Jihad Publications.

4- Arias M., Carbonell J. and Agustí M. 2005. Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. Plant Physiology. 162: 845 -853.

5- Barker A.V. and Pilbeam D.J. 1937. Handbook of plant nutrition. CRC-Taylor and Francis Group. New York. 613 p.

6- Biasi R., Bagni N. and Costa G. 1988. Endogenous polyamines in apple and their relationship to fruit set and fruit growth. Physiologia Plantarum. 73 (2): 201–205.

7- Faust M. 2001. Physiology of Fruit Trees of Temperate Regions. Translation: Gholami, M. and Kimiaei Talab, M. R. Boo Ali Sina Publications. Hamadan. 350 pp.

8- Gopi R., Sridharon R., Somasundaram R., Alagulakshmanan G.M., and Panneerselvam R. 2005. Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazols in *Amorphophallus campanulatus*. General and Applied Plant Physiology. 31: 171-180.

9- Hayat S. and Ahmad A. 2007. Salicylic acid a plant hormone. Springer. India. 410 pp.

10- Hoseinzadeh Gashti E., Isfahani M., Asghari J., Sapharzadeh Vishkaii M. T. and Rabiei B. 2009. The effect of consumption of sulfur fertilizer on the growth and yield indexes of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Agricultural Science and Technology. 48: 27- 38. (in Persian)

11- Jalili Marandi R. and Haji Taghi Loo R. 2003. The laboratory of post-harvest physiology. Oroomiyeh University Publications. Oroomiyeh. 12. (in Persian)

12- Kakkar R.K. and Rai V.K. 1993. Plant polyamines in flowering and fruit ripening. Phytochemistry. 33: 1281-1288.

13- Malik A.U. and Singh Z. 2004. Endogenous free polyamines of mangos in relation to development and ripening. Journal of the American Society for Horticultural Science. 129 (3): 280-286.

14- Manthe B., Schulz M., Schnabl H. 1992. Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: evidence for salicylic acid metabolization. Journal Chemical Ecology. 18: 1525–1539.

15- Mazaheri Tirani M., Kalantari Kh. M., and Hasibi N. 2008. The study of the interactive effects of ethylene and salicylic acid on induction of oxidative stress and the mechanisms of tolerance in *Brassica napus* L. Iran Journal of Biology. 21 (3): 421-432.

16- Metwally A., Finkemeier I., Georgi M., Dietz K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in Barley seedling. Plant Physiology. 132: 272-281.

17- Mishra S.N. and A.P. Singh. 1989. Studies on sulphur and phosphorus availability and uptake by groundnut. Legume Research. 12(4): 160-164.

18- Nazardin M.R.A., Fauzi R.M., and Tsan F.Y. 2007. Effects of paclobutrazol on the growth and anatomy of stems and leaves of *Syzygium campanulatum*. Tropical Forest Science. 19: 86-91.

19- Ritchie S.W. and Nguyen H.T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.
20- Sapharzadeh Vishkaii M. N. 1998. The effect of sulfur on the growth and yield of peanut. M.Sc. Thesis, Isfahan University, Isfahan, Iran. (in Persian)
21- Sood S. and Nagar P. K. 2008. Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiologia Plantarum. 30 (2): 243-248.
22- Zamani M. M. 2011. Influence of exogenous application of proline and glycine betaine on drought tolerance in grapevine. M. Sc. Thesis, University of Zanjan, Zanjan, Iran. 86pp. (in Persian with English abstract)
23- Zheng Y. and Zhang Q. 2004. Effect of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of ‘ponkan’ mandarin. Acta Horticulture. 632: 317-320.
24- Ziosi V., Bregoli A.M., Fregola F., Costa G. and Torrigiani P. 2009. Jasmonate- induced ripening delay is associated with up-regulation of polyamine levels in peach fruit. Plant Physiology. 166: 938-946.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 80-98
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۹۸-۹۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تجزیه ارتباط رگرسیونی صفات مرتبط با عملکرد با نشانگرهای مولکولی RAPD در پسته (*P. vera* L)

سعید میرزایی[1*] - مهدی رحیمی[2] - علی تاج آبادی پور[3] - مسعود بهار[4]- بهرام شریف نبی[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

با بکارگیری نشانگرهای مولکولی، اصلاح گیاهان با سرعت و سهولت بیشتری انجام می‌گیرد و انتخاب والدین برای تلاقی های بعدی در برنامه‌های اصلاحی با اطمینان بیشتری انجام می‌گیرد. در دسترس بودن تعداد بسیار زیادی از نشانگرها و صفات مورفولوژیکی می‌تواند به مطالعه تجزیه رگرسیونی بین این نشانگرها و صفات مورفولوژیکی کمک نماید. در این تحقیق، ارتباط صفات مرتبط با عملکرد در ۲۰ ژنوتیپ پسته با استفاده از ۱۵ آغازگر RAPD مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت ۱۱ آغازگر چندشکلی نشان دادند و مجموعاً ۵۶ قطعه (لوکوس) را تکثیر کردند که از این بین ۳۶ قطعه (۶۴/۲۹ درصد) چندشکلی را با میانگین ۵/۰۹ الل به ازای هر پرایمر نشان دادند و میزان این چندشکلی از حداقل ۲۵ درصد برای آغازگر AJ05 تا حداکثر ۸۷/۵ درصد برای آغازگر OPAD02 متغیر بود. میانگین محتوای اطلاعاتی حاصل از چند شکلی برای جایگاه‌ها ۰/۲۳ و از ۰/۰۹۵ (AJ05 و OPAD14) تا ۰/۳۹ (OPC05) متغیر بود. برای شناسایی نشانگرهای مثبت مرتبط با صفات اجزای عملکرد، تجزیه رگرسیون گام به گام بین داده‌های مولکولی به عنوان متغیرهای مستقل و صفات مورد مطالعه به عنوان متغیرهای وابسته انجام گرفت. نوزده قطعه RAPD با شش صفت مرتبط با عملکرد ارتباط داشتند. بعضی از نشانگرهای RAPD با بیشتر از یک صفت در تجزیه رگرسیون چندگانه ارتباط داشت که می‌تواند به خاطر اثر پلیوتروپیک مکان‌های صفات کمی بر روی صفات مختلف یا پیوستگی ژن‌های مختلف باشد. برای درک این موضوع تهیه نسل‌های در حال تفرق و نقشه‌های پیوستگی ضروری می‌باشد. همچنین این نتایج می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی انتخاب به کمک نشانگر هنگامی که هیچ اطلاعات ژنتیکی در دسترس نیست، مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: آغازگر چندشکل، رگرسیون گام به گام، متغیر مستقل

مقدمه

پسته یکی از مهمترین محصولات باغی ایران است که سهم زیادی از درآمدهای صادراتی غیرنفتی کشور را به خود اختصاص داده است. این گیاه دوپایه، برگ ریز و دارای مرحله نونهالی طولانی بوده و بومی کوههای کم ارتفاع و تپه های خشک بیابانهای مرتفع افغانستان، ایران و ترکیه است. تحمل به شوری و خشکی و توانایی رشد در خاک‌های ضعیف از خصوصیات این گیاه است (۱۹).

جنس پسته *Pistacia* از خانواده Anacardiaceae و شامل ۱۱ گونه است که فقط *P. vera* L. دارای میوه‌های خندان و از لحاظ تجاری دارای اهمیت می‌باشند (۸). اعتقاد بر این است که قدیمی‌ترین گونه موجود در این جنس، گونه *P. vera* می‌باشد و گونه‌های دیگر احتمالا از آن مشتق شده‌اند (۲۴). کشور ایران منشا پسته اهلی بوده به طوری‌که بیشترین تنوع ژنتیکی در ارتباط با ارقام پسته در ایران وجود دارد. آمار متناقضی در مورد تعداد ارقام پسته موجود در ایران وجود دارد. طبق آمار منتشر شده توسط موسسه تحقیقات پسته، تعداد ارقام موجود در ایران بیش از ۷۰ رقم می‌باشد. اگر چه بعضی از محققین عقیده دارند که برخی ارقام از لحاظ ژنتیکی یکسان می‌باشند و تعداد ارقام موجود در ایران کمتر از میزان اعلام شده است. دستیابی به منابع ژنتیکی پسته، تعیین و شناسایی صفات، خصوصیات رویشی و زایشی ارقام و فنوتیپ‌های این گیاه، اولین گام در زمینه اصلاح پسته است

۱ و ۲- استادیاران گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: s.mirzaei@kgut.ac.ir)
۳- مربی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران
۴ و ۵- استادان گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.43835

(۲).

قبل از شناسایی و معرفـی روش‌هـای نـوین کـار بـا نشـانگرهای مولکولی در ارزیابی روابط بین ژنوتیپ‌ها در یـک گونـه خـاص غالبـاً صـفات مورفولوژیـک نقـش عمـده را ایفـا مـی‌نمودنـد. اخیـراً علـم بیوتکنولوژی کمک شایانی در تشخیص روابط ژنتیکـی و فیلـوژنی در اصلاح گیاهان نموده است. نشانگر های مولکولی و صفات مورفولوژی هر دو می توانند تکمیل کننده یکدیگر باشند و نمی‌توانند بـه تنهـایی ابزار مفید و سودمندی در روش‌های مختلف اصلاحی محسوب شـوند. گزارشات مختلف مبنی بر ارتباط توام صفات مورفولوژی و مولکولی با استفاده از روش های آماری بیان شده است (۱۳ و ۱۴).

در ۲۰ سال گذشته تلاش اصلی در اصلاح گیاهان تغییـر از روش سنتی انتخاب شـجره‌ای بـر اسـاس فنوتیـپ بـه انتخـاب بـر اسـاس نشانگرهای ژنتیکی بـا تاکیـد بـر شناسـایی صـفات کمـی (QTL) و انتخاب بر اساس نشانگر (MAS) است. مطالعات موفقیت‌آمیز زیـادی بر روی گیاهان زراعـی و در جمعیـت‌هـای مختلـف (F1, F2, BIL, RIL, NIL) بر ایـن اسـاس گـزارش شـده اسـت (۵، ۷ و ۲۳). اکثـر مطالعات تجزیه ارتباطی مبتنی بر لینکاژ، امکـان ردیـابی نشـانگرهای مختلف مرتبط با صفات مورفولوژیکی را مقدور نموده است، ولی اغلب به دلیل فاصله زیاد بین نشانگر و صـفت مورفولـوژیکی، انتخـاب بـه کمک نشانگر (MAS) و همچنـین جداسـازی و همسـانه سـازی ژن مورد نظر را مشکل ساخته است و بعلاوه فقط از تعداد کمـی ژنوتیـپ به عنوان والد برای نقشه یابی ژن ها استفاده شـده اسـت و درنهایـت اثرات متقابل محیط در QTL باعث موفقیت کمی در این روش شـده است. برای بهره‌برداری از تنوع موجود در ژرم پلاسم ارزیـابی صـفات مورفولوژیکی و زراعی ضروری است. در مطالعـات مبتنـی بـر تجزیـه پیوستگی تعداد کمی از ژنوتیپ ها به عنوان والدین جمعیـت در حـال تفرق برای شناسایی چندشکلی های مرتبط بـا صـفات مـورد مطالعـه غربال می شوند که این خود سبب ایجاد محـدودیت مـی شـود، زیـرا ممکن است نشانگرهای شناسایی شده در این والدین برای گزینش به کمک نشانگر در زمینه های ژنتیکی والدین و ارقام دیگر مفید نباشـد. در دسـترس بـودن تعـداد بسـیار زیـادی از نشـانگرها و صـفات مورفولوژیکی می‌تواند به مطالعه تجزیه رگرسیونی بین این نشـانگرها و صفات مورفولوژیکی کمک نماید. در سال های اخیر برای غلبـه بـر این محدودیت‌هـا و بـه عنـوان یـک جـایگزین بـرای جمعیـت‌هـای برنامه‌ریزی شده، شناسایی ارتباط صفت با نشانگر مولکولی به واسطه ترکیب بین ژرم‌پلاسم‌های موجود بـا اسـتفاده از روش رگرسـیون بـه وجود آمده است که نه تنها نقشـه‌یـابی ژن‌هـا را بـا درجـه اطمینـان بالاتری ممکن می سازد، بلکه شناسایی نشانگرهایی که در نقشه‌یابی مبتنی بر لینکاژ قابل ردیابی نبودند را مقدور می‌سازد (۲۱ و ۲۲). ایـن روش به طور چشمگیری در گیاهان و به ویژه درختان رو بـه افـزایش است (۸، ۱۱، ۱۲ و ۱۶). در این مطالعه ارتباط نشانگرهای RAPD با صفات مرتبط با عملکرد در جمعیـت‌هـای پسـته بررسـی شـده تـا در نهایت با انتخاب نشانگرهای مناسب در جهـت اصـلاح پسـته گـامی موثر برداشت.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی صفات مرتبط با عملکرد و همچنین آنالیز مولکولی با نشانگر RAPD از ۲۰ ژنوتیپ پسته مطابق با جـدول ۱ کـه از ارقـام رایج باغی متعلق به *P. vera* هسـتند و در ایـران کشـت مـی‌شـوند، استفاده شد. برای ارزیابی صفات کمیت میوه کـه در مـورد عملکـرد و اجزای عملکرد در این گیاه است از منبـع (۱۶) اسـتفاده شـد. صـفات مورد مطالعه شامل طول، عرض و تعداد انشعابات اولیه خوشـه، تعـداد پسته‌های خوشه، وزن پسته خشک و وزن پسته‌هـای خنـدان خوشـه بود.

نمونه برگ ژنوتیپ های پسـته از کلکسـیون مؤسسـه تحقیقـات پسته کشور واقع در رفسنجان تهیه گردیـد. از هـر ژنوتیـپ ۵ درخـت انتخاب و برگ‌های جوان از آنها بطـور جداگانـه جمـع‌آوری و پـس از درج نام و مشخصات هر ژنوتیپ، بطور مجزا بسته‌بندی شد. در هنگام نمونه‌برداری سعی شد بـرگ‌هـای سـالم و جـوان جمـع‌آوری شـود و برگ‌های صدمه دیده و آفت‌زده حذف گردد.

کیسه‌های نایلونی حاوی نمونه برگ، داخل فلاسک روی یخ قرار گرفتند و بلافاصله به آزمایشـگاه بیوتکنولـوژی کشـاورزی- دانشـگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها بعـد از انجمـاد در ازت مایع، درون فریزر ۸۰- درجه‌سانتی‌گراد تا زمان اسـتخراج DNA نگهداری شدند. استخراج DNA بـه روش CTAB مطـابق بـا روش هورمازا و همکاران (۷) با ایجاد اندکی تغییرات انجام شد.

برای انجام واکنش‌های PCR، از دستورالعمل ویلیامز و همکـاران (۲۰) با اندکی تغییرات و در حجـم ۲۵ میکرولیتـر بـرای هـر واکـنش استفاده گردید. در این مطالعه از ۱۵ آغازگر استفاده گردید و در نهایت ۱۱ نشانگری که چندشکلی مناسبی با اکثر ارقام پسته مـورد آزمـایش نشان دادند، مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۲) و از سری‌های OPA ، OPAE، OPAD، OPAC، OPC، OPB، MG، AJ، OPS و UBC سـاخت شـرکـت هـای Operon و شـرکـت آلمـانی TIB MOLBIOL بودند. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با دستگاه ترموسـایکلر Genius FGEN05TD در حجم ۲۵ میکرولیتر انجام شد که شـامل ۲ میکرولیتـر DNA الگـو، ۰/۵ میکرولیتـر آغـازگر بـا غلظـت ۲۰ میکرومولار، ۰/۵ میکرولیتر مخلوط چهار نوکلئوتیـد (۱۰ میلـی‌مـولار)، ۰/۱۵ میکرولیتـر آنـزیم *Taq* پلیمـراز (۵ واحـد در میکرولیتـر)، ۰/۵ میکرولیتر کلرید منیزیم (۲۵ میلی‌مولار)، ۲/۵ میکرولیتر بافر PCR بـا غلظت ۱۰ برابر (10x) و ۱۸/۸۵ میکرولیتر آب مقطر استریل بود.

جدول ۱- نام ژنوتیپ‌های پسته مورد مطالعه

Table 1- List of studied pistachio genotypes

کد Code	ژنوتیپ Genotypes	کد Code	ژنوتیپ Genotypes	کد Code	ژنوتیپ Genotypes
PVAK	اکبری Akbari	PVR2	راور دو Ravar 2	PVKD	خنجری‌دامغان Khanjari Damghani
PVAH	احمدآقایی AhmadAghaei	PVSD	سیف‌الدینی Sifadini	PVSN	سبزنوق Sabz-e-Nogh
PVHZ	حسن‌زاده Hsanzadeh	PVOH	اوحدی Ohadi	PVNK	بادامی‌نیش‌کلاغی Badami Nishkalaghi
PVGR	غلامرضایی Gholamrezaei	PVFR	فندقی‌ریز Fandoghi Riz	PVBR	بادامی‌راور Badami Ravar
PVGZ	قزوینی‌زودرس Ghazvini Zoodras	PVKG	کله قوچی Kaleghochi	PVMA	موسی‌آبادی Mosaabadi
PVIZ	ایتالیایی‌زودرس Italiaei Zoodras	PVMO	ممتاز Momtaz	PVHS	حسنی Hasani
PVMT	ممتازتاج‌آبادی Momtaz Tajabadi	PVBZ	بادامی‌زرند Badami Zarand		

واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با شرایط دمای بهینه شده شامل دو دقیقه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد برای واسرشته‌سازی اولیه‌ی DNA الگو و به دنبال آن ۴۰ چرخه شامل یک دقیقه در ۹۲ درجه سانتی‌گراد برای واسرشته‌سازی DNA الگو، یک دقیقه در ۳۵ درجه سانتی‌گراد برای اتصال آغازگر و دو دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای حرکت و بسط آغازگر روی رشته‌های DNA الگو و در انتهای برنامه پس از اتمام ۴۰ چرخه فوق، پنج دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای بسط نهایی آغازگر برای آغازگرهای سری Operon انجام شد. برای آغازگرهای سری MG و AJ واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با شرایط دمای بهینه شده شامل دو دقیقه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد برای واسرشته‌سازی اولیه‌ی DNA الگو و به دنبال آن ۵۰ چرخه شامل ۴۰ ثانیه در ۹۴ درجه سانتی‌گراد برای واسرشته‌سازی DNA الگو، ۷۰ ثانیه در ۴۸ درجه سانتی‌گراد برای اتصال آغازگر و دو دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای حرکت و بسط آغازگر روی رشته‌های DNA الگو و در انتهای برنامه پس از اتمام ۵۰ چرخه فوق، ۱۰ دقیقه در ۷۲ درجه سانتی‌گراد برای بسط نهایی آغازگر استفاده شد. محصولات PCR بر روی ژل ۱/۲ درصد آگاروز بارگذاری شدند و بعد از رنگ‌آمیزی با اتیدیوم‌بروماید، ژل مذبور دو یا سه مرتبه با آب معمولی شستشو داده شد. سپس ژل به دستگاه Photo-Print (Vilber Lourmat IP-008-SD) منتقل شد. پس از مشاهده باندها در زیر نور UV از ژل عکسبرداری شد. در نهایت با توجه به اینکه RAPD یک نشانگر غالب است بنابراین قطعات تکثیر شده (باندها) براساس وجود و عدم وجودشان به ترتیب با اعداد یک و صفر برای هر ژنوتیپ مشخص شدند.

تجزیه و تحلیل ارتباط بین داده‌های مولکولی (به عنوان متغیرهای مستقل) و داده های کمی (به عنوان متغیر وابسته) با استفاده از رگرسیون چندگانه انجام شد تا نشانگرهای موثر مرتبط با صفات عملکرد و اجزای عملکرد شناسایی شوند. رگرسیون چندگانه با استفاده از روش چند مرحله‌ای و با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۲ انجام شد (۱۵). تجزیه بر پایه مدل چندگانه، که تغییرات در متغیر وابسته (Y میانگین ژنوتیپ برای یک صفت کمی) به یک تابع خطی از مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل mj که نشان‌دهنده نشانگرهای RAPD بود (اولین بار به وسیله ویرک و همکاران (۱۸) شرح داده شد) انجام شد. که در آن bj نشان دهنده ضرایب جزیی رگرسیون است که روابط آزمایشی مشخص بین Y و mj را نشان می‌دهد. همچنین d نشان‌دهنده خطای بین ژنوتیپ‌ها بعد از رگرسیون و e خطای تصادفی Y است که شامل تنوع محیطی نیز می‌شود (۱۸). برای انتخاب متغیرهای مستقل برای تابع رگرسیون، از F با احتمال ۰/۰۴۵ و ۰/۰۹۹ به ترتیب برای وارد کردن و خارج کردن متغیرها استفاده گردید (۳ و ۱۵). نشانگرهای انتخاب شده دوباره به طور مستقل با یک مدل خطی برای تایید معنی‌داری آماره برای هر یک از نشانگرهای شناسایی شده با رگرسیون چندگانه استفاده شد (۳ و ۱۱).

نتایج و بحث

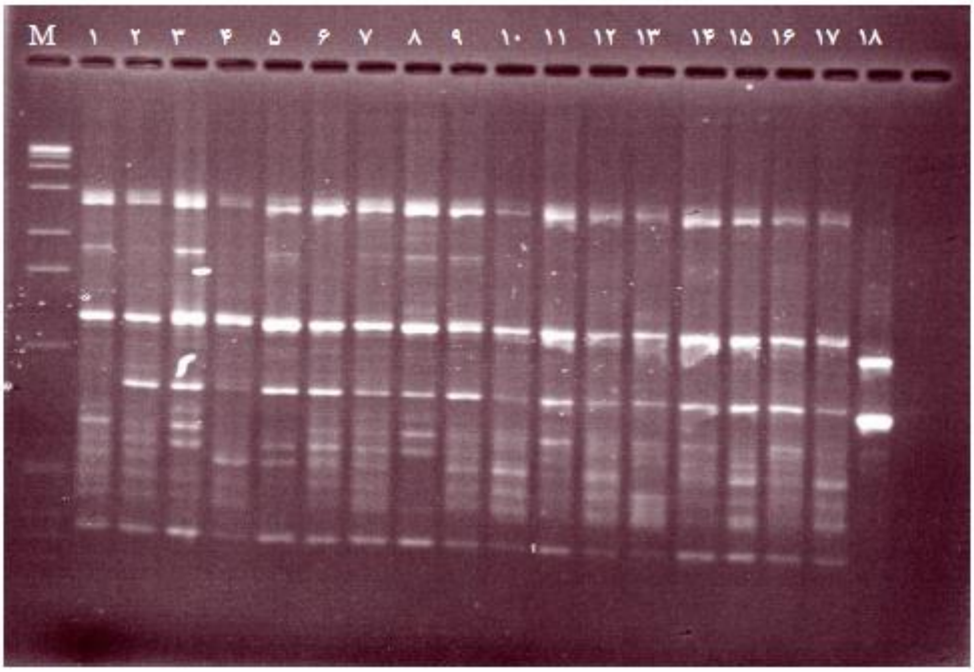
۱۱ آغازگر چندشکل (جدول ۳) مجموعاً ۵۶ قطعه (لوکوس) را تکثیر کردند که از این بین ۳۶ قطعه (۶۴/۲۹ درصد) چندشکلی را با میانگین ۵/۰۹ الل به ازای هر آغازگر نشان دادند و میزان این چندشکلی از حداقل ۲۵ درصد برای آغازگر AJ05 تا حداکثر ۸۷/۵ درصد برای آغازگر OPAD02 متغیر بود. در این تحقیق فقط باندهای

با وضوح بالا و قابل ارزیابی بین ۳۰۰ جفت‌باز تا ۳۰۰۰ جفت‌باز طول، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (شکل ۱). دامنه تعداد آلل‌های چندشکل بین ۱ تا ۷ متغیر بود که بیشترین تعداد باندهای چندشکل تولید شده متعلق به آغازگر AJ20 و OPAD02 (۷ باند) (جدول ۳) و کمترین تعداد باندهای چندشکل متعلق به آغازگرهای OPAD14، AJ05، OPAD19 و OPAE06 (یک باند) (جدول ۳) بود.

جدول ۲- توالی‌های نوکلئوتیدی آغازگرهای انتخاب شده برای بررسی چندشکلی ارقام پسته

Table 2- Nucleotide sequences of primers selected for the study of polymorphism of pistachio

نام آغازگر Primer name	توالی‌آغازگر Primer sequences	نام آغازگر Primer name	توالی‌آغازگر Primer sequences
OPAC19	5′ AGT CCG CCT G 3′	AJ20	5′ ACA CGT GGT C 3′
OPAD02	5′ CTG AAC CGC T 3′	OPB10	5′ CTG CTG GGA C 3′
OPAD14	5′ GAA CGA GGG T 3′	OPC05	5′ GAT GAC CGC C 3′
OPAD19	5′ CTT GGC ACG A 3′	OPAD01	5′ CAA AGG GCG G 3′
OPAE06	5′ GGG GAA GAC A 3′	MG1	5′ AGC GCC GAC G 3′
MG12	5′ CCC GCG AGT C 3′	MG11	5′ AGG AGC TGC C 3′
MG16	5′ GAA GAA CCG C 3′	OPB17	5′ AGG GAA CGA G 3′
AJ05	5′ CAG CGT TGC C 3′		



شکل ۱- الگوی باندی آغازگر AJ05 در ارقام مختلف پسته

Figure 1– The band pattern of AJo5 primer in different genotypes of Pistachio

بررسی نتایج حاصل از پژوهش‌های محققین دیگر در مورد تعداد الل‌های مشاهده شده نشانگرهای RAPD بسیار متفاوت می‌باشد. تعداد الل‌ها و همچنین درصد چندشکلی گزارش شده در تحقیقی برای نشانگرهای RAPD مورد استفاده متفاوت با نتایج به دست آمده در این تحقیق بود (۱۷). تفاوت در تعداد الل شناسایی شده در مطالعات مختلف می‌تواند به دلیل منشاء و خصوصیات متفاوت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و نیز نشانگرهای RAPD متفاوت و همچنین شرایط متفاوت PCR موجود در این تحقیق می‌باشد.

میزان اطلاعات چند شکلی (PIC) توانایی جداسازی و تفکیک نشانگر براساس تعداد و آلل‌های جایگاه نشانگر و فراوانی آن‌ها در مجموعه نمونه‌برداری است که هرچه میزان آن بالاتر باشد نماینگر قدرت تمایز بیشتر نشانگر می‌باشد. میزان اطلاعات چند شکلی (PIC) برای نشانگرهای مورد بررسی در این مطالعه از ۰/۰۹۵ تا ۰/۳۹ با میانگین ۰/۲۳ متغیر بود و نشانگرهای OPAD14 و AJ05 کمترین و نشانگر OPC05 بیشترین میزان PIC را داشتند (جدول ۳). میزان اطلاعات چند شکلی، یکی از شاخص‌های مهم جهت مقایسه

نشانگرهای مختلف از لحاظ قدرت تمایز آنها می‌باشد. مقادیر بالای این معیار دلالت بر چندشکلی زیاد و وجود آلل یا آلل‌های نادر در یک جایگاه نشانگری است که در تفکیک و تمایز افراد نقش بسزایی دارد. بنابراین نشانگرهایی با PIC بالا برای تمایز ژنوتیپ‌هایی با خویشاوندی نزدیک بسیار مفید خواهند بود.

در رگرسیون گام به گام صفات مرتبط با عملکرد به عنوان متغیر وابسته در مقابل نشانگرها به عنوان متغییر مستقل در نظر گرفته شد و در کل ۱۹ نشانگر (آلل) که به طورمعنی‌داری همبسته و در ارتباط با صفات مرتبط با عمکرد بودند وارد مدل رگرسیونی شدند (جدول ۴) که بعضی از این نشانگر در چند صفت نقش داشتند و در نهایت ۱۳ نشانگر در توجیه تغییرات فنوتیپی این صفات موثر بودند. سایر نشانگرهای مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر مدل نداشته و به همین دلیل می‌توان گفت که از این نشانگرها می‌توان در شناسایی ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ صفات مرتبط با عملکرد استفاده نمود. نشانگرهای شناسایی شده از دو نشانگر برای صفات تعداد انشعابات خوشه، تعداد پسته خوشه و وزن پسته خشک تا پنج نشانگر برای صفت وزن پسته خندان متغیر بودند. این نشانگرها به طور منفی یا مثبت با صفات مرتبط عملکرد همبسته بودند. سهم تنوع فنوتیپی توجیه شده (R^2) توسط هر نشانگر در جدول ۳ نشان داده شده است. محقیقن دیگر هم در درختان با استفاده از تجزیه رگرسیون ارتباط بین نشانگرها و صفات مورد مطالعه را شناسایی کردند و از آن‌ها برای اصلاح درختان استفاده نمودند (۸، ۱۱، ۱۲ و ۱۶).

نشانگرهای OPAD02-2، MG12-3، MG16-1 و PB10-4 با صفت طول خوشه ارتباط داشتند و توانستند ۷۵ درصد از تنوع فنوتیپی این صفت را توجیه نمایند. همچنین نشانگرهای OPAD02-2، MG12-4، OPAE06-1 و AJ20-6 ارتباط معنی‌داری با عرض خوشه نشان دادند و ۶۹ درصد از تنوع فنوتیپی این صفت را کنترل کردند. در کل دو نشانگر MG16-2 و OPAD19-1 با صفت تعداد انشعابات خوشه همبسته و ارتباط داشتند که توانستند ۴۹ درصد تنوع این صفت راتوجیه نمایند. با محاسبه βهای استاندارد شده مشخص شد که اهمیت نشانگر MG16-2 بیشتر می‌باشد و اثر کاهنده‌ای دارند. درحالی که تاثیر نشانگر OPAD19-1 بر روی تعداد انشعابات خوشه نزدیک به نشانگر قبلی و اثر افزاینده‌ای هم داشت (جدول ۴). در مجموع پنج آلل (OPAD14-1، OPAD02-2، OPAD19-1، OPAC19-2 و OPB10-1) درصد قابل توجهی از تغییرات فنوتیپی صفت وزن پسته خندان (R^2=۰/۴۸، R^2=۰/۷۷، R^2=۰/۸۳، R^2=۰/۹۱ و R^2=۰/۹۳) را کنترل کردند. یکی از آن‌ها، نشانگر OPAD14-1بیشترین مقدار ضریبβ (۰/۶۸) را داشت و همبستگی مثبت و قوی را نشان داد و از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود. دو نشانگر برای هر کدام از صفات تعداد پسته خوشه (OPAD14-1 و OPAD19-1) و وزن پسته خشک (MG12-3 و AJ05-1) همبسته و ارتباط داشتند که به ترتیب ۷۶ و ۴۳ درصد از تغییرات فنوتیپی این صفت را توجیه نمودند (جدول ۴). این نشانگرها بیش از سایر نشانگرها می‌توانند در نواحی کدکننده این صفات نقش داشته باشند زیرا در مدل رگرسیونی وارد شده و تغییرات آن صفات را توجیه نمودند و تغییرات بیشتری از صفات مورد بررسی را نشان دادند. بعضی از این نشانگرها با بیش از یک صفت ارتباط داشتند، که با توجه به وجود همبستگی معنی‌دار بین صفات مورفولوژیکی می‌توان دریافت که برخی از این صفات پیوستگی بسیار نزدیکی با همدیگر دارند یا احتمالا به صورت پلیوتروپی کنترل می‌شوند. با توجه به مدلی که محققین (۳ و ۱۱) برای شناسایی نشانگرهای آگاهی بخش برای صفات نشان داده‌اند، از چهار نشانگری که در توجیه تغییرات فنوتیپی صفت طول خوشه از طریق رگرسیون گام به گام نقش داشتند تنها ضریب نشانگر OPAD02-2 در حالت رگرسیون ساده معنی‌دار بود و می‌توان از آن برای شناسایی تجزیه ارتباط این صفت استفاده نمود. همچنین از چهار نشانگر صفت عرض خوشه تنها نشانگر OPAD02-2 در حالت ساده معنی‌دار بود (جدول ۵). در کل از ۱۹ نشانگر وارد شده در مدل رگرسیونی گام به گام برای این صفات تنها ۱۰ نشانگر بودند که در حالت رگرسیون ساده ضریب آن‌هامعنی‌دار بود.

با استفاده از نشانگرهای مولکولی مرتبط با صفات مورفولوژیکی مهم در تولید و اصلاح درختان میوه با استفاده از انتخاب به وسیله نشانگر (MAS)، می توان به شناسایی ژن‌های مهم و معرفی نشانگرهای کاندید برای مطالعه بیشتر جمعیت ها اقدام نمود. تا کنون از نشانگرهای زیادی جهت انجام کارهای اصلاحی استفاده شده است، اما در دسترس نبودن جمعیت های در حال تفرق جهت نقشه‌یابی، در اختیار نبودن زمان کافی و نبود همبستگی کافی بین صفات مورفولوژیکی و نشانگرهای مولکولی از جمله مهمترین محدودیت‌ها در زمینه شناسایی نشانگرهای مرتبط با صفات مورفولوژیکی می باشد که انجام آنالیز رگرسیونی این محدودیت را مرتفع می‌سازد.

در جدول ۶ تعداد و میانگین ژنوتیپ‌هایی که دارای آلل یا فاقد آلل برای نشانگری که وارد مدل رگرسیونی شده است نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود برای طول خوشه نشانگرهای OPAD02-2 و PB10-4 با توجه به ضرایب βهای استاندارد شده اثر کاهنده‌ای روی صفت طول خوشه داشته و داشتن آلل برای این دو نشانگر باعث کاهش می‌شود و داشتن آلل برای نشانگرهای MG12-3 و MG16-1 اثر افزاینده ای دارد (جدول ۴). در حالی که در جدول ۶ مشاهده می‌شود که نبود آلل برای دو نشانگر اول باعث افزایش میانگین و بودن آلل برای دو نشانگر دوم باعث افزایش میانگین شده است و لذا با توجه به میانگین ژنوتیپ ها برای این شانگرها می‌توان از ژنوتیپ‌هایی که فاقد آلل برای دو نشانگر اول (OPAD02-2 و PB10-4) و واجد آلل برای دو نشانگر دوم (MG12-3 و MG16-1) هستند برای افزایش این صفت استفاده نمود و در نهایت در جهت

افزایش عملکرد گامی موثر برداشت.

جدول ۳-میزان محتوای اطلاعات چندشکلی آغازگرها و تعداد آلل‌های چندشکل برای هر آغازگر

Table 3- Polymorphic information content of primers and the number of polymorphic alleles for every primers

ردیف Row	نام پرایمر Primer name	باند مونومورف Monomorphic band	باند پلی‌مورف Polymorphic bands	مجموع باندها Total Bands	درصد چندشکلی Percentage of polymorphic	محتوای اطلاعاتی حاصل از چند شکلی Polymorphic information content
1	OPAC19	2	3	5	60%	0.34
2	OPAD02	1	7	8	87.5%	0.38
3	OPAD14	1	1	2	50%	0.095
4	OPAD19	1	1	2	50%	0.18
5	OPAE06	1	1	2	50%	0.18
6	MG12	1	4	5	80%	0.14
7	MG16	2	3	5	60%	0.15
8	AJ05	3	1	4	25%	0.095
9	AJ20	3	7	10	70%	0.30
10	OPB10	3	6	9	66.67%	0.25
11	OPC05	2	2	4	50%	0.39
میانگین Mean		1.82	3.27	5.09	59.02%	0.23

جدول ٤- تجزیه رگرسیون گام به گام صفات مرتبط با عملکرد (متغیرهای وابسته) و نشانگرهای RAPD (متغیرهای مستقل)

Table 4- Stepwise regression analysis of yield related traits (dependent variable) and RAPD markers (independent variables)

صفت Trait	نشانگر Marker	R	R^2	خطا E	R^2 change	F of R^2 change	Standardized beta coefficients	t-value
طول خوشه Panicle length	OPAD02-2	0.52	0.27	1.44	0.27	6.77*	-0.70	-5.14**
	MG12-3	0.68	0.47	1.27	0.19	6.16*	0.68	4.66**
	MG16-1	0.81	0.65	1.06	0.18	8.38*	0.54	3.87**
	OPB10-4	0.87	0.75	0.92	0.10	6.11*	-0.35	-2.47*
عرض خوشه Panicle width	OPAD02-2	0.48	0.23	1.5	0.23	5.40*	-0.46	-3.11**
	MG12-4	0.64	0.40	1.36	0.17	4.92*	0.58	3.63**
	OPAE06-1	0.75	0.56	1.21	0.15	5.47*	0.46	2.89*
	AJ20-6	0.83	0.69	1.03	0.14	6.79*	0.38	2.61*
تعداد انشعابات خوشه Panicle branching number	MG16-2	0.48	0.23	3.16	0.23	5.42*	-0.54	-3.07**
	OPAD19-1	0.70	0.49	2.66	0.25	8.37*	0.51	2.89*
وزن پسته خندان Suture pistachio weight	OPAD14-1	0.70	0.48	21.51	0.48	16.8**	0.68	9.19**
	OPAD02-2	0.88	0.77	14.78	0.29	21.12**	0.26	2.97*
	OPAD19-1	0.91	0.83	12.98	0.06	6.05*	0.40	4.86**
	OPAC19-2	0.95	0.91	10.08	0.07	11.51**	-0.35	-4.26**
	OPB10-1	0.97	094	8.94	0.03	5.08*	0.18	2.25*
تعداد پسته خوشه Number of pistachio	OPAD14-1	0.76	0.58	9.57	0.58	24.66**	0.79	6.67**
	OPAD19-1	0.87	0.76	7.41	0.18	13.03**	0.43	3.61**
وزن پسته خشک Pistachio dry weight	MG12-3	0.49	0.24	0.18	0.24	5.71*	0.44	2.39*
	AJ05-1	0.66	0.43	0.16	0.19	5.72*	-0.44	-2.39*

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- تجزیه رگرسیون ساده صفات مرتبط با عملکرد (وابسته) و نشانگرهای RAPD (متغیرهای مستقل)

Table 5- Simple regression analysis of yield related traits (dependent variable) and RAPD markers (independent variables)

صفت	نشانگر	R	R^2	خطا E	Standardized beta coefficients	t value
طول خوشه Panicle length	OPAD02-2	0.52	0.27	1.44	-0.52	-2.60*
	MG12-3	0.30	0.09	1.61	0.30	1.31^{ns}
	MG16-1	0.23	0.05	1.64	0.23	-0.73^{ns}
	OPB10-4	0.17	0.03	1.67	-0.17	-2.32*
عرض خوشه Panicle width	OPAD02-2	0.48	0.23	1.50	-0.48	1.48^{ns}
	MG12-4	0.33	0.11	1.61	0.33	1.10^{ns}
	OPAE06-1	0.25	0.06	1.65	0.25	2.07^{ns}
	AJ20-6	0.44	0.19	1.53	0.44	-2.23*
تعداد انشعابات خوشه Panicle branching number	MG16-2	0.48	0.23	3.16	-0.48	2.12*
	OPAD19-1	0.45	0.20	3.22	0.45	4.10**
وزن پسته خندان Suture pistachio weight	OPAD14-1	0.70	0.48	21.51	0.70	2.15*
	OPAD02-2	0.45	0.20	26.68	0.45	1.43^{ns}
	OPAD19-1	0.32	0.10	28.34	0.32	-2.55*
	OPAC19-2	0.52	0.27	25.64	-0.52	0.72^{ns}
	OPB10-1	0.17	0.03	29.49	0.17	4.97**
تعداد پسته خوشه Number of pistachio	OPAD14-1	0.76	0.58	9.57	0.76	1.68^{ns}
	OPAD19-1	0.37	0.14	13.69	0.37	2.39*
وزن پسته خشک Pistachio dry weight	MG12-3	0.49	0.24	0.18	0.49	-2.39*
	AJ05-1	0.49	0.24	0.18	-0.49	

ns، * و **به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

برای افزایش عرض خوشه هم باید به دنبال ژنوتیپ‌هایی بود که فاقد آلل برای نشانگر OPAD02-2 و دارای آلل برای نشانگرهای MG12-4، OPAE06-1 و AJ20-6 باشند. از مزایای مهم روش تجزیه ارتباطی این است که در این روش نیازی به تهیه جمعیت در حال تفرق که نیاز به زمان زیادی دارد نمی‌باشد، اگر چه بهتر است از داده های فنوتیپی چند ساله استفاده شود. از طرف دیگر کراسینگ‌آورهایی که در حین تهیه جمعیت‌های در حال تفرق صورت می گیرد، محدود می‌باشد که این امکان مکان یابی دقیق را فراهم نمی‌سازد. همچنین کارایی این روش برای شناسایی و مکان یابی ژن‌های کنترل کننده صفات مندلی نیز نشان داده شده است (۴). همچنین با استفاده از نشانگرهای آگاهی بخش مرتبط با صفات اجزای عملکرد مخصوصاً نشانگرهایی که مکان کروموزومی آن‌ها مشخص باشد می‌توان در انتخاب اولیه ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا گامی موثر برداشت. همچنین می‌توان باند نشانگر(ها) آگاهی بخش شناسایی شده را که R^2 بالایی دارند از روی ژل جدا و کلون نمود. سپس توالی شناسایی شده را در پایگاه‌های اطلاعاتی با توالی‌های موجود هم‌ردیفی نمود و ژن‌های کاندید که شباهت زیادی با نشانگرهای مورد نظر را داشتند شناسایی نمود، همچنین می‌توان از روی توالی مورد نظر آغازگرهای اسکار (SCAR) را برای صفات مورد نظر طراحی کرد و در انتخاب به کمک نشانگر در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

جدول ٦- تعداد و میانگین ژنوتیپ های واجد و فاقد آلل برای نشانگرهای وارد شده در مدل رگرسیونی

Table 6-The number and mean of genotypes with and without alleles for markers entered in the regression model

صفت Trait	نشانگر Marker	تعداد ژنوتیپ‌های دارای آلل Numbers of genotypes with allele	تعداد ژنوتیپ‌های فاقد آلل Numbers of genotypes without allele	میانگین ژنوتیپ‌های دارای آلل The mean of genotypes with allele	میانگین ژنوتیپ‌های فاقد آلل The mean of genotypes without allele	میانگین کل Total mean
طول خوشه Panicle length	OPAD02-2	4	16	10.26	12.35	11.93
	MG12-3	16	3	12.17	11.23	
	MG16-1	18	2	12.06	10.83	
	OPB10-4	6	14	11.52	12.11	
عرض خوشه Panicle width	OPAD02-2	4	16	8.15	10.09	9.70
	MG12-4	18	1	9.88	9.4	
	OPAE06-1	2	18	10.93	9.57	
	AJ20-6	1	18	12.8	9.50	
تعداد انشعابات خوشه Panicle branching number	MG16-2	18	2	11.97	17.45	12.52
	OPAD19-1	2	18	17.1	12.01	
وزن پسته خندان Suture pistachio weight	OPAD14-1	1	19	17.9	27.44	26.96
	OPAD02-2	4	16	57.61	19.29	
	OPAD19-1	2	18	59.22	23.38	
	OPAC19-2	7	13	12.04	34.99	
	OPB10-1	17	3	28.08	20.64	
تعداد پسته خوشه Number of pistachio	OPAD14-1	1	19	72.6	23.86	26.31
	OPAD19-1	2	18	41.75	24.58	
وزن پسته خشک Pistachio dry weight	MG12-3	16	3	1.08	0.81	1.04
	AJ05-1	19	1	1.02	1.45	

منابع

1- Afifi A., May S. and Clark V.A. 2003. Computer-aided multivariate analysis. CRC Press.

2- Barazani O., Atayev A., Yakubov B., Kostiukovsky V., Popov K. and Golan-Goldhirsh A. 2003. Genetic variability in Turkmen populations of Pistacia vera L. Genetic Resources and Crop evolution, 50: 383-389.

3- Barloy D., Lemoine J., Abelard P., Tanguy A., Rivoal R. and Jahier J. 2007. Marker-assisted pyramiding of two cereal cyst nematode resistance genes from Aegilops variabilis in wheat. Molecular Breeding, 20: 31-40.

4- Breseghello F. and Sorrells M.E. 2006. Association analysis as a strategy for improvement of quantitative traits in plants. Crop Science, 46: 1323-1330.

5- Collard B.C. and Mackill D.J. 2008. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363: 557-572.

6- Ganopoulos I.V., Kazantzis K., Chatzicharisis I., Karayiannis I. and Tsaftaris A.S. 2011. Genetic diversity, structure and fruit trait associations in Greek sweet cherry cultivars using microsatellite based (SSR/ISSR) and morpho-physiological markers. Euphytica, 181: 237-251.

7- Hormaza J., Plnney K. and Polito V. 1998. Genetic diversity of pistachio (*Pistacia vera, Anacardiaceae*) germplasm based on randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. Economic Botany, 52: 78-87.

8- Kafkas S. and Perl-Treves R. 2001. Molecular characterization of P. palaestina as a variety of P. terebinthus. p.^pp. 291-295. III International Symposium on Pistachios and Almonds 591,

9- Kar P.K., Srivastava P.P., Awasthi A.K. and Urs S.R. 2008. Genetic variability and association of ISSR markers with some biochemical traits in mulberry (*Morus spp*.) genetic resources available in India. Tree Genetics & Genomes, 4: 75-83.
10- Khadivi-Khub A. 2014. Regression association analysis of fruit traits with molecular markers in cherries. Plant Systematics and Evolution, 300: 1163-1173.
11- Martínez L., Cavagnaro P., Masuelli R. and Rodríguez J. 2003. Evaluation of diversity among Argentine grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties using morphological data and AFLP markers. Electronic Journal of Biotechnology, 6: 244-253.
12- Mcharo M., Labonte D., Oard J., Kays S. and McLaurin W. 2004. Linking quantitative traits with AFLP markers in a sweetpotatoes using discriminant analysis. Acta Horticulturae, 637: 285-293.
13- Roy S. and Bargmann R.E. 1958. Tests of multiple independence and the associated confidence-bounds. The Annals of Mathematical Statistics,29: 491-503.
14- Shalini K., Manjunatha S., Lebrun P., Berger A., Baudouin L., Pirany N., Ranganath R. and Prasad D.T. 2007. Identification of molecular markers associated with mite resistance in coconut (*Cocos nucifera* L.). Genome, 50: 35-42.
15- SPSS-Inc 2013. IBM SPSS Statistics 22 Core System User's Guide. SPSS Inc., an IBM Company Headquarters, USA.
16- Tajabadipur A. 1997. Identification of some pistachio cultivars. Faculty of Agriculture. Tehran University, Tehran, Iran. (in Persian with English abstract).
17- Tayefeh Aliakbarkhany S., Talaie A.R. and Fatahi Moghadam M.R. 2013. Investigation of genetic diversity among pistachio vera in the Khorasan by using molecular marker. Modern Genetics Journal, 8: 169-176. (in Persian with English abstract).
18- Virk P.S., Ford-Lloyd B.V., Jackson M.T., Pooni H.S., Clemeno T.P. and Newbury H.J. 1996. Predicting quantitative variation within rice germplasm using molecular markers. Heredity, 76: 296-304.
19- Whitehouse W. 1957. The pistachio nut—a new crop for the western United States. Economic Botany, 11: 281-321.
20- Williams J.G., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A. and Tingey S.V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research, 18: 6531-6535.
21- Wright A. and Mowers R. 1994. Multiple regression for molecular-marker, quantitative trait data from large F2 populations. Theoretical and Applied Genetics, 89: 305-312.
22- Yonash N., Heller E., Hillel J. and Cahaner A. 2000. Detection of RFLP markers associated with antibody response in meat-type chickens: haplotype/genotype, single-band, and multiband analyses of RLFP in the major histocompatibility complex. Journal of Heredity, 91: 24-30.
23- Zhang J., Li X., Jiang G., Xu Y. and He Y. 2006. Pyramiding of Xa7 and Xa21 for the improvement of disease resistance to bacterial blight in hybrid rice. Plant Breeding, 125: 600-605.
24- Zohary M. 1952. A monographical study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany (Jerusalem Series), 5: 187-228.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 99-109
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۰۹-۹۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی سرعت رشد میسلیوم و عملکرد جدایه‌های مختلف قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*) در ایران

محمدجواد احمدی لاهیجانی[1]- محمد فارسی[2]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

چکیده

در بین قارچ‌های خوراکی، قارچ خوراکی تکمه‌ای سفید، رایج‌ترین قارچی است که در سراسر جهان کشت می‌شود. به منظور بررسی سرعت رشد میسلیوم و عملکرد جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید در محیط کشت جامد، اسپاون و کمپوست، پژوهشی در پژوهشکده قارچ دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. هجده جدایه قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید از لحاظ سرعت رشد میسلیوم روی محیط‌های کشت پوتیتو دکستروز آگار (PDA)، عصاره کمپوست (CYM) و کمپوست، کلاس رشدی و تیپ رشدی میسلیوم و عملکرد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تفاوت بسیار معنی‌داری بین جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای از نظر سرعت رشد میسیلیوم در محیط‌های کشت و میزان عملکرد وجود دارد. در محیط کشت PDA، بیشترین سرعت رشد به میزان ۱/۹ میلی‌متر در روز و قطر نهایی پرگنه ۸/۱ سانتی‌متر، متعلق به جدایه ۲۲۰۰ بود. همچنین، این جدایه از لحاظ سرعت رشد میسیلیوم در محیط CYM و پوشاندن سطح اسپاون و کمپوست نیز جزء جدایه‌های سریع بود و به همراه جدایه A15a از لحاظ عملکرد نیز از جمله جدایه‌های با عملکرد زیاد بودند (A15a و 2200 به ترتیب ۲۲/۱ و ۱۹/۴ کیلوگرم در متر مربع). همچنین، بر اساس نتایج به دست آمده، سرعت رشد میسیلیوم با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و جدایه‌های با سرعت رشد میسیلیوم بیشتر عملکرد بیشتری تولید کردند. طبق نتایج به دست آمده، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت CYM و سرعت پوشاندن سطح کمپوست توسط میسیلیوم مشاهده شد، که می‌تواند به عنوان محیط کشت مناسب برای مقایسه سرعت رشد میسیلیوم در محیط آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسپاون، قطر پرگنه، تیپ رشدی میسیلیوم، کلاس رشدی میسیلیوم

مقدمه

جمعیت کره زمین پیوسته در حال افزایش است. پیش‌بینی می شود که در سال ۲۰۲۵ میلادی به ۸/۵ میلیارد نفر برسد (۶). با افزایش روزافزون جمعیت، یکی از بحرانی‌ترین مسائل کشور ما در آینده، مسئله تأمین پروتئین خواهد بود. امروزه با وجود استفاده از محصولات زراعی مهم از جمله گندم، برنج، ذرت و سیب‌زمینی برای تامین غذا، استفاده از محصولات غیر مرسوم در کشاورزی می‌تواند کمک زیادی به وضعیت اجتماعی و اقتصادی مردم کشور خصوصا کشاورزان بنماید (۹). محدودیت زمین‌های قابل کشت برای محصولات کشاورزی، نیازمند تولید هرچه بیشتر مواد غذایی از طریق منابع جایگزین مانند قارچ‌ها می‌باشد. تولید قارچ در سراسر دنیا در حال افزایش بوده و امروزه به مقادیر زیاد در تمامی طول سال برای استفاده در دسترس می‌باشد (۱۴). بر اساس گزارش فائو در سال ۲۰۱۲، تولید جهانی قارچ مجموعا ۷ میلیون و ۷۰۰ هزار تن بوده است که در این بین کشورهای چین، ایتالیا، آمریکا، هلند، لهستان، اسپانیا، فرانسه و ایران به ترتیب رتبه‌های اول تا هشتم را به خود اختصاص داده اند (۷).

قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*Agaricus bisporus*)، عمده‌ترین قارچی است که در سراسر دنیا کشت می‌شود و بعد از آن قارچ صدفی (*Pleurotus sp.*) و دیگر قارچ‌های خوراکی قرار دارند (۳۲). در جهت بهبود ژنتیکی درون نژادی، معمولا از تنوع تک اسپورها از نظر سرعت رشد، تیپ پرگنه[3]، عملکرد و غیره استفاده می‌شود. در استفاده از تنوع تک اسپورها، فقط جدایه‌هایی که پرگنه آن‌ها به صورت رشته‌ای است

۱ و ۲- دانشجوی دکتری گروه زراعت و استاد گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mohfarsi@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.44274

3- *Colony*

و رشد سریعی دارند گزینش شده و برای تهیه اسپاون مورد استفاده قرار می‌گیرند (۸). اسپاون، به رشد رویشی میسلیوم قارچ همراه با مواد غذایی زمینه‌ای آن، گفته می‌شود. هدف از رشد دادن میسیلیوم روی دانه غلات تشکیل سریع کلونی روی سوبسترای مورد نظر است. موفقیت در تولید قارچ عمدتا بستگی به کیفیت اسپاون دارد، که باید در شرایط استریل برای حذف آلودگی‌های سوبسترا آماده شود (۳۳).

در شرایط آزمایشگاهی، محیط‌های کشت جامد مناسب می‌باشد، زیرا در حالت وحشی قارچ‌ها معمولا از مواد جامد مثل چوب؛ پسماندهای بافت‌های گیاهی و حیوانی با خاک استفاده می‌کنند (۱۵). از آنجایی که سرعت رشد میسیلیوم در محیط‌های رشد جامد سریعتر می‌باشد، بنابراین، برای تولید اسپاون و محصول قارچ‌های خوراکی، محیط جامد به مایع برتری دارد. زمان کمتر مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی و عملکرد بیشتر که منجر به تامین نیازهای بازار می شود از جمله مزایای آن به شمار می‌آید (۲۸). ترکیب سوبسترا، ژنوتیپ جدایه و طول دوره انکوباسیون به عنوان متغیرهای مهم در تولید سودمند و موثر قارچ روی محیط‌های کشت مصنوعی عنوان شده‌اند (۱۷). گردان و فارسی، (۱۲) در پژوهشی که به منظور اصلاح قارچ خوراکی دکمه‌ای از طریق گزینش جدایه‌های خالص انجام شد؛ دریافتند که شکل پرگنه و نوع رشد میسیلیوم اهمیت زیادی در گزینش جدایه‌ها از لحاظ سرعت رشد میسیلیوم و عملکرد دارد. آن‌ها ارتباط نزدیکی بین شکل رشته‌ای میسیلیوم و سرعت رشد آن روی محیط‌های کشت جامد و بستر کشت کمپوست مشاهده کردند و اظهار داشتند که جدایه‌های با سرعت رشد سریع‌تر، عملکرد بیشتری نیز تولید می‌کنند. رشد رشته‌ای قارچ‌ها بوسیله اندازه‌گیری رشد شعاعی هیف‌های آن‌ها با گذشت زمان روی محیط کشت‌های جامد تخمین زده می‌شود. از آنجایی که سرعت رشد میسیلیوم در محیط های رشد جامد سریعتر می‌باشد، بنابراین، برای تولید اسپاون و محصول قارچ‌های خوراکی، محیط جامد به مایع برتری دارد.

در پژوهشی مونیتی و همکاران (۲۳) اثر متقابل بین نژادهای *Lentinula edodes* و محیط‌های کشت مختلف را با استفاده از بررسی چشمی دیجیتال به وسیله مشخص کردن حرکت و قدرت میسیلیوم در شرایط دقیق بررسی کردند و دریافتند که سرعت رشد میسیلیوم نژادهای شی‌تاکه در محیط‌های کشت غنی شده کمتر بوده در حالی که، قدرت رشد آن‌ها در این محیط بیشتر بوده است. در پژوهشی دیگری که برای تعیین سرعت رشد میسیلیوم قارچ شی‌تاکه روی محیط‌های کشت مختلف انجام شد، سرعت رشد میسیلیوم روی یکی از محیط‌های کشت دست ساز با سرعت ۸/۵۴ میلی‌متر در روز بیشتر از بقیه بود (۲۹). هاس‌گاوا و همکاران (۱۶) با بررسی اثر دما بر رشد قارچ شی‌تاکه به این نتیجه رسیدند که دماهای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد میسیلیوم را در محیط کشت مایع افزایش می‌دهد. در مطالعه‌ای که روی سرعت رشد میسیلیوم شش گونه قارچ *Morchella* در محیط‌های کشت مختلف صورت گرفت مشخص شد که محیط‌های کشت پوتیتو دکستروز آگار (PDA) و مالت آگار (MEA) برای رشد میسیلیوم‌ها مناسب‌ترند (۱۸). به‌هرحال، اطلاعات کمی در مورد تفاوت سرعت رشد میسیلیوم و عملکرد جدایه‌های مختلف قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید در محیط‌های کشت مختلف وجود دارد. بنابراین، با توجه به مسائل ذکر شده، این پژوهش به منظور مقایسه سرعت رشد میسیلیوم جدایه‌های مختلف قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید (*A bisporus*) و بررسی عملکرد و انتخاب بهترین محیط رشد برای رشد میسیلیوم و کوتاه کردن دوره رشد صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

محل انجام و جدایه‌ها

تعدادی جدایه قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید از کلکسیون پژوهشکده قارچ دانشکده کشاورزی انتخاب و طی یک آزمون اولیه بر اساس سرعت رشد میسلیوم بر محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار (PDA)، ۱۸ جدایه از جمله 512، 737، 2200، 2200D، A15، A15a، Ca14، Delta، F60، F60D، IM005، M7219، MagnumA، MagnumD، Soheil، U1 و U3 که همگی از نظر ترکیب بندی هسته هتروکاریون بودند، انتخاب شدند. به منظور حفظ تازگی، از نژادهای منتخب زیرکشت[1] در محیط کشت PDA تهیه شد. به منظور مقایسه سرعت رشد میسیلیوم و عملکرد جدایه‌ها، این آزمایش در سه مرحله و در محیط‌های کشت جامد PDA و CYM، دانه گندم (اسپاون) و کمپوست، در پژوهشکده قارچ دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. مرحله اول به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد که عامل اول ۱۸ جدایه قارچ و عامل دوم شامل دو محیط کشت PDA و CYM بود. مراحل دوم و سوم به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. به دلیل حساسیت بالای کار به آلودگی‌های محیطی، کلیه آزمایش‌ها در زیر هود انجام پذیرفت. تمامی ابزار و وسایل مورد نیاز از قبیل اسکالپل به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۱۵۰درجه سانتیگراد، سترون شد.

بررسی سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت جامد

تهیه محیط کشت عصاره کمپوست (CYM) به روش فارسی و همکاران (۱۰) انجام شد. برای تهیه محیط کشت PDA مقدار ۳۹ گرم از پودر تجاری آن (Potato Dextrose Agar, Merck) درون یک لیتر آب مقطر روی هیتر مگنت‌دار کاملا حل شده و سپس به

1- *Sub culture*

مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر اتوکلاو شد. پس از اینکه دمای محیط غذایی به ۶۰ درجه سانتی گرادرسی، مقدار ۲۰ سی‌سی از محلول اتوکلاو شده درون هر پتری دیش ریخته شد. قسمتی از میسلیوم خالص جدایه مورد نظر به اندازه ۱×۱ سانتی‌متر درون پتری دیش روی محیط کشت جامد و در وسط پتری‌دیش‌های با قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفت، سپس، درب پتری دیش با پارافیلم بسته شد و به مدت سه هفته در دمای ۱±۲۳ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور نگهداری شدند. پس از گذشت دو روز و پس از ظهور اولین علائم رشد میسلیوم، اندازه‌گیری روزانه قطر میسلیوم به مدت سه هفته به صورت اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم انجام شد (۱۱). سرعت رشد شعاعی میسیلیوم طی سه هفته مورد بررسی قرار گرفت و در انتهای زمان مورد نظر، جدایه‌ها بر اساس مدت زمان لازم برای پوشاندن سطح محیط کشت و همچنین، کلاس و تیپ رشدی (پنبه‌ای، کرکی، رشته‌ای و هوایی) دسته‌بندی شدند (۱۳).

مقایسه سرعت رشد میسیلیوم جدایه‌ها روی محیط کشت اسپاون

تهیه اسپاون از جدایه‌ها به روش فارسی و گردان، (۸) صورت گرفت. مقدار ۲۵۰ گرم از گندم آماده شده را درون کیسه‌های پلاستیکی سلوفان قابل اتوکلاو ریخته و باقیمانده پلاستیک خالی گذاشته شد و درب پلاستیک با پنبه پوشانده شد. سپس پلاستیک‌ها جهت استریل شدن به اتوکلاو منتقل شد. اتوکلاو با درجه حرارت ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۱/۵ ساعت، تنظیم شد و پس از استریل کردن گندم‌ها، پلاستیک‌ها در محیط دور از آلودگی، به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد تا سرد شوند. قسمتی از پرگنه جدایه مورد نظر به قطر تقریبی یک سانتی‌متر به داخل هر کیسه منتقل شد و درب کیسه‌ها با پنبه بسته شد و به مدت ۱۵ روز در محیط تاریک و دمای ۱±۲۳ نگهداری شدند. میزان رشد میسیلیوم‌ها به صورت هفتگی بررسی و ثبت شد و پس از ۱۵ روز درصدی از دانه‌های گندم که توسط میسیلیوم پوشانده شده بود، اندازه‌گیری شد (۳۰).

مقایسه سرعت رشد میسلیوم‌ها در محیط کشت کمپوست

جهت انجام آزمون محصول‌دهی و عملکرد، ابتدا بستر کشت تهیه و در اتاق پاستوریزاسیون ضدعفونی شد (۹). زمانی که درجه حرارت کمپوست حدود ۲۵ درجه سانتیگراد بود، عمل مایه‌زنی با اسپاون جدایه‌های مختلف قارچ دکمه‌ای تهیه شده از مرحله قبل (مرحله تهیه اسپاون) به میزان یک درصد وزن تر کمپوست انجام شد. عمل کشت، درون کیسه‌های پلاستیکی شفاف انجام شد، طوری که در هر کیسه، ۵ کیلوگرم کمپوست ریخته شد. سپس، جهت سهولت در انجام تهویه، سوراخ‌هایی در ته و کناره‌های کیسه‌ها ایجاد شد و سر کیسه‌ها بسته شد تا رطوبت کمپوست هدر نرود. از هر جدایه ۳ کیسه ۵ کیلوگرمی تهیه شد و سپس، کیسه‌ها به اتاق پرورش، که قبلاً با بخار ضدعفونی شده بود، منتقل شدند و به مدت ۱۵ روز در دمای ثابت ۱±۲۳ درجه-سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد و تاریک نگهداری شدند. پس از حدود ۱۵ روز از زمان مایه‌زنی کمپوست، زمانی که حدود ۷۰ درصد بستر کشت از میسلیوم‌های قارچ پوشیده شد، سطح بستر کشت را با خاک پیت، پوشش داده شد. خاک پوششی قبل از استفاده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت پاستوریزه شد و به ارتفاع ۵ سانتیمتر روی سطح بستر ریخته شد. به منظور تأمین رطوبت میسلیوم‌ها، نیاز بود که خاک پوششی کاملاً آبیاری شود. آبیاری به نحوی انجام گرفت که خاک از آب اشباع شود. سپس، کیسه‌ها مجددا به مدت ۷ روز در شرایط دمایی و رطوبتی قبل نگهداری شدند. سرعت رشد میسلیوم جدایه‌ها روی کمپوست و خاک پوششی با محاسبه درصد پوشاندن سطح بر حسب روز محاسبه شد.

برداشت قارچ و آزمون محصول‌دهی

پس از رشد میسلیوم‌ها در سطح خاک پوششی، با تهویه هوا و کاهش تدریجی دما، درجه حرارت به ۱۶ درجه سانتیگراد رسانده شد. این کاهش دما از عوامل محرک محیطی در تشکیل اندام باردهی است. پس از گذشت ۷ روز از زمان اعمال شوک سرمایی، اولین اندام های ته سنجاقی[1] در برخی از جدایه‌ها مشاهده شد. طی چند روز اولین اندام‌های محصول در برخی جدایه‌ها تشکیل شد و برداشت قارچ آغاز گردید. پس از آن به مدت ۳۵ روز، برداشت قارچ با دست به صورت روزانه انجام گرفت. زمان برداشت، قبل از پاره شدن غشاء زیر کلاهک بود. آبیاری به صورت یک روز در میان جهت حفظ رطوبت خاک پوششی انجام می گرفت. دما و رطوبت محیط طی این مرحله به ترتیب ۱±۱۸ درجه سانتی‌گراد و ۸۵ درصد حفظ شد. عملکرد هر یک از جدایه‌ها بصورت روزانه با قطع اندام هوایی و توزین توسط ترازوی دقیق دیجیتال ثبت شد و عملکرد کل پس از ۳۵ روز برداشت محاسبه شد. محاسبات آماری و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزار SAS v9.1 انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت.

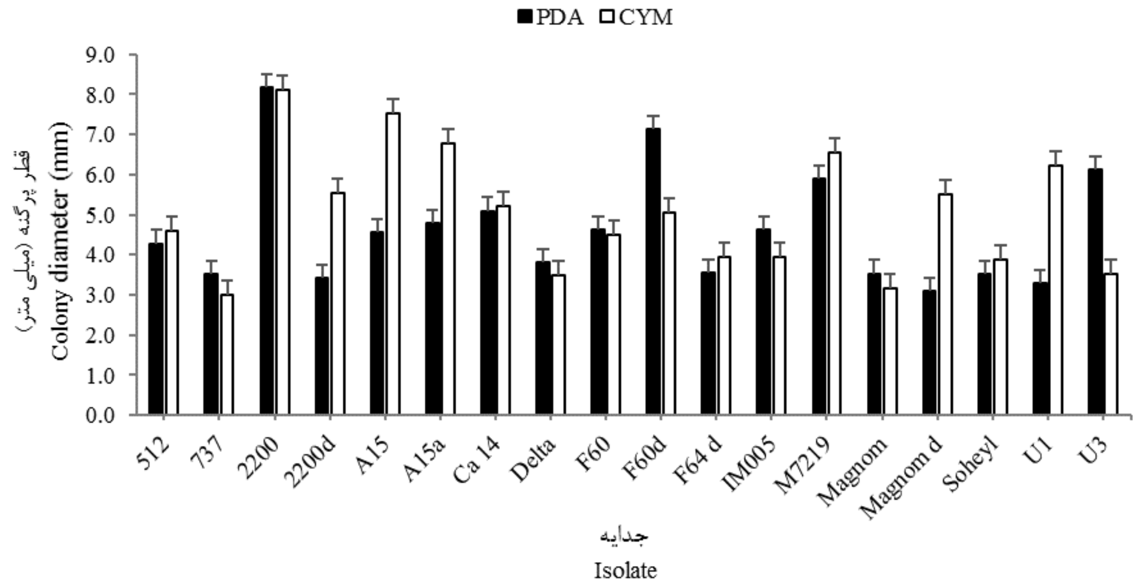
نتایج و بحث

سرعت رشد (قطر پرگنه) در محیط کشت PDA و CYM

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین جدایه‌های مختلف قارچ

1- *Pin head*

خوراکی دکمه‌ای تفاوت معنی‌داری ($P<0.01$) از نظر سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت جامد وجود داشت (جدول ۱). در بین جدایه‌های مورد بررسی، جدایه 2200 با سرعت رشد میسیلیوم ۱/۹ میلی‌متر در روز، بیشترین سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت PDA را به خود اختصاص داد، که تفاوت معنی‌داری با سایر جدایه‌ها داشت و به دنبال آن جدایه‌های F60D، U3، M7219، Ca14 و A15 قرار گرفتند (شکل ۱). جدایه MagnumD با سرعت رشد میسیلیوم ۰/۷ میلی‌متر در روز و قطر نهایی پرگنه ۳/۱ سانتی‌متر پس از ۲۱ روز، کندترین سرعت رشد میسیلیوم را به خود اختصاص داد. در بین جدایه‌های مورد بررسی در محیط کشت CYM، جدایه 2200 با قطر پرگنه ۸/۱ سانتی‌متر پس از دو هفته و میانگین سرعت رشد میسیلیوم ۱/۹ میلی‌متر در روز، بیشترین سرعت رشد میسیلیوم را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با سایر جدایه‌ها داشت و به دنبال آن جدایه‌های A15A، M7219 و F64D قرار گرفتند. در این بین، جدایه 737 با میانگین سرعت رشد ۰/۷میلی‌متر در روز و قطر نهایی پرگنه ۳ سانتی‌متر پس از ۲۱ روز، کندترین سرعت رشد میسیلیوم را نشان داد (شکل ۲).



شکل ۱- میانگین قطر پرگنه جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای در محیط کشت PDA و CYM پس از ۲۱ روز
Figure 1- Means of colony diameter of white button mushroom isolates on PDA and CYM media after 21 days

در پژوهشی که باستید و همکاران (۲) روی بیست جدایه از قارچ دکمه‌ای انجام دادند ملاحظه نمودند که جدایه‌ها هم از نظر سرعت رشد شعاعی و هم سرعت تجمع ماده خشک در سطح احتمال یک درصد متفاوت بودند. در پژوهش حاضر نیز تفاوت معنی‌داری بین جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای از نظر سرعت رشد میسیلیوم در محیط‌های کشت مختلف مشاهده شد. با توجه به نتایج، محیط کشت CYM، با توجه به اینکه از عصاره کمپوست؛ که محیط اصلی کشت قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید است، تهیه می‌شود، محیط کشت مناسب‌تری برای تکثیر میسیلیوم خالص می‌باشد. نتایج همبستگی نیز موید وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت CYM و کمپوست می‌باشد ($r=0.61^{*}$). سیولسکی و همکاران (۳۵) در مقایسه نژادهای مختلف قارچ *Hericium erinaceus* مشاهده کردند که تفاوت معنی‌داری بین سرعت رشد جدایه‌ها وجود داشت. در این پژوهش مشاهده شد که جدایه D9 سریع‌ترین سرعت رشد میسیلیوم را دارا بود، درحالی‌که، جدایه D5 کندترین و H1 سرعت رشد میسیلیوم بینابین داشت. کالمیس و کالیونکو، (۱۸) محیط‌های کشت PDA و MEA را محیط‌های مناسبی برای رشد میسیلیوم قارچ *Morchella spp* دانستند. رشد سریع میسیلیوم در محیط کشت یک ویژگی مطلوب در کشت قارچ محسوب می‌شود، زیرا خطر رقابت و آلودگی سایر میکروارگانیسم‌های رقیب را کاهش می‌دهد (۲۴ و ۵).

تیپ رشدی پرگنه

طبق نتایج این پژوهش، تمامی جدایه‌های مورد بررسی دارای میسیلیوم با الگوی رشد رشته‌ای بودند. پرگنه یا کلنی، تودهٔ میسیلومی رشد یافته است و می‌توان آن را در محیط کشت غذایی به اشکال

مختلف رشته‌ای، پنبه‌ای، نمدی و بدون میسلیوم هوایی مشاهده نمود که به جز رشته‌ای، بقیه به عنوان رشد ناهنجار در نظر گرفته می‌شوند (۲۱). در بین جدایه‌های مورد بررسی، همگی دارای رشد رشته‌ای میسلیوم و هنجار بودند و ناهنجاری رشدی مشاهده نشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس قطر پرگنه جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای روی محیط کشت جامد

Table 1- Analysis of variance of colony diameter of white button mushroom isolates on solid media

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات قطر پرگنه Mean square of colony diameter
جدایه Isolate	17	10.64**
محیط کشت Medium	1	6.15**
جدایه× محیط کشت Media×Isolate	17	1.95**
خطا Error	72	2.02
ضریب تغییرات CV		3.17

**، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**, Significant at $\alpha = 0.01$

میسلیوم‌ها ضمن رشد انتهایی، انشعابات متعدد نیز تولید می‌کنند، که مطلوب‌ترین شکل رشد میسلیوم‌ها به صورت رشته‌ای و دارای میسلیوم هوایی است، که این موضوع در عملکرد قارچ حائز اهمیت است (۲۲). رشد رشته‌ای قارچ‌ها بوسیله اندازه‌گیری رشد شعاعی هیف‌های آن‌ها با گذشت زمان روی محیط کشت‌های جامد تخمین زده می‌شود. سرعت رشد میسیلیوم در شرایط متفاوت محیطی، متفاوت است (۳). بنابراین، بررسی شرایط رشد مناسب برای رشد رشته‌ای قارچ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱).

کلاس رشدی پرگنه

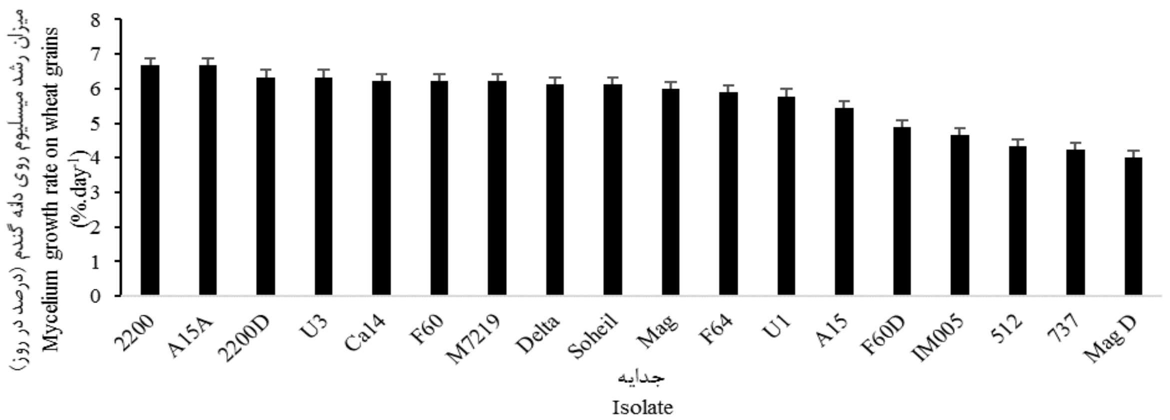
جدایه‌ها از لحاظ کلاس رشدی در محیط کشت جامد در دو گروه دسته‌بندی شدند. جدایه‌های با سرعت رشد ۷/۱ میلی‌متر و بیشتر در هفته در گروه رشدی سریع و کمتر از ۷ میلی‌متر در هفته در گروه رشدی کند قرار گرفتند (جدول ۴-۳). از بین جدایه‌های مورد بررسی در محیط کشت PDA، ۷۸ درصد جدایه‌ها در کلاس رشدی کند و ۲۲ درصد در کلاس رشدی سریع قرار گرفتند. جدایه‌های 2200، F60d، U3 و M7219 از جمله جدایه‌های با کلاس رشدی سریع بودند که نتایج مقایسه سرعت رشد پرگنه نیز موید این مطلب است (جدول ۲). در محیط کشت CYM نیز تنوع زیادی در زمینه کلاس رشدی میسیلیوم‌ها مشاهده شد. از بین جدایه‌های مورد بررسی، ۷۲ درصد جدایه‌ها در کلاس رشدی کند و ۲۸ درصد در کلاس رشدی میانه سریع قرار گرفتند. جدایه‌های 2200، F60، A15A، M7219 و F64D از جمله جدایه‌های با کلاس رشدی سریع بودند (جدول ۲). در پژوهش گردان و همکاران، (۱۳) هیچیک از جدایه‌های هتروکارون در گروه رشدی کند و بسیار کند قرار نگرفتند، درحالی‌که، در پژوهش کریگان و همکاران، (۲۰) مشاهده شده است که برخی جدایه‌ها در گروه رشدی کند و حتی بسیار کند قرار گرفتند.

سرعت رشد میسلیوم روی دانه گندم (اسپاون)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین جدایه‌های مختلف قارچ دکمه‌ای از نظر سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت دانه گندم یا اسپاون تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴)، به طوری که، جدایه 2200 با سرعت رشد میسیلیوم ۶/۶ درصد در روز و پوشاندن ۱۰۰ درصد سطح اسپاون پس از گذشت ۱۵ روز از زمان تلقیح، بیشترین سرعت رشد میسیلیوم را نشان داد و به دنبال آن جدایه‌های A15A و U3 قرار گرفتند (شکل ۳). بسیاری از جدایه‌ها پس از ۱۵ روز سطح دانه‌های گندم را کاملا پوشاندند، درحالی‌که، برخی از جدایه‌ها پس از گذشت ۲۰ روز نیز موفق به پر کردن کامل سطح محیط کشت نشدند (جدول ۳).

جدول ۲- دسته‌بندی جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای بر اساس کلاس رشد و سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت PDA و CYM
Table 2- Classification of white button mushroom isolates based on mycelium growth rate and class of growth on PDA and CYM media

محیط کشت CYM			محیط کشت PDA		
محدوده گروه رشدی **Rate of growth (mm/week)**	کلاس رشدی **Growth class**	تعداد جدایه‌ها و درصد از کل **Number of Isolates and percentage**	محدوده گروه رشدی **Rate of growth (mm/week)**	کلاس رشدی **Growth class**	تعداد جدایه‌ها و درصد از کل **Number of Isolates and percentage**
کمتر از ۷ میلی‌متر Less tan 7 mm	کند Slow	72.13	کمتر از ۷ میلی‌متر Less tan 7 mm	کند Slow	78.4
بیشتر از ۷میلی‌متر More tan 7 mm	سریع Fast	28.5	بیشتر از ۷میلی‌متر More tan 7 mm	سریع Fast	22.4



شکل ۳ - میانگین درصد روزانه سرعت رشد میسیلیوم جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای در اسپاون
Figure 3- Means of daily percentage mycelium growth rate of white button mushroom isolates in spawn

در پژوهشی که توسط فارسی و گردان (۸) به منظور تهیه و بررسی تنوع بازیدیوسپورها در محیط کشت جامد، اسپاون و آزمون محصول‌دهی صورت گرفت، مشخص شد که تنوع قابل ملاحظه‌ای از نظر شکل پرگنه و سرعت رشد نژادهای مختلف قارچ دکمه‌ای وجود دارد و تعدادی از جدایه‌های تک اسپوری دارای هیف‌هایی به شکل رشته‌ای و از سرعت رشد بالاتری نسبت به بقیه برخوردار بودند. در این پژوهش، آن دسته از جدایه‌هایی که در محیط کشت جامد رشد سریعی داشتند در محیط اسپاون گندم نیز از رشد سریعی برخوردار بودند، زودتر از بقیه که دارای رشد کند، پنبه‌ای یا کرکی بودند، محیط اسپاون را پر کردند. در پژوهش حاضر نیز جدایه‌هایی که رشد سریع تری در محیط کشت جامد داشتند، در محیط اسپاون نیز رشد سریع تری داشتند و با سرعت بیشتری سطح دانه‌های گندم را پوشاندند. نتایج همبستگی بین سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت جامد و اسپاون نیز موید این مطلب می‌باشد (جدول ۶).

سرعت رشد میسلیوم روی کمپوست و خاک پوششی

میزان رشد میسیلیوم هر یک از جدایه‌های مورد بررسی، بعد از گذشت ۱۵ روز، در محیط کشت کمپوست و نگهداری در حرارت ۲۵ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد (جدول ۵). بین جدایه‌های مختلف قارچ خوراکی دکمه‌ای تفاوت معنی‌داری از نظر سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت کمپوست مشاهده شد (جدول ۴). جدایه A15 با پوشاندن ۵۰ درصد سطح کمپوست طی ۵ روز اول و ۹۰ درصد طی ۱۵ روز، بیشترین سرعت رشد میسیلیوم را به خود اختصاص داد و به دنبال آن جدایه‌های F64D، 2200 و A15A قرار گرفتند که تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). یکی از روش‌های بررسی کیفیت کمپوست، سرعت رشد میسیلیوم در آن است. سرعت رشد نرمال

میسیلیوم در کمپوست ۸-۶ میلی‌متر در روز است، که گـاهی سـرعت ۱۲-۱۰ میلی‌متر در روز نیز مشاهده می‌شود (۹).

جدول ۳- مقایسه سرعت رشد میسلیوم نژادهای قارچ دکمه‌ای مورد مطالعه روی دانه گندم (اسپاون)

Table 3- Mycelium growth rate of white button mushroom isolates on spawn

جدایه Isolate	روز پس از تلقیح Day after inoculation		
	20	**15**	**10**
	%		
2200	100	95	10
A15A	100	70	20
U3	95	85	25
2200D	95	55	10
Ca14	95	95	50
F60	95	85	25
M7219	95	70	15
Soheil	90	75	10
Delta	90	55	5
Magnum	90	45	15
F64D	90	80	30
U1	85	70	5
A15	80	55	10
F60D	75	60	5
IM005	70	55	5
512	65	25	5
737	65	45	20
MagnumD	65	30	5
LSD (5%)	12.75	12.13	5.19

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس سرعت رشد میسیلیوم جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای روی محیط کشت کمپوست، خاک پوششی و اسپاون

Table 4- Anova of mycelium growth rate of white button mushroom isolates on compost, casing soil and spawn

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square — روز پس از تلقیح Day after inoculation — اسپاون Spawn			خاک پوششی Casing soil			کمپوست Compost		
		20	15	10	7	5	3	15	10	5
جدایه Isolate		** 503.40	** 1201.22	** 348.09	** 1116.66	** 568.11	** 80.85	135.29	204.05	** 382.57
خطا Error		64.35	56.01	13.77	26.38	13.42	8.79	6.30	35.64	75.92
ضریب تغییرات CV		9.42	11.66	23.66	10.38	19.88	27.06	7.99	10.72	26.73

**، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**, Significant at P<0.01

بررسی رابطه همبستگی بین سرعت رشـد میسـلیوم روی محـیط های کشت مختلف نشان داد که همبستگی مثبت و معنـی‌داری بـین سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت عصاره کمپوسـت (CYM) و کمپوست وجود دارد (جدول ۶). بنابراین، بررسی سرعت رشـد جدایـه های مختلـف قـارچ خـوراکی دکمـه‌ای روی محـیط کشـت عصـاره کمپوست بصـورت درون آزمایشـگاهی[1] مـی‌توانـد شـاخص خـوبی از سرعت رشد میسیلیوم روی محیط اصلی کشت؛ یعنی کمپوست، باشد. گردان و فارسی، (۱۲) در پژوهشی که به منظور گـزینش جدایـه‌هـای

1- *In vitro*

خالص قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید انجام دادند مشاهده کردند که جدایه‌هایی که در محیط کشت جامد و بذر، رشد سریعی داشتند، از گسترش سریعی در سطح کمپوست نیز برخوردار بودند. رشد میسیلیوم‌ها شدیدا تحت تاثیر شرایط آزمایشگاهی از جمله دما، pH و غیره قرار می‌گیرد (۱۹).

جدول ۵- مقایسه میانگین سرعت رشد میسیلیوم جدایه‌های مختلف قارچ دکمه‌ای در محیط کشت کمپوست و خاک پوششی

Table 5- Mean comparison of mycelium growth rate of white button mushroom isolates on compost and casing soil

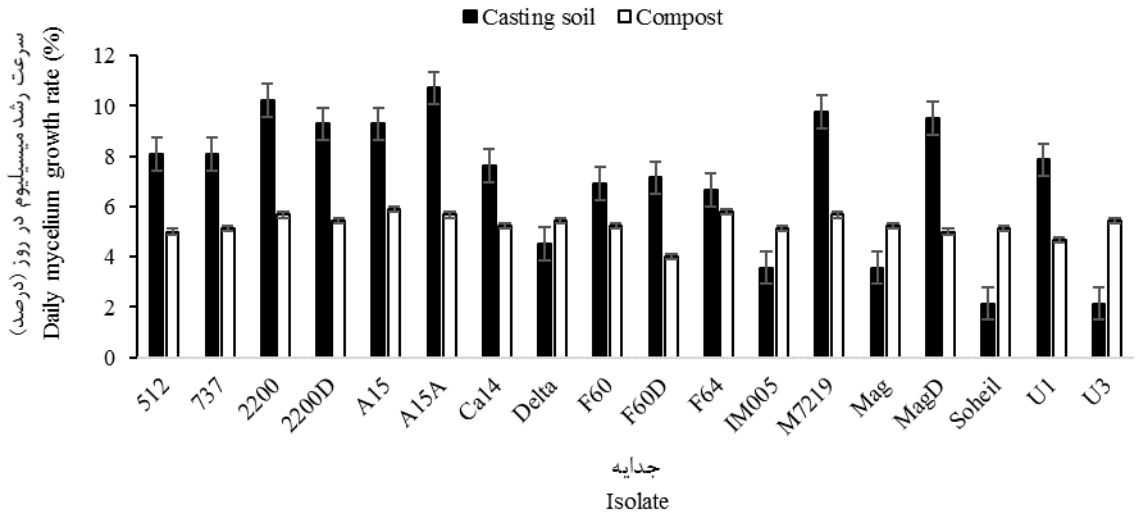
	روز پس از تلقیح Day after inoculation					
جدایه Isolate	خاک پوششی Casing soil			کمپوست Compost		
	7	5	3	15	10	5
	%			%		
A15	65	20	5	90	60	50
F64	65	25	10	85	55	25
2200	70	15	5	85	75	50
A15A	75	50	20	85	50	25
M7219	70	35	10	80	40	25
2200D	55	30	10	80	50	25
Delta	30	5	0	80	50	25
U3	50	15	5	80	55	25
Ca14	55	5	0	80	65	30
F60	65	15	5	80	50	25
Magnum	55	45	15	80	50	25
737	55	10	5	75	50	25
IM005	25	10	5	75	60	50
Soheil	55	10	5	75	60	25
512	15	5	0	75	70	50
MagnumD	50	10	5	75	45	25
U1	25	10	5	70	60	50
F60D	45	15	5	60	50	30
LSD (5%)	8.56	5.46	4.04	7.39	6.08	4.31

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین جدایه های مختلف قارچ دکمه‌ای از نظر سرعت رشد روی خاک پوششی و پوشاندن سطح خاک وجود دارد (جدول ۵)، به طوری‌که، جدایه A15a با میزان رشد ۱۰/۷ درصد در روز و پوشاندن ۵۰ درصد سطح خاک پس از ۵ روز و ۷۵ درصد پس از ۷ روز بیشترین سرعت رشد را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی داری با سایر جدایه‌ها داشت، درحالی‌که، جدایه U1 با سرعت رشد ۲/۶ درصد در روز کندترین سرعت رشد را داشت (جدول ۵). رشد میسیلیوم اولین مرحله‌ای است که شرایط مناسب برای تولید عملکرد و محصول‌دهی را فراهم می‌کند. بنابراین، رشد سریع و قابل ملاحظه میسیلیوم‌ها یک فاکتور ضروری در تولید قارچ محسوب می‌شود (۲۷).

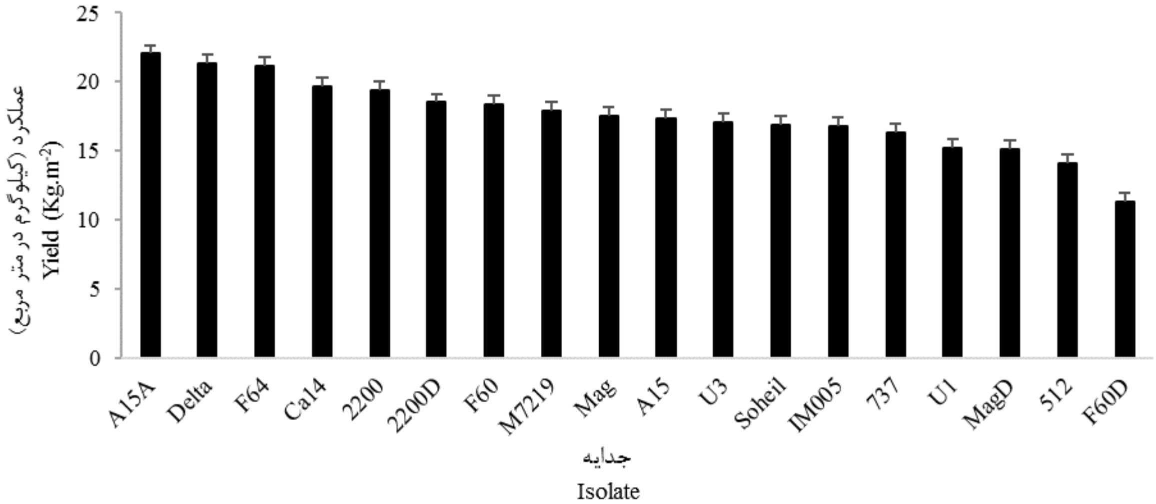
عملکرد

میانگین عملکرد کل در شکل ۵ نشان داده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای از نظر عملکرد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P<0.01$). میزان تولید اندام باردهی در برخی کیسه‌ها زیاد و حدود ۱۵۰۰ گرم در برخی کم و در حدود ۸۰۰ گرم بود. جدایه A15a با عملکرد ۲۲/۱ کیلوگرم در متر مربع بیشترین عملکرد را در مجموع ۳۵ روز برداشت از خود نشان داد، درحالی‌که، جدایه F60D با مجموع عملکرد معادل ۱۱/۳ کیلوگرم در مترمربع، کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد (شکل ۵). بر اساس نتایج همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد و تعداد قارچ در متر مربع ($r=۰/۹۴^{**}$) مشاهده شد. همچنین، بر اساس کلاس‌بندی صورت گرفته، بیشترین

تعداد قارچ‌ها در محدوده کـلاس ۴۰-۲۰ گـرم و قطـر کلاهـک ۴-۲ سانتی‌متر دسته‌بندی شدند.



شکل ٤- میزان رشد میسلیوم بر حسب روز جدایه‌های قارچ دکمه‌ای مورد مطالعه روی کمپوست و خاک پوششی
Figure 4- Daily mycelium growth rate of white button mushroom isolates on compost and casing soil



شکل ۵ - میانگین عملکرد کل جدایه‌های مختلف قارچ خوراکی دکمه‌ای
Table 5- Total yield of white button mushroom isolates

سایر پژوهشگران نیز وجود تفاوت معنی‌دار در بین جدایه‌ها از نظر رشد میسلیوم، زودرسی، کیفیت محصول و عملکـرد روی بسـترهای کشت متفاوت را گزارش کرده‌اند (۴ و ۳۱). در پژوهش حاضر، تمـامی جدایه‌ها دارای میسلیوم با رشد رشته‌ای بودند و همبستگی مثبتی بین سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت CYM و عملکـرد مشـاهده شد (r=۰/۶۷). در پژوهش گـردان و فارسـی (۸) نیـز رابطـه مثبـت و معنی‌داری بین شکل رشته‌ای پرگنه و عملکـرد وجـود داشـت. بـدین صورت که جدایه‌هایی که شکل پرگنه رشـته‌ای داشـتند و در محـیط کشت جامد رشد سریعی داشتند، عملکرد بیشـتری نیـز تولیـد کردنـد. کمپوست حاصلخیز، اسپاون مرغوب و کنترل خـوب شـرایط محیطـی

سه عامل مهم دخیل در میزان عملکرد قارچ دکمه‌ای سفید می‌باشند. بهینه‌سازی هر یک از این عوامل می‌تواند میزان عملکرد را افزایش دهد. در امر پرورش و تولید قارچ های خوراکی موضوع قابل توجهی که مد نظر اکثر پرورش دهنده های قارچ های خوراکی است، بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ های خوراکی است. بهبود عملکرد محصول و رشد قارچ های خوراکی به عوامل مختلفی از جمله کیفیت سوبسترای مصرفی ، مقدار اسپاون مصرفی، شرایط محیطی رشد قارچ خوراکی، گونه و جدایه قارچ خوراکی کشت شده، نحوه آماده سازی بستر کشت و استفاده از مکمل های غذایی ارتباط دارد (۳۴).

جدول ٦- رابطه همبستگی بین سرعت رشد میسیلیوم قارچ خوراکی دکمه ای روی محیط کشت‌های PDA، CYM، اسپاون و کمپوست و خاک پوششی

Table 6- Correlation coefficient relationship of white button mushroom mycelium growth rate on PDA, CYM, spawn, compost and casing soil media

Casing soil	PDA	CYM	Spawn	compost	Casing soil
CYM	0.45				
Spawn	0.28	0.75**			
Compost	0.27	0.61**	0.49*		
Casing soil	0.34	0.75**	0.68**	0.52*	
Yield	0.085	0.67**	0.67**	0.80**	0.48*

* و**، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** significant at 5 and 1 percent, respectively.

جمع‌بندی

در مجموع، با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد تفاوت بسیار معنی‌داری بین جدایه‌های قارچ خوراکی دکمه‌ای سفید از نظر سرعت رشد میسیلیوم روی محیط کشت جامد و عملکرد وجود دارد. جدایه‌های که سرعت رشد میسیلیوم بیشتری روی محیط کشت جامد دارند، از عملکرد بیشتری نیز برخوردارند که نتایج همبستگی نیز نشان دهنده این مطلب می‌باشد. همچنین، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین سرعت رشد میسیلیوم در محیط کشت عصاره کمپوست (CYM) و کمپوست نشان‌دهنده کارایی این محیط کشت در تشخیص جدایه های با سرعت رشد زیاد در محیط کمپوست و عملکرد بالا در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. با توجه به این موضوع، شناخت این تفاوت‌ها با هدف تولید هرچه بیشتر و سریع‌تر و کوتاه کردن فرایند تولید قارچ خوراکی دکمه‌ای با توجه به اینکه سهم عمده بازار فروش را به خود اختصاص داده است، می‌تواند سودمند باشد.

سپاس‌گزاری

از شرکت شبکه رشد فناوری (شرف) به دلیل حمایت‌های صورت گرفته و دانشگاه فردوسی مشهد به علت فراهم آوردن امکان انجام این پژوهش کمال تشکر را دارد.

منابع

1- Aneja K.R. 2001. Experiment in microbiology plant pathology tissue culture and mushroom production technology. New Age International Limited.

2- Bastide P., Anton Y., Sonnenberg S.M., Van Griensven L., James J.L., Anderson D. Andpaul B. and Horgen A. 1997. Mitochondrial Haplotype Influences Mycelial Growth of *Agaricus bisporus* Heterokaryons. Applied and Environmental Microniology. 63:3426-3431.

3- Chang S.T. and Miles P.G. 1989. Edible mushrooms and their cultivation, CRC Press Inc, Boca Raton.

4- Diehle D.A. and Royse D.J. 1986. Shiitake cultivation on sawdust: evaluation of selected genotypes for biological efficiency and mushroom size. Mycologia. 78:929-933.

5- Eisenhut R. Fritz D. Medizinisch nutzbare W. and Inhaltsstoffe von S. 1991. Gartenbauwissenschaft, 56:266-270. (in German).

6- Emam Y. 2011. Cereal Production. 2th ed. Shiraz University Press.

7- FAO. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nation Quaterly bulletion of Statistucs, Rome, Italy.

8- Farsi M. and Gordan H.R. 2002. Hybrid spawn production in white button mushroom (*Agaricus bisporous*) in order to increasing yield. Agricultural Sciences and Technology Journal. 16:125-132. (in Persian).

9- Farsi M. and Poorianfar H. 2011. Cultivation and Breeding of the White Button Mushroom. 2th ed. Jahad Daneshgahi Mashhad Perss.

10- Farsi M., Taheri P., and Kordiani A. 2008. Evaluation of thermophile fungi in compost of white button mushroom.

Journal of Horticultural Science, 24:265-275. (In Persian).
11- Gea F.J., Santos M., Dianez F., Tello J.C., and Navarro M.J. 2012. Effect of spent mushroom compost tea on mycelial growth and yield of button mushroom (*Agaricus bisporus*). World Journal of Microbiology and Biotechnology. 28:2765–2769.
12- Gordan H.R., and Farsi M. 2004. Selection of pure isolates and multi spore cultures for breeding the white button mushroom. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 11:65-77. (in Persian).
13- Gordan H.R., Khatami Raad M., Zolala J. and Farsi M. 2007. Introduction and registration of three modified button mushroom (*Agaricus bisporous*). Journal of Agricultural Science. 17:171-188. (in Persian).
14- Goyal R., Grewal R.B. and Goyal R.K. 2006. Nutritional attributes of *Agaricus bisporus* and *Pleutorus sajor caju* mushrooms. Nutrition and health. 18:179-184.
15- Griffin D.H. 1994. Growth, In: Fungal Physiology. 2ed. Wiley - Liss, New York.
16- Hassegawa R.H. Kasuya M.C.M. and vanetti M.C.D. 2005. Growth and antibacterial activity of *lentinula edodes* in liquid media supplemented with agricultural wastes. Electronic journal of biotechnology. 8:212-217.
17- Kalberer P.P. 1995. An investigation of the incubation phase of a shiitake (*Lentinus edodes*) culture. Mushroom Science. 14:375-383.
18- Kalmis E. and Kalyoncu F. 2008. Mycelial Growth Rate of Some Morels (*Morchella* spp.) In Four Different Microbiological Media. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 3:861-864.
19- Kalmis E., and Kalyoncu F. 2008. The effects of some environmental parameters on mycelial growth of two ectomycorrhizal fungi, *Tricholoma caligatum* and *Morchella angusticeps*. Mycologia Balcanica. 5:115-118.
20- Kerrigan R.W., Royer J.C., Bailer L.M., Horgen P.A., and Anderson J.B. 1992. Stretegies for the efficient recovery of *Agaricus bisporus* homoharions. Mycologia. 84:575-579.
21- Khush R.V., Wach M.P., and Horgen P.A. 1995. Molecular strategies for *Agaricus* breeding. In: Kuck U. ed. The mycota. Vol. 3. Genetics and biotechnology. 2:321-337.
22- Lambert. J., Sapek A., and Sapek B. 1983. Lithium content in the grassland vegetation p. 32–38. In: Anke M., Baumann W. and Braunlich H. Eds. Lithium. 4th Spurenelement symposium. Jena. Friedrich Schiller Universitat, Germany. (http://eurekamag.com/research/001/219/001219146.php 2016).
23- Montini R.M.C., Passos J.R.S. and Eira A.F. 2006. Digital Monitoring of mycelium growth kinetics and vigor of shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler on agar medium. Brazilian Journal of Microbiology. 37:90-95.
24- Oei P. 2003. Mushroom cultivation, appropriate technology for mushroom growers. Leiden, Netherlands.
25- Pathak V.N., Yada N., and Maneesha G. 1998. Mushroom Production and Processing Technology. Agro Botanica, India.
26- Pawlak R., Siwulski M., and Salwin M. 2003. Effect of substrate type on the mycelium growth of four *Hericium erinaceus* (Bull. ex Fr.) Pers. Strains, Folia Horticulturae. 15:43-48.
27- Pokhrel C.P., Yadav. R.K.P. and Ohga S. 2009. Effects of physical factors and synthetic media on mycelia growth of *Lyophyllum decastes*. Journal of Ecobiotechnology. 1:46-50.
28- Przybylowicz P. and Donoghue J. 1990. Shiitake Growers Handbook, the art and science of mushroom cultivation. Kendall/Hunt Publishing Company, USA.
29- Razeghi Yadak L., Azizi M., Farsi M., and Shahtahmasebi Sh. 2009. Evaluation effect of media formulation, pH and temperature on "shiitake” mycelium growth analysis on solid and liquid culture conditions. Journal of Horticultural Sciences, 23:18-26. (In Persian with English abstract).
30- Royse D. 2007. ICT Web Development. Available at http://www.ppath.cas.psu.edu/ FACULTY/royse.html.
31- Royse D.J., and Bahler C.C. 1986. Effects of genotype, spawn run time and substrate formulation on biological efficiency of shiitake. Applied Environment and Microbiology. 52:1425-1427.
32- Rühl M., Fischer Ch., and Kües U. 2008. Ligninolytic enzyme activities alternate with mushrooms production during industrial cultivation of *Pleurotus ostreatuson* wheat-straw-based substrate. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy. 4:478–492.
33- Sánchez C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. Applied Microbiology and Biotechnology. 85:1321–1337.
34- Sánchez C. 2004. Modern aspects of mushrooms culture technology. Applied Microbiology and Biotechnology. 64:756–762.
35- Siwulski M., Krzysztof S., and Malgorzata W. 2009. Comparison of mycelium growth and yielding of selected strains of *Hericium erinaceus* (Bull. Fr.) Pers. on sawdust substrates with the glucose addition. Kerla polonica. 55:266-272.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 110-121
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۲۱-۱۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

اثرات مصرف اسید جیبرلیک بر بی‌دانه کردن و برخی صفات کمی و کیفی میوه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی

حامد دولتی بانه[۱*] - حکمت جعفری[۲] - رسول جلیلی مرندی[۳] - رحیم عبدالهی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۸

چکیده

به منظور مطالعه اثرات اسید جیبرلیک در دو زمان ۷ و ۱۴ روز قبل از شروع گلدهی بر القاء بی‌دانگی و بعضی صفات کمی و کیفی خوشه و حبه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی شامل قزل اوزوم، ریش بابا قرمز و خلیلی قرمز، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد بوته‌های تیمار شده با جیبرلین در مقایسه با شاهد از لحاظ درصد جوانه‌زنی دانه گرده، درصد تشکیل میوه، طول و وزن تر چوب خوشه، تعداد شات بری و حبه‌های بی‌دانه در خوشه، وزن حبه‌های بی‌دانه، طول دم حبه و TSS اختلاف معنی دار نشان دادند. جیبرلین باعث کاهش جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مورد بررسی شد. تیمار جیبرلین درصد تشکیل میوه را افزایش داد اما واکنش ارقام متفاوت بود. اسید جیبرلیک موجب افزایش طول محور خوشه انگور شد و این افزایش در رقم ریش بابا و قزل اوزوم بیشتر از خلیلی بود. نتایج نشان داد که هورمون جیبرلین باعث ایجاد بی‌دانگی در حبه‌ها شد و اثر آن روی رقم ریش بابا قرمز بیشتر از قزل اوزوم و خلیلی قرمز بود. در انگور قزل اوزوم تیمار شده با جیبرلین در مرحله ۷ روز قبل از گلدهی وزین‌ترین حبه‌های بی‌دانه بدست آمد، گرچه تعداد حبه‌های بی‌دانه این رقم کمتر از ارقام دیگر بود. جیبرلین موجب افزایش طول دم حبه‌ها شد. بیشترین طول دم حبه مربوط به رقم قزل اوزوم بود که در ۱۴ روز قبل از گلدهی با جیبرلین تیمار شده بود. درصد مواد جامد محلول (TSS) در تیمارهای غوطه ورسازی شده با جیبرلین بیشتر از تیمارهای شاهد بود. مصرف قبل از شروع گلدهی هورمون جیبرلین با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در هر سه رقم مورد بررسی باعث تولید حبه‌های بیدانه ریز شد که در صورت تکرار مصرف هورمون جیبرلین با غلظت ۲۰ تا ۴۰ پی‌پی‌ام در مرحله بعد از تشکیل میوه می‌توان حبه‌های بی‌دانه با اندازه قابل قبول تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: بی‌دانگی، جیبرلین، حبه، دانه گرده

مقدمه

استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در تاکستان‌ها جهت کنترل یا تغییر رشد، کمیت و کیفیت میوه انگورهای رومیزی به صورت گسترده‌ای مرسوم است. معمولاً از هورمون اسید جیبرلیک برای افزایش اندازه حبه انگورهای بی‌دانه استفاده می‌شود. به این منظور روش استاندارد پاشیدن اسید جیبرلیک در مرحله تشکیل میوه تقریباً دو هفته پس از باز شدن گل‌ها است (۶). یکی از موارد کاربرد اسید جیبرلیک قبل از باز شدن گل‌ها است که می‌تواند طول محور خوشه در بعضی از ارقام را افزایش دهد. همچنین استفاده از این هورمون در مرحله باز شدن گل‌ها باعث تنک شدن خوشه می شود و این امر با برانگیختن ریزش گل یا افزایش تعداد حبه‌های ریز محقق می‌شود. این امر باعث می‌شود که خوشه‌ها خیلی متراکم نشوند و این به نوبه خود پتانسیل ابتلا به پوسیدگی‌های قارچی را نیز کاهش می‌دهد (۱۲). استفاده بیش از حد از جیبرلین تأثیر منفی در محصول آن سال داشته و نیز محصول سال بعد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۱).

امروزه مشخص شده است که افزایش اندازه حبه بدلیل مصرف اسید جیبرلیک ناشی از تاثیر آن در افزایش تقسیم سلولی و توسعه سلول‌های پریکارپ است. همچنین، اسید جیبرلیک تجمع مواد حاصل از فتوسنتز را تغییر می‌دهد (۱۷). همه ارقام واکنش مشابهی به کاربرد اسید جیبرلیک نشان نمی‌دهند. تعدادی از ارقام مثل پرلت (Perlette)

۱- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجانغربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ah_dolati@yahoo.com)
۲- کارشناس ارشد باغبانی سازمان جهادکشاورزی استان آذربایجان غربی
۳- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۴- دانشجوی دکتری میوه کاری، گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.44918

به مصرف جیبرلین در زمان شکوفه دهی حساس نیستند. این رقم به تنک شیمیایی عکس‌العمل نشان نمی‌دهد و خوشه‌ها باید دستی تنک شوند. ارقام بی دانه مانند فانتاسی (Fantasy) به مصرف جیبرلین حساس هستند و علایمی چون سمیت برگ ساره‌ای، ریزش خوشه، حبه و کاهش اندازهٔ خوشه نشان می‌دهند. بر اساس تحقیقات انجام گرفته مشخص شده که جیبرلین باعث بزرگ شدن اندازه حبه ارقام بی‌دانه مانند سلطانی، پرلت، فلیم سیدلس و کونکورد می‌شود. نتایج مطالعات روی ارقام بی‌دانه ایران نیز نشان داد که محلول‌پاشی انگور یاقوتی با غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر جیبرلین، فقط ۱۰ روز قبل از تمام گل، باعث باز شدن خوشه و کاهش فشردگی و افزایش نسبی اندازه حبه‌ها شده است و خوشه‌های مطلوب و بازار پسند حاصل شده است. استعمال این هورمون در مرحله تمام گل و بعد از آن موثر نبوده است (۷). در رقم عسکری نیز این هورمون باعث طویل‌تر شدن خوشه و درشت‌تر شدن حبه شده است (۱۲). تأثیر اسید جیبرلیک در افزایش اندازه حبه ارقام دانه دار زیاد قابل توجه نیست و باعث ایجاد شات بری می‌شود اما به منظور تنک کردن خوشه‌های فشرده و یا القاء بیدانگی و ایجاد خوشه‌هایی با حبه‌های بی‌دانه یکنواخت از ارقام دانه‌دار می‌توان از این هورمون استفاده نمود. واکنش کم این ارقام به وجود بذر و تأثیر آن در سطوح اسید جیبرلیک درونی نسبت داده شده است (۲۰). از آنجایی که انگورهای دانه‌دار ممکن است در معرض هورمون آسیب ببینند میزان جیبرلین نباید از مقدار توصیه شده تجاوز کند. اغلب اگر غلظت خیلی بالای این هورمون روی ارقام دانه‌دار اعمال شود، رشد جوانه در بهار آینده به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد و در نتیجه باروری نیز کاهش خواهد یافت (۱۹). گزارش شده که اسید جیبرلیک باعث بی‌دانه شدن ارقام انگور دانه‌دار می‌شود (۱۵). در صورت استعمال اسید جیبرلیک در بوته‌های انگور قبل از گلدهی قدرت جوانه زنی دانه‌های گرده کم می‌شود، اثر بذور از بین می‌رود و سلول‌های مغز میوه به صورت غیر نرمال ضخیم می‌شوند (۱۱). اسید جیبرلیک وقتی که به صورت بیرونی بکار برده می‌شود باعث تحریک تشکیل میوه‌های بکر بار می‌شود و تشکیل حبه‌های بدون بذر را ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش می‌دهد. کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر قبل از دوره گلدهی و در مرحله تمام گل باعث می شود که حبه برخی از ارقام دانه‌دار انگور بی‌دانه شوند (۱۱). اوکاموتو و میورا (۱۵) گزارش دادند که تشکیل حبه‌های بی دانه در خوشه‌های انگور دانه‌دار Delaware با کاربرد جیبرلین ۱۴ روز قبل از تمام گل، افزایش می‌یابد. تیمار جیبرلین قبل از شکوفه‌دهی باعث بازدارندگی معنی‌داری در نفوذ لوله گرده داخل بافت تخمدان می‌شود، حتی اگر مادگی با دانه‌های گردهٔ قوی با درصد جوانه زنی بالا گرده افشانی شود. کاربرد جیبرلین باعث تولید مواد باز دارندهٔ رشد لوله گرده در سطح مادگی می‌شود که نوک لوله گرده را به حالت باد کرده در آورده و از رشد لوله گرده جلوگیری می کند (۱۵).

به‌نژادگران تلاش‌های خود را روی تولید هیبریدهای جدیدی متمرکز کرده‌اند که به طور طبیعی حبه‌های بی دانه بزرگ دارند و نیازمند غلظت‌های خیلی پایینی از جیبرلین برای بهبود اندازهٔ حبه هستند (۵). حبه‌های رنگی، درشت و زودرس از جمله صفات بسیار مهمی هستند که در برنامه‌های اصلاحی تولید ارقام بی‌دانه جدید مورد توجه قرار می‌گیرند. غیر از روش‌های اصلاحی یکی دیگر از راه های تولید حبه‌های بی‌دانه در انگور استفاده از هورمون جیبرلین در ارقام دانه‌داری است که قابلیت تولید حبه‌های بی‌دانه را در واکنش به مصرف قبل از گلدهی جیبرلین دارند.

استفاده از هورمون جیبرلین در تاکستان‌های استان آذربایجان غربی در سیستم‌های ایستاده تقریباً امری رایج است و نقش این هورمون در افزایش اندازه حبه انگور بی‌دانه سفید برای باغداران محرز است اما نقش این هورمون در ارقام دانه‌دار به درستی بررسی نشده است. در این پژوهش اثرات مصرف هورمون جیبرلین قبل از گلدهی بر تحریک بی‌دانگی حبه‌های سه رقم انگور دانه‌دار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی اثرات کاربرد هورمون جیبرلین (۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسید جیبرلیک) در زمان ۷ و ۱۴ روز قبل از شروع گلدهی بر تنک کردن گل، بی دانه کردن حبه‌ها و چندین صفت کمی و کیفی میوه سه رقم انگور دانه دار قزل اوزوم (حبه‌های قرمز رنگ درشت)، ریش بابا قرمز (حبه‌های قرمز رنگ تقریباً درشت) و خلیلی قرمز (حبه‌های قرمز زودرس) موجود در استان آذربایجان غربی، در تاکستان مادری ایستگاه تحقیقات باغبانی دکتر نخجوانی (کهریز) در سال ۱۳۸۸ به اجرا در آمد. تاک‌های ۱۳ ساله که به صورت کوردون یک طبقه دو طرفه پرورش یافته‌اند بر اساس قطر تنه و میزان رشد رویشی یکسان انتخاب و اتیکت زده شدند. هرس باردهی یکسان با شارژ ۸۴ جوانه در اوایل فصل به انجام رسید و تا مرحله ظهور خوشه‌ها کلیه عملیات باغبانی به طور یکسان اعمال گردید. تمامی مراحل فنولوژیکی تا ظهور خوشه و گل در این ارقام یادداشت برداری شد و در زمان ظهور خوشه‌ها و قبل از باز شدن گل-ها، تعدادی خوشه با اندازه و موقعیت مشابه انتخاب و با نخ رنگی مشخص شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل (سه فاکتوره) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار انجام گرفت.

بر اساس داده‌های سال‌های قبل در خصوص زمان گلدهی این ارقام، خوشه‌ها درون محلول اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به عنوان شاهد در ۷ و ۱۴ روز قبل از شروع گلدهی فرو برده شدند. سپس خوشه‌های تیمار شده با نصب اتیکت مربوطه در داخل پاکت سفید رنگ گذاشته شدند و طول آن‌ها نیز

اندازه‌گیری شد. در زمان باز شدن ۷۰ الی ۸۰ درصد گل‌ها، دانه گرده از تمامی تیمارها در کلیه ارقام مورد بررسی جمع آوری و آزمون جوانه‌زنی گرده روی محیط کشت (۲۰ درصد ساکاروز و ۴ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک جهت افزایش سرعت جوانه زنی) انجام گرفت. بعد از ۲۴ ساعت درصد دانه‌های گرده جوانه زده محاسبه و ثبت گردید. از زمان تشکیل غوره‌ها تا رسیدن به مرحله برداشت چندین صفت کمی و کیفی میوه شامل: درصد تشکیل میوه، طول خوشه، وزن تر چوب خوشه‌ها، تعداد حبه‌های ساچمه‌ای، تعداد حبه‌های بی دانه در خوشه، میانگین وزن حبه‌های بی‌دانه، میانگین طول دم حبه، میانگین وزن حبه و صفات کیفی میوه شامل pH و مواد جامد محلول (TSS) اندازه‌گیری شدند. برای بدست آوردن درصد تشکیل میوه از خوشه‌های قرار گرفته شده در داخل پاکت استفاده شد به طوری که پس از شمردن تعداد کلاهک‌های غنچه گل (کالیپترا) در زمان تشکیل غوره و تعداد حبه‌های تشکیل یافته هر خوشه در زمان رسیدن بر اساس معادله زیر محاسبه و ثبت گردید.

$$\text{درصد تشکیل میوه} = \frac{\text{تعداد حبه}}{\text{تعداد کالیپترا}} \times ۱۰۰$$

خوشه‌های تیمار شده به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از چیدن حبه‌ها از خوشه‌ها، وزن تر چوب خوشه‌ها، وزن حبه‌های درشت و ساچمه‌ای به وسیله ترازوی حساس وزن شدند بعد از این مرحله و پس از استحصال آب حبه‌ها نسبت به اندازه‌گیری pH و مواد جامد محلول (TSS) توسط دستگاه pH متر و رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO) اقدام گردید. برای بدست آوردن طول و عرض خوشه و دم حبه‌ها از کولیس و خط کش استفاده شد.

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌های اثرات تیمارها روی صفات اندازه‌گیری شده با نرم افزار آماری SAS9.1 انجام گرفت. میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. هم چنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات فاکتورهای مورد بررسی بر صفات میوه ارقام انگور در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای آزمایشی بر برخی شاخص‌های میوه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی

Table 1- ANOVA for some fruit traits of three Iranian seeded grape cultivars

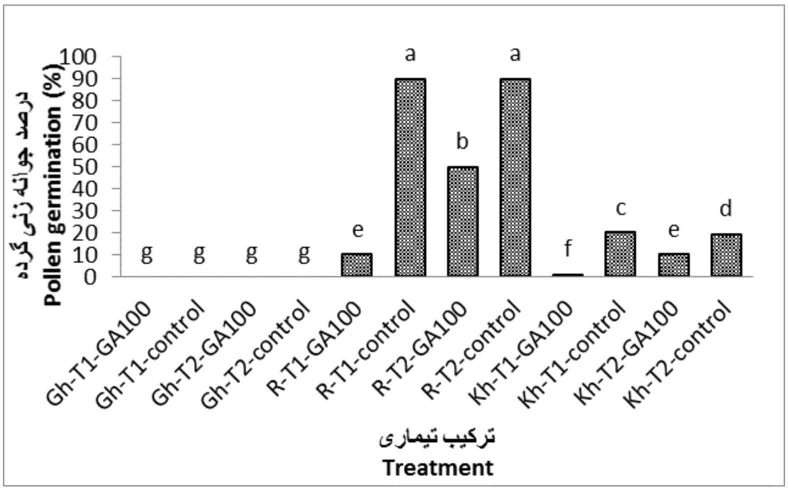
		میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییرات Source of variance	df	جوانه زنی گرده Pollen germination	درصد تشکیل میوه Fruit set percentage	طول خوشه Bunch length	وزن تر چوب خوشه Rachis fresh weight	تعداد شات بری Shot berry number	تعداد حبه های بیدانه Seedless berry number	وزن حبه های بیدانه Seedless berry weight	طول دم حبه Pedicle length	وزن حبه Berry weight	مقدار مواد جامد محلول TSS
بلوک	4	0.15	4.26	4.6	0.024	0.205	6.9	0.01	0.025	0.048	0.96
رقم Cultivar	2	20018.4**	3272.6**	30.1*	1.7**	124.5**	215**	0.68**	47.5**	13.4**	75.5**
زمان Time	1	976**	63.8*	1.06ns	0.0005ns	22.8**	4.9ns	0.02ns	7.3**	0.04ns	5.2ns
جیبرلین GA_3	1	9176**	1231.4**	1161.6**	17**	1213**	1412**	0.8**	108.8**	28.4**	525.2**
رقم×زمان Cultivar×Time	2	556.1**	69.5**	9.6ns	1.75**	19.8**	34.8**	0.13**	10.9**	0.54**	3.6ns
رقم× جیبرلین Cultivar× GA_3	2	4916.1**	0.906ns	24.3ns	4.03**	45.8**	0.4ns	1.5**	2.9**	2.9**	92.4**
زمان× جیبرلین Time× GA_3	1	1025.06**	12.5ns	45.06*	1.05**	34.4**	35.2**	0.6**	1.3**	1.7**	11.9*
رقم×زمان× جیبرلین Cultivar×Time× GA_3	2	545.06**	70.3**	4.3ns	0.45*	25.5**	12.6*	0.01**	3.9**	0.42**	1.4ns
اشتباه Error	44	0.15	9.46	9.3	0.13	1.4	2.7	0.009	0.14	0.03	2.97
ضریب تغییرات C.V		1.6	16.14	12.6	10.16	18	19.3	15.7	4.6	12	9.1

*، ** و ns به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ ، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار بودن است

*,** and ns significant at p=0.05 and p=0.01 and non significant respectivly

درصد جوانه زنی دانه گرده

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم، زمان و غلظت هورمون‌پاشی و اثر برهمکنش دو گانه و سه گانه فاکتورها بر میزان جوانه‌زنی دانه گرده در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. بیشترین جوانه‌زنی دانه گرده در رقم ریش بابا قرمز مشاهده شد در صورتی که رقم قزل اوزوم فاقد هر گونه جوانه‌زنی دانه گرده در کلیه تیمارهای مصرف جیبرلین و شاهد بود (شکل ۱). در دو رقم دیگر جیبرلین در مقایسه با شاهد باعث کاهش درصد جوانه‌زنی دانه گرده شد. اثرات هورمون‌پاشی ۱۴ روز قبل از گلدهی بیشترین اثر را در کاهش جوانه زنی گرده داشت.



شکل ۱- اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر درصد جوانه زنی دانه گرده سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ۱٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 1- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on pollen germination of of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

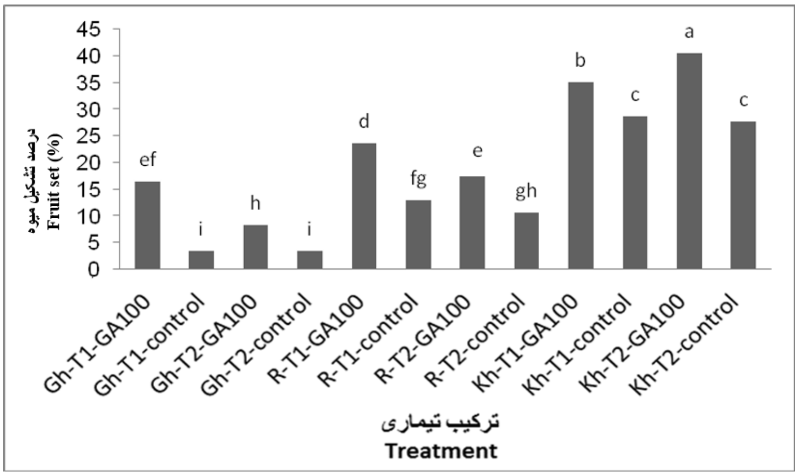
خاصیت گرده کشی هورمون جیبرلین در انگور قبلاً گزارش شده است (۱۹) که با یافته‌های ما در این تحقیق مطابقت دارد. عدم جوانه‌زنی دانه‌های گرده رقم قزل اوزوم ناشی از عقیم بودن موضعی گرده‌ها است. این رقم ماده فیزیولوژیک است و در مطالعات انجام شده مشخص شده که گرچه گرده‌ها زنده هستند اما به واسطه ساختار نفوذ ناپذیر دیواره گرده قابلیت جوانه زنی ندارند (۱).

درصد تشکیل میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم، زمان و غلظت هورمون‌پاشی و اثر برهمکنش رقم و زمان هورمون‌پاشی و اثر برهمکنش سه گانه فاکتورها بر میزان این صفت معنی دار بود. در تمامی ارقام مورد بررسی، تیمار جیبرلین در هر دو زمان غوطه ورسازی در مقایسه با شاهد باعث افزایش درصد تشکیل میوه شد. بیشترین درصد تشکیل میوه مربوط به رقم خلیلی قرمز بود که ۷ روز قبل از گلدهی با جیبرلین تیمار شده بود و کمترین درصد تشکیل میوه مربوط به شاهد قزل اوزوم در هر دو زمان مصرف بود (شکل ۲).

با توجه به اینکه جیبرلین باعث کاهش جوانه زنی دانه گرده در هر سه رقم شد انتظار بر این بود که درصد تشکیل میوه نیز کاهش یابد اما علت اصلی افزایش درصد تشکیل میوه در ارقام تیمار شده با جیبرلین قبل از گلدهی، تحریک تولید زیاد حبه‌های ریز بی‌دانه یا شات بری (Shot berry) بود که این حبه‌ها به خوشه متصل باقی ماندند و ریزش نکردند. اما در تاک‌های شاهد، این حبه‌ها تشکیل نشدند و گل‌های تلقیح نشده ریزش کرده و درصد تشکیل میوه کاهش یافت. نتایج مشابه در ارقام Delaware و Concord توسط اکاموتو و میورا (۱۵) و موریس (۱۴) گزارش شده است. جیبرلین از طریق تأثیر بر کاهش جوانه زنی و رشد لوله گرده شرایط را برای تشکیل میوه‌های پارتنو کارپ در ارقام مستعد فراهم می‌نماید. در مطالعه‌ای با فرو بردن خوشه‌های دو رقم انگور دیپلوئید Delaware و Muscata در محلول اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۱۱ و ۱۴ روز قبل از تمام گل گزارش شد که رشد لوله گرده در خامه مادگی‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک متوقف و تلقیح طبیعی تخمدان اتفاق نیفتاد (۱۳). کاربرد جیبرلین باعث تولید مواد باز دارنده

رشد لوله گرده در سطح مادگی می‌شود که نوک لوله گرده را به حالت باد کرده در آورده و از رشد لوله گرده جلوگیری می‌کند (۱۵). تشکیل میوه در شاهد رقم قزل اوزوم خارج از انتظار بود زیرا این رقم دارای گرده عقیم است و حبه‌های تولید شده نیز دانه داشتند بر این اساس به احتمال زیاد علیرغم قرار گرفتن خوشه‌ها در پاکت (از قبل از گلدهی تا تشکیل غوره) دانه گرده خارجی در حد کم وارد شده و لقاح انجام گرفته است.



شکل ۲- اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر درصد تشکیل میوه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ۱٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 2- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on fruit set of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

طول خوشه

اثرات ساده فاکتورهای رقم و زمان محلول‌پاشی جیبرلین و اثر برهمکنش زمان و جیبرلین بر طول خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱) . در هر سه رقم مورد بررسی جیبرلین باعث افزایش طول خوشه شد و هردو زمان استفاده قبل از گلدهی اثرات یکسانی روی افزایش طول خوشه داشتند. بیشترین طول خوشه مربوط به رقم ریش بابا قرمز و قزل اوزوم و کمترین طول خوشه مربوط به خلیلی قرمز بود (شکل های ۳ و ۴).

این افزایش طول ناشی از رشد و توسعه و انبساط سلولی است که جیبرلین پدید می‌آورد. گزارش شده است که در رقم یاقوتی (۹)، عسکری (۲) و بی‌دانه سفید (۶) نیز مصرف قبل از مرحله گلدهی جیبرلین باعث طویل‌تر شدن خوشه و درشت‌تر شدن حبه شده است.

وزن تر چوب خوشه

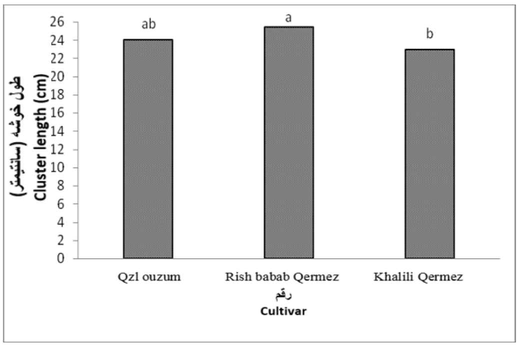
نتایج جدول واریانس نشان داد که اثرات نوع رقم و جیبرلبین و همچنین اثر برهمکنش فاکتورها بر وزن تر چوب خوشه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). در تمامی ارقام مورد بررسی تیمار جیبرلین در هر دو زمان ۱۴ و ۷ روز قبل از گلدهی در مقایسه با شاهد باعث افزایش وزن تر چوب خوشه‌ها شد و واکنش ارقام متفاوت بودند. در رقم قزل اوزوم بیشترین وزن چوب خوشه متعلق به تیمار جیبرلین، در هردو زمان قبل از گلدهی بود. در ریش بابا قرمز زمان مصرف جیبرلین تأثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت و در انگور خلیلی قرمز تیمار جیبرلین در ۷ روز قبل از گلدهی باعث ایجاد بیشترین وزن تر چوب خوشه شد (شکل ۵). این اثر کاملاً تأثیرپذیر از انبساط، رشد و توسعه سلولی محور خوشه است که هورمون جیبرلین باعث می‌گردد (۶).

تعداد شات بری یا حبه‌های ساچمه‌ای در خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده و برهمکنش تمامی فاکتورها بر تعداد شات بری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. در تمامی ارقام مورد بررسی تیمار جیبرلین (هر دو زمان ۱۴ و ۷ روز قبل از گلدهی) در مقایسه با شاهد باعث افزایش تعداد شات بری شدند (شکل ۶).

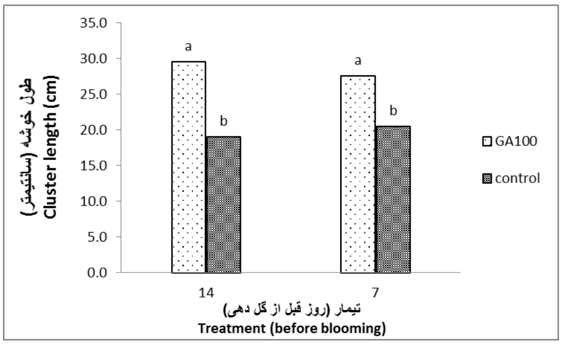
بیشترین تعداد شات بری مربوط به رقم ریش بابا قرمز در تیمار جیبرلین ۱۴ روز قبل از گلدهی بود. در تاک‌های شاهد رقم قزل اوزوم شات بری تشکیل نشد. در مقایسه اثر جیبرلین در هر دو زمان قبل از گلدهی (۱۴ و ۷ روز) واکنش ارقام متفاوت بودند. به طوری که در دو رقم قزل اوزوم و ریش بابا قرمز تیمار جیبرلین در ۱۴ روز قبل از گلدهی باعث ایجاد شات بری بیشتری در مقایسه با زمان هورمون

پاشی ۷ روز قبل از گلدهی بـود. امـا در رقـم خلیلـی قرمـز ایـن اثـر برعکس بود (شکل ۷).



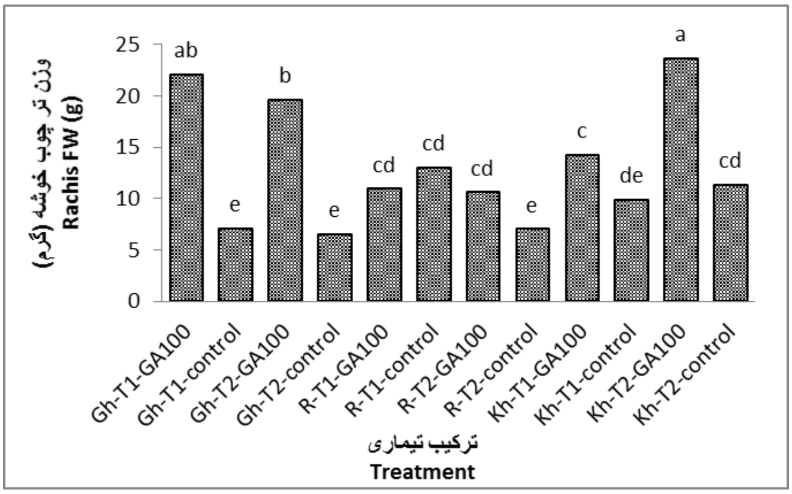
شکل ۳- طول خوشه در سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی

Figure 3- Cluster length of three Iranian seeded grape cultivars



شکل ٤- اثر متقابل زمان غوطه ورسازی و× اسید جیبرلیک بر طول خوشه در سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی مورد مطالعه

Figure 4- GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interactionon cluster length of three Iranian seeded grape cultivars

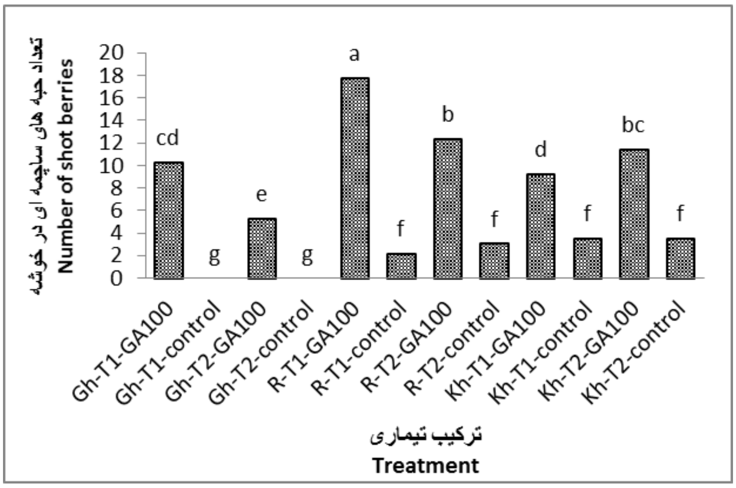


شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر وزن تر چوب خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ١٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 5- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on rachis fresh wight of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

شکل ٦- حبه‌های ساچمه‌ای نارس و رسیده که تا زمان برداشت به خوشه متصل باقی مانده بودند، و حبه‌های بی‌دانه رسیده و درشت همگی روی یک خوشه تیمار شده با هورمون جیبرلین

Figure 6- Immature and mature shot berries were remained until harvest on the cluster, and large mature seedless berries on cluster treated with GA_3



شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر تعداد حبه‌های ساچمه‌ای در خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ١٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 7- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on number of shot berries of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multople Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

تأثیر هورمون جیبرلین در ایجاد حبه‌های بی‌دانه از ارقام دانـه دار توسـط محققــان متعــددی گــزارش شــده اســت (۱۰، ۱۳ و ۱۸). پارتنوکارپی حقیقی عامل اصلی تولید شات بری در انگورهای دانـه‌دار می‌باشد و در شرایط طبیعی وجود این حبه‌ها باعـث عـدم یکنـواختی خوشه و کاهش بازارپسندی ارقام دانـه دار مـی‌گـردد (۱۸). هورمـون جیبرلین استفاده شده قبل از مرحله گلدهی باعث کـاهش جوانـه‌زنـی دانه گرده و حتی توقف رشد لوله گرده در کلاله و خامه شده و جدیـداً نیز گزارش شده که جیبرلین در رشد تخمـدان و جنـین هـم اخـتلال ایجاد می‌نماید (۱۳) و مانع تشکیل دانه می‌گردد. در نتیجه به واسـطه تحریک هورمونی این گرده‌ها و عدم تلقـیح، میـوه‌هـای پارتنوکـارپ تولید می‌شوند (۱۶) که به اصطلاح حبه‌های ساچمه‌ای یا شـات بـری گفته می‌شود.

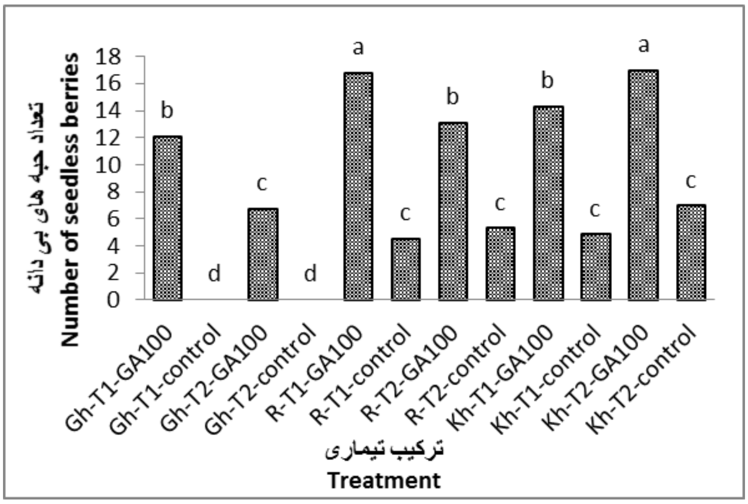
در این تحقیق هیچ‌گونه حبه بـی دانـه‌ای در شـاهد قـزل اوزوم تولید نشد به عبارتی دیگر گرده‌های عقیم ایـن رقـم هـیچ نقشـی در

تحریک تشکیل میوه نداشتند اما در تاک‌های تیمار شده با جیبرلین به واسطه تأثیر تحریکی هورمون میوه‌های بی‌دانه تشکیل شدند. ایجاد شات بری ناشی از اثر جیبرلین بر کاهش جوانه زنی دانهٔ گرده و اختلال در رشد تخمک توسط محققان متعددی (۸ و ۱۹) گزارش شده است.

حبه‌های ساچمه‌ای تولید شده تا مرحله رسیدن و برداشت به صورت کوچک یا بسیار ریز و به رنگ سبز یا رسیده به خوشه متصل باقی ماندند و باعث بد شکل شدن خوشه شدند (شکل ۶) . با توجه به ایجاد این حبه در ارقام مورد بررسی می‌توان با تکرار مصرف هورمون جیبرلین آن‌ها را درشت‌تر نمود و یک خوشه با حبه‌های بی‌دانه درشت ایجاد کرد. در آزمایشی روی انگور رقم Delaware گزارش شد که در سیستم محلول پاشی هورمون جیبرلین در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی می‌توان حبه‌های بی‌دانه درشت ایجاد نمود. (۱۳).

تعداد حبه‌های بی دانه در خوشه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم و غلظت جیبرلین و اثر برهمکنش دو گانه (به غیر از برهمکنش رقم و جیبرلین) و سه گانه فاکتورها بر این صفت معنی دار بود. منظور از حبه‌های بی‌دانه آن‌هایی است که از شات بری به مراتب بزرگ‌تر بودند و به طور کامل رسیده و رنگ گرفتند. تیمار جیبرلین در تمامی ارقام مورد بررسی باعث افزایش تعداد حبه‌های بی‌دانه در مقایسه با شاهد شدند بیشترین تعداد حبه‌های بی دانه مربوط به رقم ریش بابا قرمز و خلیلی قرمز بود که به ترتیب ۱۴ روز و ۷ روز قبل از گلدهی با جیبرلین ۱۰۰میلی گرم در لیتر غوطه ورسازی شده بودند (شکل ۸). در تاک‌های شاهد رقم قزل اوزوم حبه‌های بی‌دانه تشکیل نشدند اما در اثر تحریک جیبرلین در مرحله قبل از گلدهی تعدادی حبه بی‌دانه تولید شدند.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر تعداد حبه‌های بی دانه در خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ۱٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

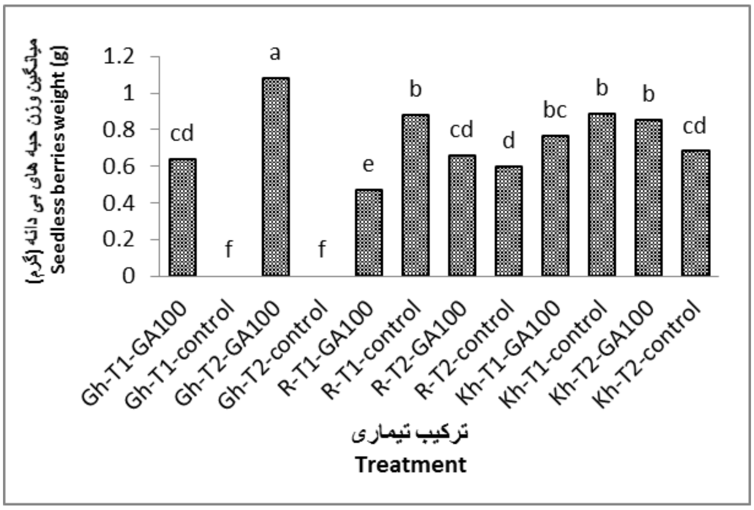
Figure 8- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on number of seedless berries of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

در این پژوهش در کل سه نوع حبه در یک خوشه قابل مشاهده بود که شامل شات بری یا حبه‌های ریز ساچمه‌ای بی‌دانه، حبه های بی‌دانه درشت و حبه‌های دانه‌دار بودند. تأثیر هورمون جیبرلین در ایجاد حبه‌های بی دانه در تعدادی از ارقام دانه دار مانندMuscata و Delawar توسط محققان متعددی گزارش شده است (۱۰ و ۱۳). هر سه رقم انگور مورد بررسی در این پژوهش به تحریکات هورمون جیبرلین در ایجاد حبه‌های بی‌دانه جواب دادند گرچه گزارش شده است که استفاده از جیبرلین به صورت تجاری برای ایجاد بی دانگی در ارقام دانه‌دار نسبت به ژنوتیپ متفاوت است. به طوری که در بعضی از ارقام مورد بررسی موفقیت آمیز نبوده اما در رقم Anab-e-shahi این پدیده به خوبی انجام می‌شود (۱۸).

وزن حبه‌های بی‌دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم و جیبرلین و اثر برهمکنش دو گانه و سه گانه فاکتورها بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. نسبت به رقم مورد بررسی

تیمار جیبرلین در هر دو زمان مصرف ۷ و ۱۴ روز قبل از شروع گلدهی در مقایسه با شاهد اثرات متفاوتی روی میانگین وزن حبه‌های بی‌دانه داشتند. در رقم قزل اوزوم وزن حبه‌های بی‌دانه در تیمارهای جیبرلین (۷ و ۱۴ روز قبل از گلدهی) بیشتر از شاهد بودند. در ریش بابا وزن این حبه‌های بی‌دانه تحت تأثیر جیبرلین قرار نگرفت و در رقم خلیلی قرمز بیشترین وزن حبه‌های بی‌دانه متعلق به شاهد و تیمار جیبرلین ۷ روز قبل از گلدهی بود (شکل ۹).



شکل ۹- اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر میانگین وزن حبه‌های بی دانه در خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ١٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 9- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interction on seedless berries weight of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

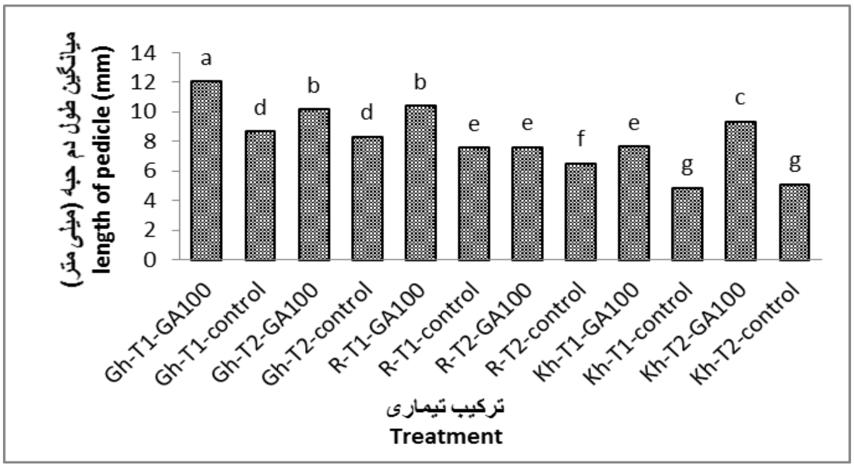
یکی از فاکتورهای مهم در بازارپسندی خوشه‌های تیمار شده با جیبرلین، بزرگ بودن یا وزن زیاد حبه‌های بی‌دانه است که بیشترین تقاضا را از طرف مصرف کنندگان به خود اختصاص داده است. تنوع در اندازه و وزن حبه ارقام انگور تحت کنترل ژنتیک رقم است. می توان با تکرار مصرف هورمون جیبرلین برای تحریک درشت کردن حبه‌های بی‌دانه و ساچمه‌ای اقدام کرد (۴). در این تحقیق برای افزایش اندازه حبه‌ها مجدداً از هورمون استفاده نگردید و بیشتر توانایی ذاتی رقم در ایجاد حبه‌های بی‌دانه تحریک شده توسط جیبرلین مدنظر بود. انگور قزل اوزوم تیمار شده با جیبرلین در مرحله ۷ روز قبل از گلدهی وزین‌ترین حبه‌های بی‌دانه را داشت، اما تعداد حبه‌های بی‌دانه این رقم کمتر از ارقام دیگر بود.

میانگین طول دم حبه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم، زمان و غلظت هورمون‌پاشی و اثر برهمکنش دوگانه و سه گانه فاکتورها بر میزان این صفت معنی دار بود. طول دم حبه در تمامی ارقام مورد بررسی تیمار جیبرلین موجب افزایش میانگین طول دم حبه‌ها شد. با این تفاوت که تیمار جیبرلین ۱۴روز قبل از گلدهی بیشترین اثر را روی طول حبه ارقام قزل اوزوم و ریش بابا داشت و در رقم خلیلی قرمز ۷ روز از قبل از گلدهی مؤثرتر بود. درازترین دم حبه در رقم قزل اوزوم تیمار شده با جیبرلین در ۱۴ روز قبل از گلدهی ثبت شد (شکل ۱۰). امروزه مشخص شده است که جیبرلین اندازهٔ حبه‌ها را با کاهش تقسیم و توسعه سلول‌های پریکارپ افزایش می دهد و باعث طویل شدن ساقه‌های جانبی گردیده و به خوشه ظاهری باز (نامتراکم) می‌دهد (۲۰).

میانگین وزن حبه (حبه‌های دانه‌دار و بی‌دانه)

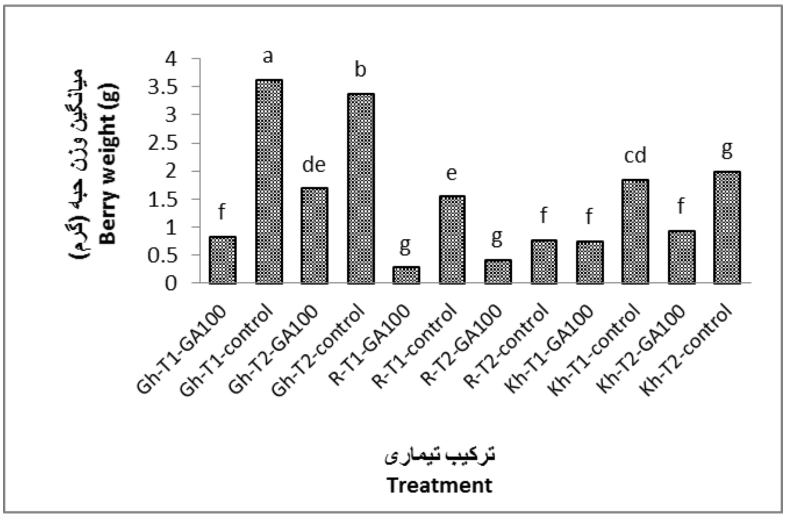
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده رقم و غلظت هورمون‌پاشی و اثر برهمکنش دوگانه و سه گانه فاکتورها بر این صفت معنی دار بود. بیشترین میانگین وزن حبه مربوط به تیمار شاهد قزل اوزوم و کمترین مربوط به تیمارهای جیبرلین در رقم ریش بابا قرمز بود (شکل ۱۱). در تمامی ارقام مورد بررسی جیبرلین در هر دو زمان به کار رفته در مقایسه با شاهد باعث کاهش میانگین وزن حبه‌ها شدند. این کاهش به دلیل تولید شات بری و حبه‌های بی‌دانه ایست که وزن کمتری از حبه‌های دانه‌دار دارند.



شکل ۱۰- اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر میانگین طول دم حبه در خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ١٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

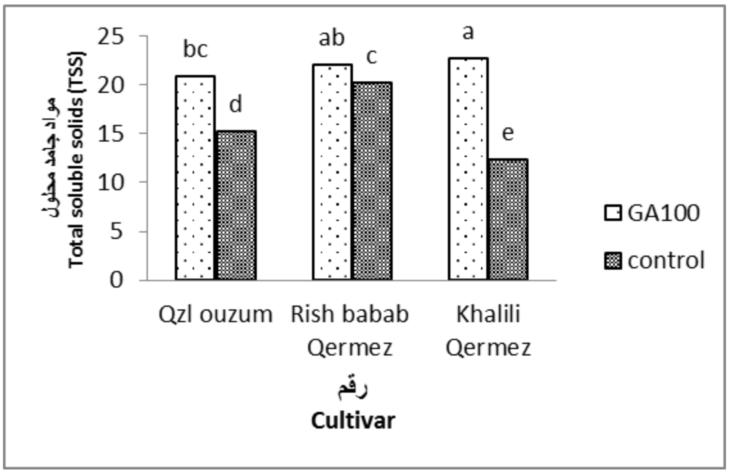
Figure 10- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on length of pedicle of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan' Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application

از اسید جیبرلیک به طور گسترده‌ای برای افزایش اندازه حبه‌های بی‌دانه انگور رقم Thompson استفاده می‌شود. این رقم معمولاً در طی رشد دو تا سه بار با اسید جیبرلیک تیمار می‌شوند. در مرحله اول، در طی گلدهی برای کاهش تشکیل میوه و افزایش اندازه حبه‌ها و در مرحله دوم بعد از تشکیل حبه‌ها می‌باشد. اسید جیبرلیک باعث تحریک تولید حبه‌های بی‌دانه و تسریع بلوغ در انگور رقم Delaware گردید و باعث افزایش تشکیل میوه در رقم Concord می‌شود (۱۴).



شکل ۱۱- اثرات متقابل رقم× غلظت × زمان غوطه ورسازی جیبرلین بر میانگین وزن حبه در خوشه سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد). Gh: قزل اوزوم، R: ریش بابا قرمز، Kh: خلیلی قرمز.T1: ١٤ روز قبل از گلدهی، T2: ۷ روز قبل از گلدهی، GA100: محلول جیبرلین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر

Figure 11- Cultivar× GA_3 concentration ×GA_3 dipping time interaction on berry weigth of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test. Gh: Qzl ouzum, R: Rish babab Qermez, Kh: Khalili Qermez, T1: 14 day befor blooming, T2: 7 day befor blooming and GA100: 100 mg/L prebloom GA_3 application



شکل ۱۲- اثرات متقابل اسید جیبرلیک × رقم بر مواد جامد محلول در سه رقم انگور دانه‌دار ایرانی (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد)

Figure 12- Cultivar and GA_3 concentration interaction on TSS of three Iranian seeded grape cultivars. Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05) by Duncan's Multiple Range Test

مواد جامد محلول

اثرات ساده جیبرلین و نوع رقم و همچنین برهمکنش دو گانه جیبرلین و رقم و زمان و جیبرلین بر میزان مواد جامد محلول حبه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد مواد جامد محلول حبه‌ها مربوط به رقم خلیلی قرمز تیمار شده با جیبرلین بود و کمترین مواد جامد محلول به رقم شاهد خلیلی قرمز تعلق داشت (شکل ۱۲). در تمامی ارقام مورد بررسی میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با جیبرلین بیشتر از شاهد بودند.

در تحقیقی روی اثرات جیبرلین و حلقه برداری بر صفات کمی و کیفی انگور عسکری گزارش شد که تیمار قبل از گلدهی جیبرلین باعث افزایش میزان مواد جامد محلول میوه شد (۲) که با نتایج ما مطابقت دارد. در حالیکه در تعدادی از پژوهش‌ها (۳) گزارش شده که استعمال جیبرلین منجر به کاهش مقدار مواد جامد محلول میوه انگور می‌شود که نتایج فوق با نتیجه پژوهش صورت گرفته، مطابقت ندارد. علت افزایش مواد جامد محلول در پژوهش حاضر در حبه‌ها احتمالاً از بی‌دانگی و کوچک شدن حبه‌ها و ساچمه‌ای بودن آن‌ها است که مقدار کمتری آب جذب حبه‌ها شده است.

نتیجه‌گیری کلی

تیمار هورمون جیبرلین با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر قبل از مرحله شروع گلدهی موجب افزایش درصد تشکیل میوه و تعداد میوه بی‌دانه پارتنوکارپ در ارقام دانه‌دار انگور مورد بررسی شد. همچنین هورمون جیبرلین موجب افزایش طول خوشه گردید و به خوشه، ظاهری نامتراکم (باز) داد و دم حبه‌ها نیز درازتر شدند. هر سه رقم به خوبی بر اثر مصرف قبل از گلدهی هورمون جیبرلین تولید حبه‌های ریز و درشت بیدانه و حبه‌های دانه‌دار کردند که پیشنهاد می‌شود با تکرار مصرف هورمون جیبرلین با غلظت ۲۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله بعد از تشکیل میوه می‌توان حبه‌های بی‌دانه با اندازه قابل قبول تولید نمود. در این میان رقم قزل اوزوم گرچه تعداد حبه بی‌دانه کمتری تولید نمود اما این حبه‌ها از وزن و یکنواختی اندازه بهتری برخوردار بودند.

منابع

1- Abedi N.Kh., Doulati Baneh H. and Jalili Marandi R. 2013. Effect of pollen on the qualitative and quantitative traits of physiological female grape (*Vitis vinifera*.L) cv.Ghezel uzum Urmia, National congress of grape and raisins, university of Malayer. (In Farsi).

2- Afshari H., Sajedi S. and Hokm Abadi H. 2014. Effects of gibberelic acid and girdling ik fruit characters of Askari grape cultivar, Journal of Horticultural Science, 28(2): 269-276.

3- Badr S.A., Tufenkjian J. and Ramming D.E. 2005. Effects of pruning, girdling and gibberelic acid application at bloom and berry set on yield and fruit quality of sweet Scarlet table grape cultivars. Pp.47. In: The proceedings of the annual Meeting of American Society of Enology and Viticulture, World Journal Science, 3(1): 91-96.

4- Baydar N.G. and Harmankaya N. 2004. Changes in endogenous hormone levels during the ripening of grape

cultivars having different berry set mechanisms, Turkey Journal of Agricculture and Forestry, 29: 205- 210.
5- Dokoozlian N., Luvisi D. and Peacock B. 1993. Producing fantasy seedless table grapes, grape Grower Magazine.
6- Doulati Baneh H., Abdolahi R. and Zafar Farokhi F. 2012. Comparison of GA3 with some nutritional compounds on qualitative and quantitative traits of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Bidane Sefid, Journal of Small Fruits, 1(2): 13-24. (in Farsi)
7- Heydari M., Abotalebi A., Karami M.J. and Mohammadi A. 2012 .Effects of gibberellic acid and berry thinning on fruit characteristics of Yaghooti grape cultivar,7th Congress of Iranian Horticultural science,1958-1961.(in Farsi)
8- Ito H., Motomora Y., Konno Y. and Hatayama T. 1969. Exogenous gibberellin application as responsible for the seedless berry development of grapes. I. Physiological studies on the development of seedless Delaware grapes, Tohoku Journal of Agricultural Research, 20:1-18.
9- Karami M.J. and Eshghi S. 2012. Effects of Giberelic acid on some characters of Yaghoti cultvar in arid condition, 7th Congress of Iranian Horticultural science, 1881- 1883. (in Farsi)
10- Kimura P.H., Okamoto G. and Hirano K. 1996. Effect of gibberellic acid and streptomycin on pollen germination and ovule and seed development in Muscat Bailey, American Journal of Enology and Viticulture, 47: 152-156.
11- Korkutal L., Bahar E. and Gökhan Ö. 2008. The Characteristics of Substances Regulating Growth and Development of Plants and the Utilization of Gibberellic Acid (GA_3) in Viticulture, World Journal of Agricultural Sciences, 4 (3): 321-325.
12- Looney N.E. 1981. Some growth regulator and cluster thinning effects on berry set and size, berry quality and annual productivity of de Chaunac grapes. Vitis, 20: 22-35.
13- Miura K., Okamoto G. and Hirano K. 2004. Pollen tube growth in GA- treated pistils of Delaware grapes, Journal of ASEV Japan, 15: 129- 130.
14- Morris J.R. 1987. Effect of gibberellic acid on yield and quality of grapes. Department of Food Science University of Arkansas. P. 76.
15- Okamoto G. and Miura K. 2005. Effect of pre- bloom GA application on pollen tube growth in cv. Delaware grape pistil, Vitis, 44(4), 157- 159.
16- Pharis R.P. and King, R.W. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants, Annual Reviwe of Plant Physiology, 36:517-568.
17- Patil D.R. 2005. Studies on production technology in Thompson seedless grapes (*Vitis vinifera* L.). PhD Thesis of Horticulture. University of Agricultural Sciences, Dharwad.
18- Singh I.S. and Chauhan K.S. 1980. Quality improvement in graps. Indian Horticultrre. 24: 4,2- 4.
19- Weaver R.J. and McCune S.B. 1959. Response of certain varieties of *Vitis vinifera* to gibberellins, Hilgardia, 28:297-350.
20- Weaver R.J. and Pool R.M. 1965. Relation of seedlessness and ringing to gibberellin –like activity in berries of *Vitis vinifera* L, Plant Physiology, 40:770-776.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 122-130
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۳۰-۱۲۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تاثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، درصد اسانس و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) رقم پرسو و کاسنی (*Cichorium intybus L*) توده محلی خوزستان در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان

روزبه فرهودی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی واکنش فتوسنتز و عملکرد اسانس گیاهان دارویی کاسنی توده محلی خوزستان و بابونه آلمانی رقم پرسو به تنش خشکی در شهرستان شوشتر (دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر) در سال زراعی ۹۰-۸۹ به صورت دو آزمایش جداگانه انجام شد. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد و تیمارهای تنش خشکی عبارت بودند از شاهد (حدود ۹۰ درصد ظرفیت زراعی خاک)، تنش ملایم (حدود ۷۵ درصد ظرفیت زراعی خاک) و تنش شدید (حدود ۵۵ درصد ظرفیت زراعی خاک). صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارت بود از ارتفاع بوته، وزن خشک برگ (کاسنی)، وزن خشک گل (بابونه)، غلظت کلروفیل a و b، فتوسنتز، درصد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس. نتایج آزمایش نشان داد تنش خشکی سبب کاهش فتوسنتز، غلظت کلروفیل a، وزن خشک و ارتفاع بوته بابونه و کاسنی شد اما درصد اسانس این گیاهان افزایش یافت. کمترین وزن خشک گل بابونه و وزن خشک اندام هوایی کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی شدید به میزان ۴۷ و ۱۹۵ گرم بر متر مربع دیده شد در حالیکه بیشترین میزان عملکرد اسانس بابونه آلمانی (۵۶/۶ گرم در متر مربع) و کاسنی (۲۲۵/۹ گرم در مترمربع) تحت تاثیر تیمار تنش خشکی ملایم به دست آمد. در شرایط تنش خشکی ملایم بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بابونه کامازولن، آلفا پنین، آلفا بیسابول و بتا پنین بود در حالیکه بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کاسنی در شرایط تنش ملایم خشکی کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین بود. به طور کلی نتایج نشان داد تنش خشکی ملایم به دلیل افزایش عملکرد اسانس علی رغم کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام اقتصادی سبب افزایش عملکرد اسانس گیاهان مورد بررسی شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، کلروفیل، وزن خشک

مقدمه

در اقلیم ایران تنش خشکی همواره یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشد. از نظر فیزیولوژی گیاهی تنش خشکی را می توان دوره خشکی و کم آبی تعریف نمود که سبب ایجاد تغییرات فیزیولوژیک و مرفولوژیک منجر به کاهش عملکرد در گیاهان شود (۲ و۶). تنش خشکی از جمله تنش‌های محیطی مهم است که با تاثیر گذاری بر رشد و نمو گیاهان می‌تواند منجر به کاهش رشد و عملکرد گیاهان شود. امروزه با توجه به مشکل کم آبی استراتژی انتخاب گیاهان سازگار مبنی بر گیاهان دارای رشد سریع، متحمل به شرایط نامساعد محیطی و عدم نیاز به مراقبت‌های ویژه ضروری است. بررسی واکنش گیاهان دارویی به تنش‌های محیطی مانند خشکی نقش به سزایی در استحصال عملکرد کمی و کیفی این گیاهان دارد زیرا هرچند که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گیاهان دارویی می‌گردد اما باید توجه نمود که تنش خشکی می‌تواند به عنوان محرکی برای افزایش تولید این ترکیبات تحت تاثیر تنش خشکی باشد (۴ و ۸). بهره برداری زراعی از گیاهان دارویی افقی جدید در کشاورزی است که با توجه به کم توقع بودن و سازگاری بالای این گیاهان به شرایط محیطی می‌توان انتظار عملکرد مناسبی از آنها را داشت. وقوع یک تنش خشکی مختصر و کنترل شده می‌تواند منجر به افزایش کیفیت گیاهان دارویی شود زیرا قسمت عمده اسانس و

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، شوشتر، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: rfarhoudi@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.46691

اثرات دارویی این گیاهان ناشی از تجمع متابولیت‌های ثانویه است که در اثر بروز تنش‌های محیطی میزان ساخت و تجمع آنها در گیاهان افزایش می‌یابد (۶، ۱۳ و ۱۴). کاهش فتوسنتز و اختلالات روزنه ای گیاهان تحت تاثیر تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری از موارد مهمی است که موجب کاهش وزن خشک گیاهان می‌شود (۴). از اثرات خشکی در گیاهان مختلف از جمله گیاهان دارویی می‌توان به کاهش فتوسنتز، تغییر در الگوی ساخت پروتئین‌ها، کاهش تولید ماده خشک و کاهش عملکرد ماده خشک و اسانس در این گیاهان اشاره نمود (۱۶، ۱۸و ۲۰). بابایی و همکاران (۵) گزارش نمودند تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris*) منجر به کاهش ماده خشک و عملکرد کمی این گیاه شد. بررسی بابونه تحت تاثیر تنش خشکی نشان داد غلظت رنگدانه های فتوسنتزی و تبادل دی اکسید کربن کاهش یافت که منجر به کاهش عملکرد اقتصادی این گیاه دارویی گردید. (۸ و ۱۴). صفی خانی و همکاران (۱۷) نیز با بررسی تاثیر تنش خشکی بر رشد و نمو گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) مشاهده نمودند کاهش غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت تاثیر تنش خشکی نقش به سزایی در کاهش رشد این گیاه دارویی داشت. همچنین تنش خشکی سبب کاهش شدید وزن خشک اندام هوایی بادرشبو داشت اما تنش ملایم درصد اسانس این گیاه را افزایش داد.

کنترل تنش خشکی و اعمال تنش ملایم می‌تواند در افزایش ترکیبات و مواد موثره گیاهان دارویی تاثیر بگذارد. تنش خشکی در دوره رشد گیاه بابونه (*Matricaria recutita*) سبب تحریک ساخت کامازولن و افزایش درصد اسانس گل گیاه بابونه شد (۸). مطالعه تغییرات عملکرد اسانس بابونه تحت تاثیر تنش خشکی نشان داد علی رغم کاهش وزن خشک گل در واحد سطح، تنش خشکی ملایم با افزایش درصد اسانس بابونه سبب افزایش عملکرد اسانس بابونه شد زیرا افزایش درصد اسانس جبران کاهش تولید ماده خشک را نمود (۴ و ۱۵).

خانواده کاسنی (Asteraceae) با نام‌های خانواده گل ستاره ای و آفتابگردان نیز شناخته می‌شود و گیاهان دارویی مهمی مانند بابونه، بومادران (*Achillea millefolium*)، کاسنی (***Cichorium intybus***)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) و اکیناسه (*Echinacea angustifolia*) متعلق به این خانواده می‌باشند. اکثر گیاهان دارویی خانواده کاسنی به طور طبیعی در فلات ایران رشد می کنند و به شرایط اقلیمی ایران متحمل می‌باشند. این گیاهان عمدتا در درمان بیماری‌های گوارشی و عفونی و همچنین صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارند (۵ و ۲۱). بابونه با نام علمی *Matricaria recutita* L از مهمترین گیاهان دارویی خانواده کاسنی است که از گلهای آن در صنایع داروسازی، آرایشی -بهداشتی و صنایع غذایی استفاده فراوانی می‌شود. کاسنی با نام علمی *Cichorium intybus* L یکی دیگر از گیاهان مهم دارویی خانواده کاسنی است که از مهمترین خواص دارویی آن می‌توان به برطرف کننده تشنگی مفرط، مدر صفرا، تب بر، درمان دیفتری، تصفیه خون، درمانگر بیماریهای پوستی اشاره نمود (۲۱). از آنجا که گیاهان دارویی خانواده کاسنی نقش به سزایی در تولیدات ترکیبات دارویی و بهداشتی را به خود اختصاص داده اند بررسی تاثیر پذیری عملکرد کمی و کیفی این گیاهان تحت تاثیر تنش خشکی در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان جهت کشت این گیاهان ضروری است لذا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس گیاهان کاسنی و بابونه در شرایط خوزستان است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش جداگانه به منظور ارزیابی تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس دو گیاه دارویی کاسنی (توده محلی خوزستان) و بابونه آلمانی (رقم پرسو) در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. بذر کاسنی از مزرعه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر و بذر بابونه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. محل انجام پژوهش، مزرعه گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر بود. خصوصیات خاک و اقلیم منطقه در جداول ۱ و ۲ درج گردیده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک محل آزمایش و کود گاوی استفاده شده
Table 1- some properties of soil and cow manure

	میزان پتاسیم **K** **(ppm)**	درصد نیتروژن **N** **(%)**	میزان فسفر **P** **(ppm)**	درصد ماده آلی **Organic matter** **(٪)**	اسیدیته **pH**	هدایت الکتریکی **EC** **(dS m^{-1})**
خاک Soil	179	0.54	7.5	0.89	7.1	1.9
کود گاوی Cow manure	195.3	1.98	101.2	48.6	7.25	3.4

جدول ۲- متوسط دما و بارندگی در دوره آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹
Table 2- Mean precipitationand temperature during farm research (2010)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May
بارندگی Precipitation (mm)	25.6	8.0	1.0	0.23	0
درجه حرارت Temperature (˚C)	19.3	22.8	27.9	31.2	34.6

واکنش هر گیاه به تنش خشکی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای تنش خشکی عبارت از شرایط بدون تنش (۹۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه)، تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) و تنش شدید (۵۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) بودند. برای تعیین سطوح تنش خشکی از دستگاه انعکاس سنجی زمانی[1] شرکت ایمیکو[2] آلمان استفاده شد. ویژگی منحصر به فرد این دستگاه بخش حساس و متحرک آن است که اندازه گیری رطوبت در لایه‌های ۲۰ سانتی متری را در اعماق مختلف خاک امکان پذیر می‌سازد. امواج تولید شده توسط دستگاه در محدوه ای از نیمرخ خاک منتشر شده و عدد بدست آمده به عنوان رطوبت خاک ثبت می‌شد (۵).

عملیات کاشت هر دو گیاه در اول بهمن ماه ۱۳۸۹ انجام شد. بذرها به صورت ردیفی و در ردیف هایی به طول دو متر و فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر برای بابونه و ۴۰ سانتی متر برای کاسنی در کرت مسطح کاشته شده و روی آنها با مخلوط کود گاوی و خاک پوشیده شد. ۱۰ روز پس از سبز شدن بذرها، تراکم بوته بابونه ۱۲۰ و تراکم بوته کاسنی ۱۰۰عدد در متر مربع رسید. مساحت هر کرت چهار متر مربع بود. سه هفته بعد از سبز شدن گیاهان، آبیاری به صورت کرتی با توجه به اعمال تنش خشکی انجام شد. جهت جلوگیری از تاثیر بارندگی‌های فصلی بر نتایج آزمایش، سایه بان پلاستیکی تعبیه شد که در زمان بارندگی با پوشش کامل کرت‌ها مانع از رسیدن باران به سطح کرت‌ها می‌شد. وجین علف‌های هرز و تنک کردن مزرعه به صورت دستی انجام شد. در آزمایش حاضر کود شیمیایی مصرف نشد و تنها ۸ کیلوگرم کود پوسیده گاوی (معادل ۲۰ تن در هکتار) یک هفته قبل از کاشت به هر کرت اضافه و به عمق ۲۰ سانتی متر با خاک مخلوط شد.

صفات مورد بررسی در این تحقیق عبارت بود از ارتفاع بوته، وزن خشک برگ (کاسنی)، وزن خشک گل (بابونه)، غلظت کلروفیل a و b، فتوسنتز، درصد اسانس، عملکرد اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس. برداشت بابونه در تاریخ های ۱۸ و ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۰ و برداشت کاسنی قبل از به گل رفتن گیاه (۱۸ فروردین ۱۳۹۰) انجام شد. در این پژوهش از گل های بابونه برداشت شده از تاریخ ۱۸ اردیبهشت استفاده شد. جهت بررسی ارتفاع بوته، فتوسنتز و غلظت کلروفیل a و b ۱۰ بوته در هر کرت انتخاب و بررسی شد. جهت اندازه گیری فتوسنتز از دستگاه تحلیل گر گاز مادون قرمز پرتابل ساخت شرکت لیکور[3] استفاده شد. به این منظور نمونه گیری ها بین ساعت ۱۲ ظهر تا ۱بعد ازظهر انجام شد و یک برگ بالغ در انبرک دستگاه قرار گرفت و پس از مدت ۶۰ ثانیه میزان فتوسنتز بر حسب میلی‌گرم دی اکسید کربن بر مترمربع بر ثانیه قرائت شد (۱۱). برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b برگ، ابتدا ۰/۵ گرم از برگ تازه را در یک هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد و شرایط عدم حضور نور ساییده شد. از عصاره تهیه شده پس از سانتریفوژ یک میلی لیتر را در دستگاه اسپکترو فتومتر (مدلAM202) قرار داده و در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر میزان جذب نور به ترتیب برای محاسبه غلظت کلروفیل‌های a و bقرائت شد. (۹).

جهت بررسی و اندازه گیری درصد اسانس، گل‌های بابونه و برگهای کاسنی از یک متر مربع برداشت شده و به مدت یک هفته در سایه جهت اندازه گیری و استخراج اسانس خشک گردیدند. جهت اسانس گیری ۳۰ گرم از گیاهان خشک شده آسیاب شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت چهار ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد . جهت شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس استخراج شده از بابونه و کاسنی از گاز کروماتوگراف (مدل Varian star 3400cx) با طول ستون ۳۰ متر و گاز هلیوم با سرعت ۲ میلی متر در دقیقه استفاده شد. در هر مورد پس از تزریق مقادیر بسیار جزئی اسانس، کروماتوگرام بدست آمده و طیف‌های جرمی ترکیب‌های مختلف موجود در آن بررسی شد. شناسایی طیفها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام شد (۱).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال یک درصد آماری) انجام شد.

1- Time Domain Reflectometry
2- IMKO
3- LICOR

نتایج و بحث

آزمایش اول- تاثیر تنش خشکی بر رشد، اجزا و عملکرد اسانس بابونه آلمانی (رقم پرسو)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تمام صفات مورد بررسی در گیاه بابونه به جز غلظت کلروفیل b تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج جدول ۴ بیانگر ان است که تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک گل و ارتفاع بوته بابونه آلمانی شد. کمترین وزن خشک گل بابونه تحت تاثیر تنش خشکی شدید به میزان ۴۷ گرم در متر مربع به دست آمد. علی رغم کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته بابونه تحت تاثیر تنش خشکی(به ترتیب ۴۲/۲ و ۳۸/۹ سانتی متر) ، تفاوت معنی‌داری میان ارتفاع بوته در تنش خشکی شدید و ملایم دیده نشد

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

Table 3- ANOVA for effect of drought stress on growth and essential oil yield of *Matricaria recutita*

منبع تغییر Source of variance	df	میزان فتوسنتز Photosynthesis rate	غلظت کلروفیلb Chlorophyll b	غلظت کلروفیلa Chlorophyll a	وزن خشک گل Flower dry weight	ارتفاع بوته Shoot height	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage
بلوک Block	3	1.3ns	2.5ns	5.3*	104.3**	10.7ns	17.1*	2.5**
تنش Stress	3	46.1**	4.1ns	9.3**	996.1**	699.1**	81.5**	5.1**
خطا Error	9	3.1	6.9	1.6	21.1	18.5	4.1	0.07
ضریب تغییرات CV (%)		15	17.5	9.7	7	9.4	4.6	3.7

** و *: معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد آماری ns: عدم معنی دار

** and * :Significant at P<0.01 and at P<0.05, ns: non-significant

کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها را بدنبال خواهد داشت. با کاهش رشد سلول، اندازه اندام محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع، کاهش تعداد ساقه‌های جانبی یا اندازه کوچک تر برگ‌ها تشخیص داد (۲، ۱۰و ۱۶). تحقیقات نشان داد تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز گیاه بابونه سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع و وزن خشک گل بابونه شد که در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی اسانس بابونه را در پی داشت (۸). بابایی و همکاران (۵) مشاهده نمودند تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته آویشن شد اما درصد ماده موثره تیمول را افزایش داد. بقالیان و همکاران (۶) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد گل بابونه مشاهده نمودند تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گل بابونه شد.

نتایج نشان داد غلظت کلروفیل a برگ بابونه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافت اما بین غلظت کلروفیل a برگ در سطوح تنش خشکی تفاوت معنی‌داری دیده نشد. تنش خشکی میزان فتوسنتز برگ بابونه آلمانی را نیز کاهش داد . کمترین میزان فتوسنتز برگ بابونه به میزان ۹ میلی گرم دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه تحت تاثیر تنش خشکی شدید مشاهده شد (جدول ۴). تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها و کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب تقلیل فرایند فتوسنتز می‌گردد (۱۹). کاهش فتوسنتز، کاهش غلظت کلروفیل و کاهش هدایت روزنه ای برگ بابونه تحت تاثیر تنش خشکی موجب کاهش وزن خشک گل و اندام هوایی بابونه می‌شود (۸، ۱۴و ۱۶) که با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد. تنش خشکی سبب اضمحلال کلروفیل و کاهش توانایی فتوسنتزی برگ گیاه دارویی بادرنجبویه شد (۲۰).

تنش خشکی درصد اسانس بابونه آلمانی را در مقایسه با شاهد افزایش داد. بیشترین درصد اسانس گل بابونه به میزان ۰/۹ درصد تحت تاثیر تنش خشکی ملایم دیده شد اما تفاوت معنی‌داری با درصد اسانس گل بابونه تحت تاثیر تنش خشکی ملایم (۰/۸۳ درصد) نداشت (جدول ۴).

جدول ٤- تاثیر تنش خشکی بر رشد، فتوسنتز و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

Table 4- The effect of drought stress on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *M. recutita*

سطوخ تنش خشکی Drought stress level	نرخ فتوسنتز Photosynthesis rate (mgl $CO2$ m^{-2} s^{-3})	کلرفیل b Chlorophyll b (mg/gr Fw)	کلرفیل a Chlorophyll a (mg/gr Fw)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m^{-2})	محتوی اسانس Essential oil (%)	وزن خشک گل flower dry weigh (g m^{-2})	طول شاخه shoot height (cm)
شاهد Control	14.6[a]	1.48[a]	1.7[a]	35.2[b]	0.4[b]	88[a]	55[a]
متوسط Mild	12.0[b]	1.51[a]	1.1[b]	56. 6[a]	0.9[a]	63[b]	42.2[b]
شدید Sever	9.0[c]	1.52[a]	1.2[b]	39.0[b]	0.83[a]	47[c]	38.9[b]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن دارای تفاوت آماری در سطح یک درصد نمی باشند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.01$ according to Duncan multiple test

تنش خشکی سبب افزایش درصد اسانس گیاهان دارویی مختلف می‌شود زیرا تحت تاثیر تنش خشکی مقدار فنل‌ها و فلانوییدها که از اجزای تشکیل دهنده اسانس های گیاهان دارویی هستند افزایش می یابد (۱۰، ۱۳و ۱۶). در آزمایش حاضر نیز درصد اسانس گل بابونه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی افزایش یافت که می‌تواند ناشی از افزایش مقدار متابولیت‌های ثانویه باشد. نتایج جدول ۵ بیانگر ترکیبات شناسایی شده اسانس گل بابونه تحت تاثیر شرایط عادی و تنش خشکی می‌باشد. بر این اساس درصد ترکیباتی مانند کامازولن، بتاپینن، آلفا بیسابول و آلفا پ آلفا پینن به عنوان عمده ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گل بابونه، تحت تاثیر تنش خشکی افزایش یافت.

در شرایط تنش ملایم بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بابونه به ترتیب شامل کامازولن، آلفا پنین، آلفا بیسابول و بتا پنین بود در حالیکه در شرایط تنش خشکی شدید عمده ترین ترکیبات اسانس شناخته شده به ترتیب شامل کامازولن، آلفا پنین، بتا پنین و آلفا بیسابول بود. پژوهشگران گزارش نمودند ترکیب کامازولن مهمترین جز اسانس بابونه است و مقدار آن ممکن است تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۱۵).

جدول ۵- اجزای تشکیل دهنده اسانس بابونه آلمانی تحت تاثیر تنش خشکی

Table 5- Chemical composition and percentage composition of the *M. recutita* essential oil

شاهد Control		تنش ملایم Mild stress		تنش شدید Sever stress	
نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪
Chamazulene	29.1	Chamazulene	31.1	Chamazulene	32.0
β-Pinene	16.1	α-pinene	18.1	α-pinene	18.3
ά-bisabolol	12.0	ά-bisabolol	13.0	β-Pinene	14.2
bisabololoxide A	5.7	β-Pinene	6.2	ά-bisabolol	6.5
α-pinene	4.0	Sabinene	5.1	bisabololoxide A	5.3
Sabinene	3.6	α-Cadinene	4.0	α-Cadinene	4.0
β -farnesene	3.1	a-bisabololoxide	3.7	Sabinene	3.1
bisabololoxide A	3.0	β -farnesene	2.7	a-bisabololoxide	2.8
a-bisabololoxide	2.5	bisabololoxide A	2.6	β -farnesene	2.8
Camphor	2.2	Borneol	2.0	terpinene-4-ol	1.9
1,8-Cineole	1.9	β-Myrcene	1.9	1,8-Cineole	1.4
terpinene-4-ol	0.67	1,8-Cineole	1.3	Borneol	1.1
Borneol	0.64	terpinene-4-ol	0.94	Thujanol	1.0
α-Tricyclene	0.61	Germacrene-D	0.67	γ-Eudesmol acetate	0.46
γ-Eudesmol acetate	0.34	Thujanol	0.61	β-Myrcene	0.41
Germacrene-D	0.21	α-Humulene	0.43	cis-β-Ocimene	0.32
trans-b-farnesene	0.11	cis-β-Ocimene	0.21	α-Humulene	0.21
Δ3-Carene	0.11	trans-b-farnesene	0.14	trans-b-farnesene	0.16
α-Humulene	0.10	Δ3-Carene	0.12	Germacrene-D	0.14
مجموع	83.9		94.8		96.0

رشد و نمو، عملکرد، میزان و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در شرایط مختلف آب و هوایی تغییر می‌کند. کمیت و کیفیت اسانس بابونه مانند سایر گیاهان دارویی به طور ژنتیکی کنترل می‌شود ولی عوامل اقلیمی و عکس العمل متقابل بین گیاه و شرایط محیطی نیز بر این صفت مؤثر است (۶، ۸ و ۱۵). بیشترین عملکرد اسانس گل بابونه در گیاهان تحت تاثیر تنش ملایم دیده شد (۵۶/۶ گرم بر مترمربع) و این افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با شرایط نرمال ناشی از افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی بود (جدول ۴) زیرا وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر خشکی ملایم و شدید کاهش معنی‌داری در مقایسه با شرایط شاهد یافت (جدول ۴). صفی خانی و همکاران (۱۱) افزایش عملکرد اسانس بادرشبو تحت تاثیر تنش خشکی را ناشی از افزایش درصد اسانس در این شرایط گزارش نمودند. اثر جبرانی افزایش درصد اسانس بابونه تحت تاثیر شرایط تنش خشکی بر عملکرد اسانس در گیاهان بابونه (۸)، انیسون (*Pimpinella anisum*) (۲۱) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) (۱۰) گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

آزمایش دوم- تاثیر تنش خشکی بر رشد، اجزا و عملکرد اسانس کاسنی (توده محلی خوزستان)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد تمام صفات مورد بررسی در گیاه کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۶). تنش خشکی شدید سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک و ارتفاع اندام هوایی کاسنی در مقایسه با تنش ملایم شد. کمترین وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی شدید و به ترتیب به میزان ۱۹۵ گرم بر متر مربع و ۲۸ سانتی متر مشاهده شد (جدول۷). تنش خشکی سبب کاهش عملکرد برگ و ارتفاع کاسنی شد اما تفاوت معنی‌داری میان عملکرد برگ این گیاه در شرایط تنش خشکی شدید و ملایم دیده نشد (۲۰). تنش خشکی با تاثیر منفی بر فتوسنتز و ساختار کلروفیل برگ بابونه سبب کاهش رشد رویشی و وزن خشک اندام هوایی این گیاه شد (۸،۱۵ و ۱۶).

تنش خشکی شدید در مقایسه با شرایط نرمال سبب کاهش غلظت کلروفیل a و b برگ کاسنی به ۰/۷ و ۱/۰۲ میلی گرم بر وزن تر برگ شد (جدول ۷). فتوسنتز برگ کاسنی نیز تنها تحت تاثیر تنش خشکی شدید کاهش یافت و به ۱۲/۹ میلی گرم دی اکسید کربن بر متر مربع بر ثانیه در مقایسه با شرایط نرمال رسید. تنش خشکی موجب کاهش بیوماس برگ‌ها و تعداد برگ در گیاهان می‌شود. این مسئله احتمالاً نتیجه اختلال در فتوسنتز و فرایندهای متابولیکی گیاه است. در اثر تنش خشکی غشاء سلولی و اندامک‌های سلولی مانند میتوکندری و کلروپلاست فرو می‌پاشد. فروپاشی کلروپلاست موجب کاهش غلظت کلروفیل و کاهش فتوسنتز می‌شود (۲). فرهودی (۸) مشاهده نمود تنش خشکی سبب کاهش فتوسنتز و تخریب کلروفیل انواع بابونه شد.

درصد اسانس برگ کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی افزایش یافت و به ۰/۹۴ درصد و ۰/۹۰ درصد تحت تاثیر تنش خشکی شدید و ملایم رسید (جدول ۷). همچنین تنش خشکی ملایم سبب افزایش عملکرد اسانس کاسنی به ۲۲۵/۹ گرم در متر مربع شد اما تنش خشکی شدید عملکرد اسانس کاسنی را به ۱۸۳/۶ گرم در متر مربع کاهش داد که ناشی از کاهش وزن برگ بود. می‌توان گفت تحت تاثیر تنش ملایم خشکی افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی جبران کاهش وزن خشک برگ را نمود (جدول ۷). به عبارت دیگر افزایش عملکرد اسانس کاسنی تحت شرایط تنش خشکی ملایم ناشی از افزایش درصد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی بود. جدول ۸ بیانگر افزایش درصد ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس کاسنی مانند کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین تحت تاثیر تنش خشکی است.

جدول ٦- تجزیه واریانس تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد اسانس کاسنی

Table 6- ANOVA of drought stress effect on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *Cichorium intybus*

منبع تغییر Source of variance	df	میزان فتوسنتز Photosynthesis rate	غلظت کلروفیلb Chlorophyll b	غلظت کلروفیلa Chlorophyll a	وزن خشک گل Flower dry weight	ارتفاع بوته Shoot height	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage
بلوک Block	3	7.1*	0.18ns	0.15ns	18.1**	11.3*	10.2*	4.1ns
تنش Stress	3	37.8**	2.5ns	7.2**	666.4**	544.1**	27.1*	21.2*
خطا Error	9	4.5	2.6	1.1	5.3	1.9	3.1	5.0
ضریب تغییرات CV (%)		13	14.0	9.9	0.95	4	0.88	26.6

** و *: معنی دار در سطح یک درصد و پنج درصد آماری ns:معنی دار نیست

** and * :Significant at P<0.01 and at P<0.05, ns: non-significant

جدول ۷- تاثیر تنش خشکی بر رشد، فتوسنتز و عملکرد اسانس کاسنی

Table 7- The effect of drought stress on growth, photosynthesis rate and essential oil yield of *C. intybus*

سطوخ تنش خشکی Drought stress level	نرخ فتوسنتز Photosynthesis rate (mgl CO2 m^{-2} s^{-3})	کلرفیل b Chlorophyll b (mg/gr Fw)	کلرفیل a Chlorophyll a (mg/gr Fw)	عملکرد اسانس Essential oil yield (g m^{-2})	محتوی اسانس Essential oil (%)	وزن خشک گل flower dry weigh (g m^{-2})	طول شاخه shoot height (cm)
شاهد Control	18.6^{a}	1.19^{a}	1.24^{a}	189.6^{b}	0.67^{b}	283^{a}	37 ^{a}
متوسط Mild	17.1^{a}	1.25^{a}	1.21^{a}	225.9^{a}	0.90^{a}	251^{b}	36^{a}
شدید Sever	12.0^{b}	1.02^{b}	0.7^{b}	183. 6^{b}	0.94^{a}	195^{c}	28^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند دارای تفاوت آماری در سطح یک درصد نمی‌باشند

در شرایط تنش ملایم بیشترین میزان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کاسنی متعلق به کامفور، آلفا پنین، بتا پنین و سابینین بود و در شرایط تنش خشکی شدید کامفور، سابینین، آلفا پنین و تریپینول ۴ ال بیشترین میزان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس را به خود اختصاص دادند. طاهری (۲۰) مشاهده نمود تنش خشکی سبب کاهش عملکرد کامفرول (یکی از اجزا اصلی اسانس کاسنی) شد زیرا عملکرد برگ کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی کاهش یافت. زهتاب سلماسی و همکاران (۲۲) با بررسی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد اسانس بعضی از گیاهان دارویی مشاهده نمودند تنش خشکی درصد بعضی از ترکیبات اسانس رزماری را افزایش داد اما بر درصد و عملکرد اسانس انیسون تاثیر معنی‌داری نداشت. افزایش عملکرد اسانس بابونه تحت تاثیر تنش خشکی ملایم و کاهش شدید عملکرد اسانس تحت تاثیر تنش خشکی شدید در تحقیقات قبلی گزارش شده است (۸). استرادا و همکاران (۷) بیان نمودند تنش خشکی درصد اسانس و عملکرد اسانس فلفل سیاه (*Piper nigrum*) را افزایش داد.

جدول ۸- درصد اجزای تشکیل دهنده اسانس کاسنی تحت تاثیر تنش خشکی

Table ۸- Chemical composition and percentage composition of the *C. intybus* essential oil

شاهد Control		تنش ملایم Mild stress		تنش شدید Sever stress	
نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪	نام ترکیب Compound name	٪
Camphor	21.4	Camphor	25.5	Camphor	26.0
Sabinene	15.5	α-pinene	16.3	Sabinene	16.9
ά-bisabolol	11.0	β-Pinene	13.0	α-pinene	15.6
bisabololoxide A	6.3	Sabinene	6.6	terpinene-4-ol	9.3
α-pinene	6.0	bisabololoxide A	6.2	bisabololoxide A	6.6
β-Pinene	4.1	β -farnesene	5.0	ά-bisabolol	3.9
β -farnesene	3.9	ά-bisabolol	3.5	Chamazulene	3.1
bisabololoxide A	2.6	a-bisabololoxide	2.9	β -farnesene	2.7
a-bisabololoxide	2.3	Chamazulene	2.6	α-^{C}adinene	1.9
^{C}hamazulene	1.6	Borneol	1.7	Borneol	0.92
1,8-^{C}ineole	067	β-Myr^{c}ene	0.93	1,8-Cineole	0.90
trans-b-farnesene	0.61	Carva^{c}rol	0.77	β-Pinene	0.84
Borneol	0.56	terpinene-4-ol	0.59	Δ3-Carene	0.69
terpinene-4-ol	0.35	Germa^{c}rene-D	0.41	Farnesene-E-β	0.55
γ-Eudesmol a^{c}etate	0.31	1,8-Cineole	0.35	α-Phellandrene	0.42
Farnesene-E-β	0.26	trans-b-farnesene	0.31	α-Humulene	0.38
Carva^{c}rol	0.17	cis-β-O^{c}imene	0.19	cis-β-O^{c}imene	0.12
α-Humulene	0.15	α-Phellandrene	0.13	Thujanol	0.11
مجموع	73.9		87.0		90.1

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد تنش خشکی سبب افزایش درصد اسانس و ترکیبات عمده تشکیل دهنده اسانس بابونه و کاسنی شد اما وزن خشک اندام هوایی گیاهان مورد بررسی تحت تاثیر تنش خشکی شدید کاهش یافت. کاهش غلظت کلروفیل و به تبع آن کاهش فتوسنتز در کاهش وزن اندام اقتصادی گیاهان بابونه و کاسنی تاثیر به سزایی داشت. علی رغم کاهش وزن خشک گل بابونه و اندام هوایی کاسنی، عدم تاثیر پذیری عملکرد اسانس این دو گیاه در سطح تنش خشکی ملایم ناشی از افزایش درصد اسانس در این سطح تنش خشکی است زیرا تنش خشکی سبب افزایش درصد اسانس هر دو گیاه شد. در تنش خشکی شدید به دلیل کاهش شدید عملکرد گل در بابونه و عملکرد اندام هوایی در کاسنی، افزایش درصد اسانس از کاهش عملکرد اسانس جلوگیری ننمود. تنش خشکی می‌تواند به عنوان محرکی برای افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه مانند کامازولن، آلفا پنین، بتا پنین، آلفا بیسابول، کامفور و سابینین و افزایش کیفیت گیاهان بابونه و کاسنی مطرح باشد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده خاصیت آنتی اکسیدانتی و آنتی میکروبی اسانس این گیاهان تحت تاثیر تنش خشکی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1- Adams R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromography/mass spectroscopy carol stream. Allured publishing crop, pp: 465-6.
2- Anjum S.H, Xie X., Wang L.C., Farrukh Saleem M., Man C., and Lei W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.
3- Anonymous. 2010. Climatology data. Shoushtar synoptic station.
4- Arazmjo A., Heidari M., and Ghanbari, A. 2010. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25 (4):482-494. (in Persian with English abstract)
5- Babaee K., Amini Dehaghi M., Modares Sanavi M.A. and Jabbari R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) .Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26 (2):248-251. . (in Persian with English abstract)
6- Baghalian K., Abdoshah S., Khalighi-Sigaroodi F., and Paknejad F., (2011). Physiological and phytochemical response to drought stress of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). Plant Physiology and Biochemistry, 49: 201-207.
7- Estrada B., Pomar F., Merino F., and Bernal M.A. 1999. Pungency level in fruits of the Padron pepper with different water supply. Scientia Horticulturae, 81: 385-396.
8- Farhoudi R. 2012. Effect of drought stress on growth and essential oil yield of three German Chamomile cultivar, Journal of Essential Oil Bearing Plant. 17(3):15-22.
9- Gunes A., Inal A., Alpuslan M. F., Fraslan E. and Cicek N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology, 164: 728-736.
10- Khorasaninejad S., Mousavi A., Soltanloo H., Hemmati K., and Khalighi A., 2011. The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint. Journal of Medicinal Plants Research, 5(22): 5360-5365.
11- Martins B., and Ruiz Torres N.A. 1992. Effect of water deficit stress on photosynthesis, its component and component lemmatization and water use efficiency in wheat. Plant Physiology, 100: 733-739.
12- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25:239-250.
13- Petropoulos S.A., Dimitra D., Polissiou M.G., and Passam H.C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Scientia Horticulturae, 115: 393-397.
14- Pirzad A., Shakiba M R., Zehtab-Salmasi S., Mohammadi A., Darvishzadeh R., and Samadi S.2011. Effect of water stress on leaf relative water content, chlorophyll, proline and soluble carbohydrates in *Matricaria chamomilla*. Journal of Medicinal Plants Research, 5(12): 2483-2488.
15- Rahmati M., Azizi M., Hasanzadeh Khayyat H., Neamati, H. 2009. The effects of different level of nitrogen and plant density on the agromorphological characters, yield and essential oils content of improved chamomile (*Matricaria chamomilla*) cultivar "Bodegold". Journal of Horticultural Sciences, 27(1):27-35. (in Persian with English abstract)
16- Razmjoo K., Heydarizadeh P., Sabzalian M.R., 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. International Journal of Agriculter Biology, 10: 451-454.
17- Safikhani1 F., Heydari sharifabad H., Syadat A., Sharifi ashorabadi A., Syednedjad M., and Abbaszadeh B. 2007. The effect of drought stress on percentage and yield of essential oil and physiological characteristics of

Deracocephalum moldavica L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(1): 86-99. (in Persian with English abstract)

18- Sarker B.C., Hara M., and Uemura M., 2005. Proline synthesis, physiological responses and biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. Science Horticulture, 103: 387-402.

19- Sharifi ashourabadi E., Lebaschi E., Naderi hajibagher Kandy M.H. and Moghadami F. 2008. The effect of drought stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and relative water contents of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 23(4): 504-513.

20- Taheri, M. 2010. Effect of drought stress on physiological nand phytochemical charestrictis of *Cichorium intybus*. Journal of Crop Ecophysiology, 2(3): 12-21.

21- Zargari E.1992. Medical plants. University of Tehran press,Tehran.

22- Zehtab-Salmasi S., Javanshir A., Omidbaigi R., Aly- Ari H. and Ghassemi- Golezani K., 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomy Hungarica, 49(1): 75-81.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 131-139
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۳۹-۱۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی ترکیب‌پذیری عمومی، خصوصی و هتروزیس صفات رویشی تعدادی از لاین‌های خیار

فاطمه مرادی‌پور[۱]- جمالعلی الفتی[۲]*- یوسف حمیداوغلی[۳]- عاطفه صبوری[۴]- بهمن زاهدی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۱

چکیده

ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، هتروزیس و نحوه عمل ژن‌ها برای صفات طول بوته، تعداد شاخه فرعی و طول بوته تا اولین میوه در قالب آزمایش دی‌آلل ناقص ۷×۷ با استفاده از روش دوم و چهارم در مدل ثابت گریفینگ برای تعدادی از لاین‌های خیار در سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی فقط برای صفت طول بوته تا اولین میوه معنی‌دار بود ولی میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی برای تمامی صفات معنی‌دار شد که مبین اهمیت بیشتر اثرات غالبیت ژن‌ها در توارث این صفات در جمعیت مورد مطالعه می‌باشد. به نظر می‌رسد صفت طول بوته تا اولین میوه با توجه به ترکیب پذیری عمومی بالا توسط عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تلاقی دی آلل، گریفینگ، هتروزیس، نحوه توارث ژن‌ها

مقدمه

خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از محصولات مهم باغبانی در بخش سبزیکاری است و کشور ما از لحاظ تولید این محصول جایگاه دوم را در جهان داراست. با توجه به غنای ژنتیکی و استعداد طبیعی بالایی که در زمینه این گیاه در کشور ما و دنیا وجود دارد (۱۳)، ولی متاسفانه به دلیل عدم توجه به این امر در حال حاضر عمده بذر مورد نیاز مصرف کنندگان از شرکت‌های خارجی تامین می‌شود (۶) بنابراین تحقیق در این زمینه امری ضروری به نظر می‌رسد. برای حداکثر هتروزیس در این گیاه آگاهی از زمینه ژنتیکی این گیاه ضروری می‌باشد. برای تولید واریته‌های هیبرید اولین گام اصلی پیدا کردن لاینی است که بهترین ترکیب را با مجموعه‌ای از لاین‌ها برای تولید ارقام هیبرید داشته باشد (ترکیب پذیری عمومی) و یا بهترین ترکیب در برابر یک لاین دیگر را داشته باشد (ترکیب پذیری خصوصی) (۱۹). یکی از روش‌های پرکاربرد برای یافتن ترکیبات برتر روش تلاقی دی‌آلل است که توسط اسمیت در سال ۱۹۱۹ بنا نهاده شد. متداولترین روش تجزیه دی‌آلل روش پیشنهادی گریفینگ برای تعیین ترکیب‌پذیری لاین‌ها و مشخص نمودن ماهیت و عمل ژن‌ها است زیرا هیچ پیش شرط ژنتیکی را برای تعیین ترکیب‌پذیری در گیاهان با رفتار دیپلوئیدی لازم ندارد (۵). با توجه به دگرکشن بودن گیاه خیار تولید لاین‌های خالص و سپس ارقام هیبرید آن در راستای استفاده از پدیده هتروزیس و به منظور افزایش تولید و کیفیت محصول آن موفقیت آمیز خواهد بود (۶). هتروزیس برای صفات مختلف خیار توسط (۳، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲) گزارش شده است. در تحقیقی برای تعیین نحوه عمل ژن‌ها در صفات کمی خیار مشخص شد صفاتی همچون طول بوته، تعداد گره و تعداد شاخه فرعی و زمان برداشت توسط عمل افزایشی ژن‌ها کنترل می‌شوند (۹). بررسی ۵ لاین خیار برای محاسبه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات کمی خیار اختلاف معنی‌داری را برای ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات مورد مطالعه نشان دادند (۲). مطالعه ۴ لاین خیار با استفاده از طرح دی‌آلل ناقص برای بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات کمی خیار ترکیب‌پذیری عمومی بالایی را برای تعداد شاخه فرعی گزارش کردند (۱). در تحقیقی (۸) اختلاف معنی‌داری بین هیبریدهای F1 و والدین آن‌ها برای صفات طول بوته، و تعداد شاخه فرعی گزارش کردند و بیان نمودند که ترکیب‌پذیری عمومی این صفات بیشتر از ترکیب‌پذیری خصوصی آن‌ها بود که بیانگر نقش عمل افزایشی ژنها درکنترل این صفات است. در تحقیق دیگری (۱۵) با بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۱۲ لاین خیار برای صفات رویشی خیار از جمله طول بوته و تعداد شاخه فرعی ترکیب‌پذیری عمومی بالاتری را نسبت به ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفات بیان کردند. در تحقیقی (۱۸) نحوه عمل ژن‌ها و میزان هتروزیس را در لاین‌های ماده گل خیار

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری علوم باغبانی پردیس دانشگاهی، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: jamalaliolfati@gmail.com)
۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان
۵- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه لرستان

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.47343

برای صفات طول بوته و تعداد شاخه فرعی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج ایشان نشان داد که عمل غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفات بیشتر از عمل افزایشی است. همچنین در مورد این صفات هتروزیس معنی‌داری نسبت به والد برتر گزارش دادند. در یک تحقیقی با مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۶ لاین برای صفات کمی خیار ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تمام صفات مورد ارزیابی منجمله صفات رویشی معنی‌دار بود (۱۲). مطالعه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ۹ لاین خیار گلخانه‌ای برای صفات رویشی از جمله طول بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد گره نشان داد که هر دو عمل افزایشی و غالبیت نقش مهمی در کنترل ژنتیکی این صفات دارند (۴).

علی‌رغم بررسی‌های متعدد وجود تفاوت در گزارش‌های مختلف موید بررسی نحوه عمل ژن‌ها برای هر جمعیت اصلاحی دارد. از این رو این تحقیق به منظور بررسی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، میزان هتروزیس و تعیین میزان وراثت‌پذیری صفات رویشی هفت لاین خیار و هیبریدهای حاصل از آن‌ها جهت تعیین بهترین ترکیب والدین برای تولید بذر هیبرید F1 و یا بهترین جمعیت برای انتخاب لاین‌هایی با صفات رویشی مطلوب انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

بذور لاین‌های خیار از مرکز آسیایی تحقیقات و اصلاح سبزیجات در سن‌هوا، تایوان (AVRDA) تهیه شدند. برای تسهیل در نام‌گذاری و عدم سوء استفاده‌های احتمالی از نتایج به دست آمده به هر یک از لاین‌های مادری مورد استفاده در تلاقی‌ها یک کد اختصاص داده شد. بذور به روش کشت مستقیم در تاریخ ۲۰ فروردین ۱۳۹۳ درمزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان کاشته شدند. به منظور تسریع در جوانه‌زنی، بذرها را در لای دستمال مرطوب در دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶-۱۲ ساعت در جای گرم و مرطوب قرار داده تا عمل پیش جوانه‌زنی انجام شود. سپس بذرهای جوانه‌زده به روش کشت کپه‌ای با فاصله ۱۰۰ و ۵۰ سانتیمتر به ترتیب بین و روی ردیف کشت شد. در طی مرحله داشت عملیاتی از قبیل آبیاری بوته‌ها، مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماریها صورت گرفت. برای انجام عمل گرده‌افشانی گل‌های ماده انتخابی روز قبل از گرده‌افشانی با کپسول ژلاتینی پوشیده شده و صبح روز بعد با لاین‌های مورد نظر تلاقی داده شد. میوه‌های حاصل از تلاقی تا رسیدن کامل روی بوته باقی مانده و بعد از برداشت با استفاده از روش تخمیر بذرها از میوه جدا و در دمای اتاق خشک شدند.

بذور لاین‌های مادری و هیبریدهای F1 حاصل از آن‌ها به همراه یک هیبرید تجاری ایرانی بنام گیلان ۲ محصول شرکت وارش برکت گیلان و یک هیبرید وارداتی محصول شرکت PS هلند بودند (جدول ۱) که به روش کشت مستقیم در تاریخ هفتم تیر ماه ۱۳۹۳ در یک آزمایش مزرعه‌ای جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر کاشته شدند. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در مزرعه به منظور تامین نیازهای غذایی گیاهان از کود دامی به میزان ۱۵۰ تن در هکتار استفاده شد. عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی و کنترل آفات و بیماری‌ها از طریق سمپاشی با سموم دارای دوره اثر کوتاه انجام شد. برای اندازه‌گیری طول بوته طول ساقه اصلی از محل طوقه تا نوک ساقه توسط متر و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. با اندازه‌گیری فاصله بین طوقه تا اولین میوه بر حسب سانتی‌مترطول بوته تا اولین میوه ثبت گردید. کلیه داده‌ها پس از نرمال سازی از طریق تبدیل داده مناسب مورد بررسی و تجزیه آماری و مقایسه میانگین قرار گرفتند. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین ژنوتیپ‌ها، جهت تعیین ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی والدین مورد بررسی از مدل ثابت روش دوم و چهارم گریفینگ با مدل آماری زیر استفاده شد (۵)

$$x_{ij}=\mu+gca_i+gca_j+sca_{ij}+e_{ij}$$

که در این رابطه x_{ij} ارزش مشاهده شده صفت در فرد حاصل از تلاقی والد iام و jام μمیانگین جمعیت، gca_i ترکیب‌پذیری عمومی والد iام، gcaj ترکیب‌پذیری عمومی والد jام، sca_{ij} ترکیب‌پذیری خصوصی تلاقی ij و e_{ij} خطای آزمایش مربوط به فرد ij است.

نتایج و بحث

طول بوته: نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها بود (جدول۱). میانگین این صفت بین ۹۳ تا ۲۲۰ متغیر بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلاقی B10×A4 از نظر این صفت در بالاترین و تلاقی A0×A4 در پایین‌ترین سطح قرار داشت (جدول۲). نتایج حاصل از تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به روش دوم گریفینگ با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود اثرات معنی‌دار ترکیب‌پذیری خصوصی برای این صفت داشت. ترکیب‌پذیری عمومی برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول۳). معنی‌دار نشدن نسبت ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی و مقدار عددی نسبت بیکر (۰/۳۳۷) نشان داد که سهم واریانس غیرافزایشی در کنترل این صفت بیشتر از واریانس افزایشی است. نتایج این تحقیق با نتایج الفتی و همکاران (۱۲) مغایرت داشت. وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت به دلیل کوچک‌تر بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی و خطای برآورد محاسبه نشد (جدول۳). نتایج حاصل از تجزیه ترکیب-پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم گریفینگ نیز همسو با روش دوم بود. اگرچه نسبت بیکر (۰/۴۹) در این روش بیشتر از روش

دوم بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر ژنوتیپ‌های مختلف بر برخی صفات رویشی خیار
Table 1- ANOVA of genotypes effects on some cucumber vegetative characteristics

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares طول‌بوته Plant length	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	طول بوته تا اولین میوه Plant length to first fruit
بلوک Block	2	1510.7 ns	1.47 ns	41.64 ns
ژنوتیپ Genotype	29	5282.5**	8.65**	328.59**
خطای آزمایش Error	58	985.66	2.93	14.16
ضریب تغییرات C.V (%)		14.93	8.90	12.71

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح ۱ درصد

ns, ** : non significant and significant at $P \leq 0.01$ respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف بر برخی صفات رویشی خیار
Table 2- Effect of cucumber genotypes on measured vegetative characteristics

ژنوتیپ Genotypes	طول‌بوته Plant length (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	طول بوته تا اولین میوه Plant length to first fruit (cm)
Guilan (standard)	220	8.33	19.33
P.S (standard)	206.66	5	10.67
B10	96.66	6.33	2
B12	105	6	2
A15	193.33	7.33	22
A11	215	7.66	30
A4	205	9	24
A0	128.33	3.33	12.67
B6	230	7.33	35.67
B10×A15	145	7.66	16.67
B10×B12	131.66	4	2
B10×B6	128.33	7.33	4
B10×A0	186.66	6.33	4.67
B10×A11	170	8.33	5
B10×A4	220	5.66	11.33
B12×A15	141.66	5.33	12.33
B12×A0	200	8.33	2.33
B12×A4	109.33	4	2
B12×B6	93.66	3.33	5.33
B12×A11	200	7.33	5
A15×A0	136.66	4.33	16
A15×A4	111.66	5.33	20
A15×A11	138.33	3.33	15
A15×B6	181.66	6.65	5.33
A0×B6	93.33	3.66	14.33
A0×A4	151.66	5.33	41
A0×A11	145	6	20.67
B6×A11	140	7	16.67
B6×A4	161.66	4.66	4.67
A4×A11	138.33	4.33	24.67
LSD1%	68.75	3.75	8.24

جدول ۳- تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه به روش دوم گریفینگ

Table 3- Mean squares from diallel analysis for various characters in cucumber (Griffing's model I Method 2).

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares		
		طول‌بوته Plant length	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	طول بوته تا اولین میوه Plant length to first fruit
GCA	6	1408.95ns	5.20ns	691.62**
SCA	21	552.97**	9.48**	229.86**
M □e	54	325.52	1.03	3.05
MS_{GCA}/MS_{SCA}	–	0.255ns	0.55 ns	3.01**
Baker ratio	–	0.337	0.52	0.857
h^2_n	–	b	b	0.42

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

b: به دلیل کوچک‌تر بودن MS_{Gca} نسبت به MS_{sca} و خطای برآورد، وراثت‌پذیری خصوصی محاسبه نشد

ns, ** :non significant and significant at $P \leq 0.01$ respectively

b: not estimated because $MS_{GCA} < MS_{SCA}$

جدول ٤- تجزیه واریانس ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه به روش چهارم گریفینگ

Table 4- Mean squares from diallel analysis for various characters in cucumber (Griffing's model I Method 4).

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean of squares		
		طول‌بوته Plant length	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	طول بوته تا اولین میوه Plant length to first fruit
GCA	6	2039.09ns	7.11ns	525.06**
SCA	14	4212.89**	8.76**	174.95**
M □e	40	292.296	0.89	3.156
MS_{GCA}/MS_{SCA}	–	0.48ns	0.81 ns	3.001ns
Baker ratio	–	0.49	0.62	0.86
h^2_n	–	b	b	0.44

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

b: به دلیل کوچک‌تر بودن MS_{Gca} نسبت به MS_{sca} و خطای برآورد، وراثت‌پذیری خصوصی محاسبه نشد

ns, ** non significant and significant at $P \leq 0.01$ respectively

b: not estimated because $MS_{GCA} < MS_{SCA}$

جدول ۵- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت طول بوته در روش دوم گریفینگ

Table 5- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for plant length according to Griffing's method 2

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	17.78ns	-32.55 **	-15.08ns	16.58ns	-20.79ns	5.39ns	59.88**
B12		-3.93ns	3.71ns	51.96**	-33.75**	47.64**	-36.86**
A15			-7.99ns	-8.91ns	34.85**	11.57ns	-30.79
A0				5.46ns	-42.21**	-16.68ns	-2.89ns
B6					-19.77ns	3.89ns	33.10**
A11						-19.78ns	8.1ns
A4							-0.92ns

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

ns, ** : non significant and significant at $P \leq 0.01$ respectively

جدول ٦- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت طول بوته در روش چهارم گریفینگ

Table 6- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for plant lenght according to Griffing's method 4

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	16.38ns	-31.62**	-14.02ns	15.98ns	-19.45ns	4.36ns	53.44**
B12		-3.23ns	3.01ns	50.38**	-30.75**	46.71**	-36.16**
A15			-6.55ns	-8.51ns	23.24ns	-10.69ns	-29.59*
A0				4.06ns	-40.76**	-15.68ns	-1.11ns
B6					-18.82ns	2.24ns	31.71**
A11						7.78ns	-18.22ns
A4							-0.02ns

ns و * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, *, **: non significant and significant at $P \le 0.05$ and $P \le 0.01$ respectively

جدول ۷- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت تعداد شاخه فرعی در روش دوم گریفینگ

Table 7- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for number of lateral branches according to Griffing's method 2

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	2.35ns	-2.88**	1.89ns	-0.66ns	1.29ns	1.30ns	0.28ns
B12		-0.42ns	0.89ns	3.28**	-2.18ns	1.61ns	-0.44ns
A15			-0.53ns	-1.27ns	0.79**	-2.42**	1.18ns
A0				0.25ns	-2.87**	-0.89ns	0.88ns
B6					-0.53ns	2.42**	0.2ns
A11						0.94ns	-1.61ns
A4							-1.42ns

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

ns, *, ** : non significant and significant at $P \le 0.01$ respectively

جدول ۸- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) برای صفت تعداد شاخه فرعی در روش چهارم گریفینگ

Table 8- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for number of lateral branches according to Griffing's method 4

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	1.10ns	-2.44**	1.36ns	-0.44ns	0.82ns	0.89ns	-0.18ns
B12		-0.30ns	0.42ns	2.96**	-1.78ns	1.29ns	-0.44ns
A15			-0.43ns	-0.91ns	0.69**	-2.58**	1.02ns
A0				0.04ns	-1.77**	-0.38ns	0.56ns
B6					-0.23ns	1.92**	0.16ns
A11						0.74ns	-1.11ns
A4							-0.92ns

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

ns, ** :non significant and significant at $P \le 0.01$ respectively

جدول ۹- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) طول بوته تا اولین میوه در روش دوم گریفینگ

Table 9- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for plant length upper first fruit according to Griffing's method 2

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	6.18**	7.43*	8.81**	-10.92**	1.67ns	-4.80ns	-2.56ns
B12		5.69ns	6.24**	-7.34**	7.1**	1.22ns	-8.99**
A15			3.01ns	-4.10ns	5.14ns	3.98ns	-2.75ns
A0				6.69**	1.84ns	2.28ns	18.65**
B6					-5.79ns	6.13**	-10.89**
A11						4.04ns	4.76ns
A4							6.73**

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۱ درصد

ns, ** :non significant and significant at $P \le 0.01$ respectively

جدول ۱۰- ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین (روی قطر) و خصوصی (SCA) هیبریدها (بالای قطر) طول بوته تا اولین میوه در روش چهارم گریفینگ

Table 10- General and Specific combining ability of lines (on diagonal) and hybrids (out of diagonal) for plant length upper first fruit according to Griffing's method 4

والدین Parent	B10	B12	A15	A0	B6	A11	A4
B10	5.50**	7.07*	7.47**	-7.27**	1.80ns	-4.53ns	-1.53ns
B12		6.43**	6.07**	-6.67**	6.07**	-1.60ns	-7.93**
A15			2.84ns	-4.27ns	7.20**	-2.28ns	-1.75ns
A0				6.69**	2.24ns	0.88ns	15.65**
B6					-4.16ns	6.80**	-9.53**
A11						3.17ns	3.13ns
A4							6.50**

ns و * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, *, ** : non significant and significant at $P \le 0.05$ and $P \le 0.01$ respectively

وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت به دلیل کوچک‌تر بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب پذیری خصوصی و خطای برآورد محاسبه نشد (جدول۴). در بین هیبریدها هیبرید B10×A4 و B12xA0ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار مثبتی را برای این صفت نشان دادند (جدول۵). در روش چهارم نیز هیبریدهای B10×A4 و هیبرید B12xA0ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری را نشان دادند (جدول۶). بررسی میزان هتروزیس بیانگر آن بود که ژنوتیپ B10xA0 بیشترین هتروزیس نسبی را دارا بود. برای هتروزیس نسبت به والد برتر هیچ یک از هیبریدها هتروزیس مثبتی نشان ندادند و ترکیب B12×B6 هتروزیس منفی معنی‌داری نشان داد و ژنوتیپ B10xA4 بیشترین هتروزیس استاندارد برای هر دو شاهد را نشان داد (جدول ۱۱).

تعداد شاخه: مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلاقی های B10×A4 و B12×A0 با میانگین ۸/۳۳ شاخه در بوته در بالاترین سطح قرار داشتند و تلاقی B12×A4 با میانگین ۳/۳۳ در پایین‌ترین سطح قرار داشت. در بین لاین‌ها نیز لاین A4 با میانگین ۹ شاخه در بوته بیشترین تعداد شاخه فرعی را دارا بود. شایان ذکر است که نتایج مطالعات قبلی ما نشان داد که این لاین‌ها و هیبریدها دارای عملکرد بالایی نیز هستند. برخی محققین هتروزیس گیاهان هیبرید از نظر عملکرد را به تعداد شاخه بیشتر و در نتیجه افزایش توان فتوسنتزی مرتبط می‌دانند (۲۲).

بررسیهای قبلی ما نیز نشان دهنده همین مطلب در مورد لاین های مورد مطالعه داشت. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی به روش دوم گریفینگ با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود اثرات معنی‌دار ترکیب‌پذیری خصوصی هیبریدها برای صفت تعداد شاخه فرعی داشت در حالی که ترکیب‌پذیری عمومی لاینها برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳).

جدول ۱۱- محاسبه هتروزیس برای طول بوته و تعداد شاخه فرعی

Table 11- high parent and standard heterosis for plant length and number of lateral branches

	طول بوته Plant lenght			تعداد شاخه Number of lateral branches		
هیبرید Hybrids	هتروزیس نسبت به والد برتر High parent heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم PS Standard (PS) heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم گیلان ۲ Standard (Guilan 2) heterosis	هتروزیس نسبت به والد برتر High parent heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم PS Standard (PS) heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم گیلان ۲ Standard (Guilan 2) heterosis
B10×B12	-0.43	-0.36	-0.40	-0.61	-0.2	-0.52
B10×A15	-0.37	-0.30	-0.34	-0.26	0.53	-0.08
B10×A0	-0.19	-0.09	-0.15	-0.39	0.27	-0.24
B10×A11	-0.26	-0.18	-0.23	-0.19	0.67	-0.24
B10×A4	-0.04	0.06	0	-0.45	0.13	-0.32
B10×B6	-0.44	-0.38	-0.42	-0.29	0.47	-0.12
B12×A15	-0.38	-0.31	-0.35	-0.48	0.06	-0.36
B12×A0	-0.13	-0.03	-0.09	-0.19	0.66	0
B12×A11	-0.13	-0.03	-0.09	-0.29	0.47	-0.12
B12×A4	-0.52	-0.47	-0.50	-0.61	-0.2	-0.51
B12×B6	-0.59	-0.54	-0.57	-0.68	-0.33	-0.6
A15×A0	-0.40	-0.33	-0.38	-0.58	0.66	-0.48
A15×A11	-0.40	-0.29	-0.37	-0.68	-0.33	-0.6
A15×A4	-0.51	-0.45	-0.49	-0.48	0.06	-0.36
A15×B6	-0.21	-0.12	-0.17	0.45	0.13	-0.32
A0×A11	-0.37	-0.29	-0.34	-0.42	0.2	-0.28
A0×A4	-0.34	-0.26	-0.31	-0.48	0.06	-0.36
A0×B6	-0.50	-0.54	-0.57	-0.64	-0.27	-0.56
A11×A4	-0.40	-0.33	-0.37	-0.58	-0.13	-0.48
A11×B6	-0.39	-0.32	-0.36	-0.32	0.4	-0.06
A4×B6	-0.30	-0.22	-0.26	-0.55	-0.07	-0.44

جدول ۱۲- محاسبه هتروزیس برای طول بوته تا اولین میوه

Table 11- high parent and standard heterosis for plant length upper first fruit

هیبرید Hybrids	هتروزیس نسبت به والد برتر High parent heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم PS Standard (PS) heterosis	هتروزیس استاندارد نسبت به رقم گیلان ۲ Standard (Guilan 2) heterosis
B10×B12	0	0.81	0.89
B10×A15	-7.33	-0.56	0.14
B10×A0	-1.33	0.56	0.76
B10×A11	-1.5	0.53	0.74
B10×A4	-4.6	-0.06	0.41
B10×B6	-1	0.62	0.79
B12×A15	-5.16	-0.16	0.36
B12×A0	-0.16	0.78	0.87
B12×A11	-1.5	0.53	0.74
B12×A4	0	0.81	0.89
B12×B6	-1.66	0.50	0.72
A15×A0	-7	-0.50	0.17
A15×A11	-6.5	-0.40	0.22
A15×A4	-9	-0.87	-0.03
A15×B6	-1.66	0.50	0.72
A0×A11	-9.33	-0.93	-0.07
A0×A4	-19.5	-2.84	-1.12
A0×B6	-6.6	-0.34	0.26
A11×A4	-11.33	-1.31	0.27
A11×B6	-7.33	-0.56	0.29
A4×B6	-1.33	0.56	0.27

معنی‌دار نشدن نسبت ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی و مقدار عددی نسبت بیکر (۰/۶۲) نشان داد که سهم واریانس غیرافزایشی در کنترل این صفت بیشتر از واریانس افزایشی است. نتایج این تحقیق با نتایج الفتی و همکاران (۱۲) مغایرت داشت و موید این مطلب است که برای هر جمعیت اصلاحی باید بررسی‌های ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تعیین استراتژی اصلاحی صورت گیرد. وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت به دلیل کوچک‌تر بودن میانگین مربعات ترکیب‌پذیری عمومی به میانگین مربعات ترکیب‌پذیری خصوصی و خطای برآورد محاسبه نشد (۳). نتایج حاصل از تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم گریفینگ نیز همسو با روش دوم بود (جدول۴). در بین هیبریدها هیبرید B12×A0 ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار مثبتی را برای این صفت نشان داد (جدول ۵). در روش چهارم نیز هیبرید B12×A0ترکیب‌پذیری خصوصی مثبت و معنی‌داری را نشان داد و هیبرید A15×A11ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار و منفی را نشان داد (جدول ۶). بررسی میزان هتروزیس بیانگر آن بود که ژنوتیپ A15×B6 بیشترین هتروزیس نسبت به والد برتر و ژنوتیپ B12×A0 بیشترین هتروزیس نسبی و هتروزیس استاندارد نسبت به هر دو رقم شاهد را دارا بود (جدول ۱۱).

طول بوته تا اولین میوه: نتایج تجزیه واریانس حاکی از اختلاف بسیار معنی‌دار در بین ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلاقی A0×A4 بیشترین و تلاقی‌های B10×B12 و B12×A4 کمترین طول بوته تا اولین میوه را نشان دادند. در بین لاین‌ها نیز لاین B6 بیشترین و لاین‌های B10 و B12 کمترین طول بوته تا اولین میوه را نشان دادند. نتایج حاصل از تجزیه ترکیب پذیری عمومی و خصوصی به روش دوم گریفینگ با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود اثرات معنی‌دار ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای این صقت داشت (جدول ۳). معنی‌دار شدن نسبت ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی و مقدار عددی نسبت بیکر (۰/۸۶) نشان داد که سهم واریانس افزایشی در کنترل این صفت بیشتر از واریانس غیرافزایشی است. نتایج این تحقیق با نتایج الفتی و همکاران (۱۲) مغایرت داشت. وراثت‌پذیری خصوصی برای این صفت (۰/۴۲) محاسبه شد (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی در روش چهارم گریفینگ همسو با روش دوم بود. وراثت-پذیری خصوصی برای این صفت (۰/۴۴) در روش چهارم محاسبه شد (جدول۴). بررسی ترکیب‌پذیری عمومی لاین‌ها حاکی از ترکیب-پذیری عمومی معنی‌دار مثبت برای لاین A4 بود (جدول۹). در بین هیبریدها نیز هیبرید A0×A4 ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار مثبتی را برای این صفت نشان داد. در روش چهارم نیز لاین A0 ترکیب-پذیری عمومی مثبت و معنی‌داری را نشان داد. در بین هیبریدها هیبرید A0×A4 ترکیب‌پذیری مثبت و معنی‌داری را نشان داد و هیبرید B6×A4ترکیب‌پذیری خصوصی معنی‌دار و منفی را برای این صفت نشان داد (جدول۱۰). بررسی میزان هتروزیس بیانگر آن بود که ژنوتیپ B12×A4 بیشترین هتروزیس نسبت به والد برتر، هتروزیس نسبی و هتروزیس استاندارد را دارا بودند (جدول۱۲).

نتیجه‌گیری کلی

لاین‌های B10 و A4 از نظر صفات مورد بررسی ترکیب‌های بهتری تولید کردند و از این لاین‌ها جهت تولید بذر هیبرید با رشد رویشی مناسب می‌توان بهره جست. همچنین با انتخاب از بین نتاج نسلهای دوم و بالاتر با توجه به نقش واریانس افزایشی در کنترل صفت طول بوته تا اولین میوه می‌توان به لاینهای مادری با وضعیت مورد نظر اصلاح‌گر دست یافت.

منابع

1- Ana I., Lopez-Sese S., Jack S., and Staub J. 2002. Combining ability analysis of yield components in cucumber (*Cucumis sativus* L). Journal of the American Society for Horticultural Science, 127(6):931-937.

2- Chandrashekhar N., and Hanchinamani S. 2006. Genetic variability, divergence, heterosis and combining ability studies in cucumber (*Cucumis sativus* L). Indian Journal of Genetics & Plant Breeding, 59(2):151-155.

3- E1-Shawaf I.I.S., and Baker L.R. 1981. Inheritance of parthenocarpic yield in gynoecius pickling cucumber for once–over mechanical harvest by diallel analysis of six gynocious lines. Journal of American Society for Horticultural Sciences, 106:359-369.

4- Golabadi M., Golkar P., and Eghtedary A. 2015. Combining ability analysis of fruit yield and morphological traits in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L). Journal of the American Society for Horticultural Science, 203:53-59.

5- Griffing B. 1956. Concept of general and specific ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science, 9:463-493.

6- Hassandokht M.R. 2012. Technology of vegetable production. Selseleh Publcation. Iran. Tehran. (In Persian).

7- Hayes H.K., and Joness D.F. 1916. First generation crosses in cucumbers. Miscellaneous Publication.

8- Hanchinamani C.A., Patil M.G. 2009. Combining ability through line × tester analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L). The Asian Journal of Horticulture, 4(1):70-73.
9- Hormuzdi S.G., More T.A. 1989. Studies on combining ability in cucumber (*Cucumis sativus* L). Indian Journal of Genetics & Plant Breeding, 9(2):161-166.
10- Hutchins A.E. 1938. Some examples of heterosis in the cucumber (*Cucumis sativus* L). Journal of American Society for Horticultural Sciences, 39:660-664.
11- Lower R.L., Nienhuis J., and Miller C.H. 1982. Gene action heterosis for yield and vegetative characteristics in a cross between a gynocious pickling cucumber inbred and a *Cucumis sativus* var. Hardwickii line. Journal of American Society for Horticultural Sciences, 107:75-78.
12- Olfati J.A., Samizadeh H., Peyvast Gh., Rabiei B., and Khodaparast S.A. 2010. Parental line selection for cucumber hybrid seed production by principal component analysis. International journal of vegetable science, 16:316-325.
13- Pandey S., Ansari W.A., Mishra V.K., Singh A.K. 2013. Genetic diversity in Indian cucumber based on microsatellite and morphological markers. Biochemical Systematics and Ecology, 51:19-27.
14- Pearson O.H. 1983. Heterosis in Vegetable Crops. In: Frankel R. (Ed.), Heterosis, Springer-Verlag, Berlin.
15- Raghvendra S., Kumarsingh A., Sanjay K., Singh B.K. and Psingh S. 2011. Combining ability studies in cucumber (*Cucumis sativus* L). International Journal of Vegetable Science, 38(1):49-52.
16- Rubino D.B., and Wehner T.C. 1986. Effect of inbreeding on horticultural performance of lines developed from open-pollinated pickling cucumber (*Cucumis sativus)* population. Euphytica, 35:459-464.
17- Sarkar M., and Psirohi L. 2011. Exploitation of heterosis in cucumber (*Cucumis sativus* L). Vegetable Science, 38(2):237-238.
18- Sharma M., Madhu B. 2013. Gene action and heterosis studies involving gynoecious lines in cucumber. Indian Journal of Genetics & Plant Breeding, 79(2):131-136.
19- Singh H.K., Pandeyk S., Tiwari A., and Mcsingh M. 2010. Heterosis and combining ability for yield and contributing traits in cucumber (*Cucumis sativus* L). Indian Institute of Vegetable Research. Veg. Sci., 37(1):64-66.
20- Smith O.S., Lower R.L., and Moll R.H. 1978. Estimates of heritabilities and variance components in pickling cucumbers. Journal of American Society for Horticultural Sciences. 103:222-225.
21- Solanki S.S., Seth J.N., and Lal S.D. 1988. Heterosis and inbreeding depression in cucumber (*Cucumis sativus*). International progress of Horticulture, 20:15-19.
22- Wehner T.C. 1989. Effect of gynoecious expression on yield and earliness of a fresh market cucumber hybrid. Journal of American Society for Horticultural Sciences, 110:464-466.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 140-157
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 157-140
شاپا: 4730 - 2008

بررسی تنوع مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی برخی از توده‌های فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.)

قهرمان باقری[1*] - بهمن زاهدی[2] - رضا درویش زاده[3] - احمد حاجی علی[4]

تاریخ دریافت: 1394/04/21
تاریخ پذیرش: 1395/09/03

چکیده

فلفل از جمله مهم‌ترین سبزیجات به شمار می‌رود که علاوه بر مصارف غذایی، دارای مصارف دارویی نیز می‌باشد. به منظور مطالعه‌ی تنوع ژنتیکی فلفل شیرین از نظر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک، 42 توده فلفل در قالب طرح لاتیس مستطیل در 3 تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه در سال 1392 مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بین توده‌ها برای کل صفات به جزء صفات میزان اسید، میزان فتوسنتز و pH اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. بیشترین همبستگی فنوتیپی مثبت (0/958) و بیشترین همبستگی ژنتیکی مثبت (0/994) بین صفات وزن خشک میوه و وزن تر میوه و بیشترین همبستگی ژنتیکی منفی (0/587) بین صفات کانوپی گیاه و عرض میوه مشاهده شد. بر اساس جدول مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های ارومیه، لردگان و اورفای ترکیه دارای عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بودند. براساس نتایج به دست آمده صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه و وزن خشک میوه دارای توارث پذیری بالای در بین صفات مورد بررسی بودند. با استفاده از تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش وارد، توده‌های مورد بررسی بر اساس صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در 6 گروه متفاوت قرار گرفتند و بر این اساس بیشترین فاصله بین دو خوشه‌ی چهارم و پنجم مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: صفات مورفولوژیک، فلفل، وراثت پذیری عمومی، همبستگی ژنتیکی

مقدمه

فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) از خانواده سولاناسه و جنس کاپسیکوم می‌باشد، که دارای پنج گونه‌ی اهلی *C. annum*، *C. pubescens* و *C. frutescens* ،*C. chinense* ،*C. baccatum* می‌باشد (4). جنس کاپسیکوم در حدود 33 گونه (اهلی، نیمه اهلی و وحشی) داشته (17) که تمامی ارقام دیپلوئید و دارای $2n = 2x = 24$ کروموزوم می‌باشند. فلفل شیرین گیاهی علفی و حساس به سرما می‌باشد که در نواحی معتدله به صورت یکساله بوده و در نواحی گرمسیری ممکن است، رشد آن تا چند سال تداوم داشته باشد (1). اکثر گونه‌های فلفل کشت شده در نواحی معتدله و گرمسیری به گونه‌ی *C. annum* تعلق دارد که تصور می‌شود از مکزیک و آمریکای مرکزی منشأ گرفته باشد (1).

بر اساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (27) در سال 2012 سطح زیر کشت فلفل ادویه‌ای و تازه در جهان به ترتیب حدود 1670000 و 1800000 هکتار بوده است. کشورهای هند، اندونزی و ویتنام جایگاه اول تا سوم را از نظر سطح زیر کشت فلفل سبز در جهان دارند. ایران با سطح زیر کشت 4000 هکتار رتبه 35 را در میان 110 کشور تولیدکننده فلفل سبز دارا است (25). استان‌های مهم تولیدکننده فلفل شیرین عبارت‌اند از: هرمزگان، فارس، سیستان و بلوچستان، سمنان و خراسان رضوی می‌باشد و در کشت گلخانه‌ای استان‌های مهم تولیدکننده به ترتیب اصفهان، جنوب استان کرمان، قزوین، هرمزگان، قم و همدان می‌باشد (2). فلفل شیرین گیاهی است خود گرده‌افشان (16) و در اکثر ارقام گل‌ها به صورت افقی یا آویزان قرار می‌گیرند، بنابراین گرده می‌تواند بر روی سطح کلاله بچسبد (5). میوه فلفل از نظر گیاه‌شناسی سته است و به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود که دارای تعداد زیادی بذر است (22). ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان برای برنامه‌های اصلاحی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی از اهمیت زیادی برخوردار است (6). از آنجا که برای هرکار تحقیقاتی ابتدا باید تنوع را مشخص کرد لذا بررسی ارقام موجود و تعیین

1 و 4 - دانشجویان کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: Email: ghahraman.bagheri@yahoo.com)
2- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
3- استاد، گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

ویژگی‌های آن‌ها از اولین قدم‌های اساسی برای بررسی‌های مربوط به اصلاح آن است (29). مسلماً لازمه یک کار اصلاحی وجود ژرپلاسم غنی و وجود تنوع ژنتیکی است (3). استفاده از تنوع ژنتیکی درون یک جمعیت می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای مقابله با آسیب‌پذیری ژنتیکی در گیاهان به کار رود. بنابراین، حفظ و یا ایجاد تنوع ژنتیکی برای رفاه حال و آینده‌ی انسان ضروری است (9). معمولاً تنوع ژنتیکی گیاهان در زمان و مکان تغییر می‌کند. توسعه‌ی تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی به تکامل و سیستم اصلاحی گونه، فاکتورهای اکولوژیکی، جغرافیایی و برخی از فاکتورهای انسانی بستگی دارد (8). در جنس فلفل، ارزیابی‌های ژنتیکی معمولا با استفاده از ارزیابی صفات مرفولوژیکی در مراحل مختلف رشدی انجام می‌گردد و مورفولوژی گل شامل رنگ گل، فشردگی کاسه‌گل و تعداد گل در هر محور گل، اغلب برای توصیف رده‌بندی گل در فلفل استفاده می‌شود (12، 17و 20).

هدف از این تحقیق شناخت مورفولوژیک و فیزیولوژیکی توده‌های فلفل برای شناسائی پتانسیل‌های ژنتیکی موجود در آن‌ها جهت گروه‌بندی و استفاده اصلاح‌گران در دستیابی به ارقام دارای خصوصیات ویژه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های فلفل شیرین با استفاده از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک 16 توده از بانک ژن گیاهی کرج (شماره 1 تا 16 جدول 3) و 26 توده فلفل توسط محقق جمع آوری (جدول 3) و در قالب طرح لاتیس مستطیل 7×6 در 3 تکرار در قالب 2 آزمایش در اردیبهشت ماه سال 1392 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی ارومیه واقع در 3 کیلومتری شهرستان نوشین شهر استان آذربایجان غربی با موقعیت جغرافیایی، عرض ″18 ′44 °37، طول ″35 ′10 °45 و ارتفاع 1338 متراز سطح دریا، مورد مطالعه قرار گرفتند که در طی آزمایش یکی از توده‌ها (ارومیه- باغچه جیگ) بر اثر بیماری از بین رفته و آنالیز بر روی 41 توده صورت گرفت. توده‌های ارومیه- کشتیبان و ارومیه-گیجلر با توجه به بیشترین میزان کشت در شهر ارومیه به عنوان توده‌های شاهد انتخاب شدند. هر کدام از توده‌ها در یک ردیف به طول 2 متر و به فاصله ردیف 1 متر از هم کشت شدند. تمامی مراقبت‌های زراعی در طول دوره رشد گیاهان از قبیل سله شکنی، آبیاری، وجین دستی علف‌های هرز و کود دهی انجام شد تا گیاهان برای بررسی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک از رشد یکسان و مطلوبی برخوردار باشند. صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیک بر اساس توصیف‌نامه فلفل (10) اندازه‌گیری شد. ژنوتیپ‌های مورد نظر از لحاظ صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی (تخمین میزان کلروفیل، میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، TSS، میزان ویتامین ث و pH) مورد بررسی قرار گرفتند.

درصد مواد جامد (TSS) توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتال مدل PAL ALFA، pH توسط دستگاه pH متر مدل pH211 ساخت شرکت ایتالیا اندازه گیری شد.

عملکرد: عملکرد هر ژنوتیپ در هر تکرار بر اساس مجموع وزن میوه‌های برداشت شده در هر واحد آزمایشی در مراحل مختلف برداشت و میانگین آن برای هر بوته محاسبه شد.

روش کلروفیل سنجی برای تخمین محتوای ازت (N) در بافت گیاه: برای تخمین محتوای ازت (N) در بافت گیاهی از روش کلروفیل سنجی با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج مدل502– SPAD استفاده شد.

عادت رشد گیاه: برای تشخیص نحوه رشد گیاه (جدول 2)، براساس توصیف‌نامه فلفل شیرین (جدول 1) زمانی که 50 درصد میوه‌های گیاه رسیده باشد مورد بررسی قرار گرفت.

تراکم برگ (جدول 2): جهت بررسی تراکم برگ توده‌های مورد بررسی بر اساس توصیف‌نامه، به طور متوسط از 10 گیاه سالم که 50 درصد میوه‌های آن‌ها شروع به رسیدن کرده است مورد ارزیابی قرار گرفت.

موقعیت گل: در مرحله شکوفایی صفت مورد نظر بر اساس توصیف‌نامه فلفل مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول 2).

پهنای چتر گیاه، قطر ساقه و ارتفاع گیاه (سانتی‌متر): از هر توده به طور میانگین بعد از اولین برداشت، 10 گیاه انتخاب و پهنای چتر گیاه و ارتفاع توسط متر پارچه‌ای و قطر ساقه گیاه توسط کولیس اندازه‌گیری شد.

سطح مقطع میوه: به طور میانگین از هر توده 10میوه انتخاب و از یک سوم انتهای دمگل، میوه برش داده شده و صفت مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت (جدول 2).

طول میوه، عرض میوه (سانتی‌متر) و ضخامت دیواره میوه (میلی‌متر): از هر توده فلفل بعد از برداشت دوم، 10 میوه انتخاب و صفات مورد نظر توسط کولیس اندازه گیری شدند.

وزن میوه تر و خشک (گرم): میانگین وزن تر 10 میوه توسط ترازوی دیجیتال اندازه گیری و سپس جهت اندازه گیری وزن خشک، در دمای 60 درجه به مدت 72 ساعت در آون قرار داده شد.

میزان فتوسنتز: به منظور اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ، غلظت Co_2 درون روزنه‌ای از دستگاه PROTALE PHOTOSYTHENSIS SYSTEM HCM 1000 مدل 1050H ساخت کشور آلمان استفاده شد. واحد نوری (PAR) آن در حدود 1000 μ mol 1-2S-m، CO2 ورودی به غلظت 450 میلی‌لیتر در لیتر و شدت ورودی هوا حدود 800 min/ml تنظیم گردید. برای تعیین فتوسنتز خالص از برگ‌های جوان بالغ نمونه‌برداری به عمل آمد.

جدول 1- توصیف نامه فلفل

Table 1- Descriptors for pepper

شماره کد Code Number	مشخصه کد Property code	صفت Traits	شماره کد Code Number	مشخصه کد Property code	صفت Traits
1	سبز Green	رنگ گره‌های ساقه Nodal anthocyanin	3	آویزان Pendant	موقعیت جام گل Flower position
3	سبز تیره dark green				
5	ارغوانی Purple		5	حدواسط Intermediate	
7	ارغوانی تیره Dark purple		7	افراشته Erect	
1	نارنجی Orange	رنگ میوه در مرحله بلوغ Fruit colour at mature stage	1	زرد Yellow	رنگ میوه در مرحله متوسط Fruit colour at intermediate stage
2	قرمز روشن light red		2	سبز Green	
3	قرمز red		3	نارنجی Orange	
4	قرمز تیره Dark red		4	ارغوانی Purple	
5	ارغوانی Purple		5	ارغوانی تیره Dark purple	
3	خوابیده Prostrate	عادت رشد گیاه Plant growth habit	1	سه گوش Deltoid	شکل برگ Leaf shape
5	حدواسط Intermediate		2	تخم مرغی Ovate	
7	افراشته Erect		3	نیزه ای Lanceolate	
3	پراکنده Sparse	عادت شاخه دهی Branching habit	1	کم پشت Sparse	تراکم برگ Leaf density
5	حدواسط Intermediate		2	متوسط Intermediate	
7	متراکم Dense		3	متراکم Dense	
3	کمی چین دار Slightly corrugated	سطح مقطع میوه Fruit cross-sectional corrugation	1	سبز Green	رنگ ساقه Stem colour
5	متوسط ntermediate		2	سبز با نواحیارغوانی Green with purple stripes	
7	چین دار Corrugated		3	ارغوانی Purple	

ویتامین ث: جهت اندازه‌گیری میزان ویتامین ث در فلفل از روش یدید پتاسیم استفاده شد که، به میزان 10 گرم بافت میوه خرد شده را با 100 میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده، سپس 10 میلی‌لیتر اسید سولفوریک 20 درصد و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته 1 درصد به محلول اضافه نموده و در نهایت به وسیله‌ی محلول یدید پتاسیم یک صدم تیتر می‌شود. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان ویتامین ث محاسبه شد (21):

$$\frac{100\times V \times F}{P} = C\left(\frac{mg}{g}\right)$$

V= حجم یدید پتاسیم مصرف شده در تیتراسیون

F= ضریب تصحیح (0/8806 میلی‌گرم ویتامین ث)

جدول 2- ویژگی‌های صفات کیفی 41 توده فلفل شیرین

Table 2- Qualitative characteristics of 41 pepper accessions

توده های فلفل Pepper cultivars	عادت رشد گیاه Plant growth habit	رنگ میوه در مرحله بلوغ Fruit colour at mature stage	رنگ میوه در مرحله متوسط Fruit colour at	سطح مقطع میوه Fruit cross-sectional area	عادت شاخه دهی Branching habit	رنگ گره‌های ساقه Nodal anthocyanin colour	رنگ ساقه Stem colour	تراکم برگ Leaf density	شکل برگ Leaf shape	موقعیت جام گل Flower position
Urmia 1 ارومیه1	5	3	2	3	5	7	2	2	1	3
mahallat محلات	3	3	2	3	5	7	1	2	1	3
Borujerd بروجرد	7	3	2	3	7	5	1	2	1	5
Khorasan خراسان	5	3	2	3	3	5	1	2	3	3
Boyer Ahmad بویراحمد	3	3	2	5	3	5	1	3	1	3
Sabzevar سبزوار	7	4	2	5	5	5	1	3	1	3
Bushehr1 بوشهر1	5	3	2	5	5	5	1	3	1	3
Shiraz شیراز	5	3	2	5	5	1	1	3	3	3
Minab میناب	7	3	2	5	5	3	2	3	3	3
Zanjan زنجان	7	3	2	5	7	5	1	2	1	5
Bushehr- Deyr بوشهر- دیر	5	3	2	5	5	3	2	1	1	3
Tabriz تبریز	5	3	2	5	5	5	2	2	1	3
Markazi-Tafresh مرکزی- تفرش	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال بختیاری 1	5	3	2	3	5	3	1	2	1	3
Lordegan لردگان	7	3	2	3	5	5	1	2	1	3
Chaharmahal Bakhtiari2 چهارمحال بختیاری2	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Shabestar شبستر	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Urfa عورفا	5	3	2	3	5	5	1	2	1	3
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	7	3	2	3	3	5	2	2	1	3
Kashtiban کشتیبان	7	3	4	5	5	5	1	2	1	3
Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	7	3	2	3	7	3	1	2	1	3
Baneh	7	3	2	5	5	3	1	2	3	3

بانه										
Qramlk قراملک	7	3	4	5	3	5	1	2	1	3
Bonab 1 بناب1	5	3	2	3	7	5	1	2	2	3
Varamin ورامین	7	3	2	3	5	5	1	3	1	7
Bushehr 2 بوشهر2	5	3	2	3	5	5	1	2	3	3
Tuyserkan تویسرکان	3	3	2	3	7	1	1	3	2	3
Maragheh مراغه	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Urmia 2 ارومیه2	7	3	2	5	5	5	1	2	3	3
Nakhchivan نخجوان	7	3	2	3	5	5	2	2	1	3
Bāsh Qaleh باش‌قلعه	7	3	4	3	5	1	1	1	1	3
Bonab 2 بناب2	5	3	2	5	5	3	1	2	1	3
Bojnoord 1 بجنورد1	5	3	2	5	5	5	1	2	1	3
Karabakh قره‌باغ	5	3	2	5	5	5	1	3	1	3
Urmia 3 ارومیه3	5	3	2	5	3	5	1	2	1	3
Bojnoord 2 بجنورد2	7	3	2	5	5	3	1	2	1	3
Bojnoord 3 بجنورد3	5	3	2	3	5	1	1	2	1	3
Gachsaran گچساران	5	3	2	5	7	7	1	2	1	3
Kurdistan 1 کردستان1	7	3	2	3	5	7	1	2	1	3
Kurdistan 2 کردستان2	7	3	2	3	5	5	1	2	2	3
Kurdistan 3 کردستان3	5	3	2	3	7	3	1	2	2	3

P= وزن نمونه (گرم)

اجزای واریانس، وراثت‌پذیری عمومی، ضرایب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند: (7).

واریانس ژنوتیپی $$Vg = \frac{Msg - Mse}{r}$$

واریانس محیطی $$Ve = Mse$$

واریانس فنوتیپی $$Vp = Vg + Ve$$

وراثت پذیری عمومی $$Hb = \frac{Vg}{Vp}$$

ضریب تغییرات فنوتیپی $$CVp = \frac{\sqrt{Vp}}{\bar{x}} \times 100$$

ضریب تغییرات ژنتیکی $$CVg = \frac{\sqrt{Vg}}{\bar{x}} \times 100$$

ضریب تغییرات محیطی $$CVe = \frac{\sqrt{Ve}}{\bar{x}} \times 100$$

سود ژنتیکی $$GA = K \times Hb \times \sqrt{Vp}$$

در روابط بالا، MSg واریانس یا میانگین مربعات تیمار، MSe واریانس اشتباه، r تعداد تکرار، V_P، V_G و V_E به‌ترتیب اجزای

واریانس فنوتیپی، ژنوتیپی و محیطی و $\overline{X}$میانگین کل برای هر صفت می‌باشد. مقدار نسبی این ضرایب نشانگر مقدار تنوع موجود در جمعیت مورد بررسی می‌باشد (7).

همبستگی‌های ژنتیکی از طریق فرمول زیر محاسبه شدند:

$$r_g = \frac{Cov_{g_{xy}}}{\sqrt{\sigma^2_{g_x}\sigma^2_{g_y}}}$$

در این فرمول $Cov_{g_{xy}}$ کواریانس ژنتیکی 2 صفت x و y و $\sigma^2_{g_x}$ واریانس ژنتیکی صفت x و $\sigma^2_{g_y}$ واریانس ژنتیکی صفت y می‌باشد. کواریانس ژنتیکی 2 صفت با استفاده از امید ریاضی میانگین حاصل‌ضرب‌ها در جدول تجزیه کواریانس 2 صفت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$Cov_{g_{xy}} = \frac{MP_g - MP_e}{r}$$

در روابط بالا، MP_g میانگین حاصلضرب تیمار، MP_e میانگین حاصلضرب اشتباه، r تعداد تکرار می‌باشد.

جدول 3- نام و کد توده‌های فلفل مورد مطالعه شیرین

Table 3- The name and code of the studied pepper accessions

محل جمع آوری Collected from	کد توده Code Mass	محل جمع آوری Collected from	کد توده Code Mass	محل جمع آوری Collected from	کد توده Code Mass
زنجان Zanjan	1	بوشهر Bushehr	15	تبریز - مراغه Tabriz-Maragheh	29
خراسان – سبزوار Khorasan - Sabzevar	2	هرمزگان – میناب Hormozgan-Minab	16	تبریز - بناب2 Tabriz-Bonab 2	30
خراسان Khorasan	3	تبریز - شبستر Tabriz-Shabestar	17	خراسان شمالی - بجنورد1 North Khorasan-Bojnoord 1	31
ارومیه 1 Urmia 1	4	ترکیه-عورفا Turkey-Urfa	18	قره‌باغ Karabakh	32
تبریز Tabriz	5	ارومیه-گیجلر Urmia-Gjlr	19	ارومیه 3 Urmia 3	33
مرکزی - تفرش Markazi-Tafresh	6	ارومیه - باغچه جیگ Urmia Bāghcheh_Jīk	20	خراسان شمالی - بجنورد2 North Khorasan-Bojnoord 2	34
مرکزی - محلات Markazi- mahallat	7	ارومیه-کشتیبان Urmia-Kashtiban	21	خراسان شمالی - بجنورد3 North Khorasan-Bojnoord 3	35
لرستان – بروجرد Lorestan-Borujerd	8	مشهد- جغه تای Mashhad- Jghh Thai	22	گچساران Gachsaran	36
بوشهر - دیر Bushehr-Bandar Deyr	9	کردستان - بانه Kurdistan-Baneh	23	کردستان1 Kurdistan 1	37
فارس - شیراز Fars-Shiraz	10	تبریز - قراملک Tabriz-Qramlk	24	کردستان2 Kurdistan 2	38
چهارمحال - لردگان Chaharmahal-Lordegan	11	تبریز - بناب 1 Bonab 1 -Tabriz	25	کردستان3 Kurdistan 3	39
بویر احمد Boyer Ahmad	12	تهران - ورامین Tehran-Varamin	26	ارومیه2 Urmia 2	40
چهار محال بختیاری 1 Chaharmahal Bakhtiari1	13	بوشهر2 Bushehr 2	27	نخجوان Nakhchivan	41
چهارمحال بختیاری2 Chaharmahal Bakhtiari2	14	همدان - تویسرکان Hamedan-Tuyserkan	28	ارومیه - باش قلعه Urmia- Bāsh Qaleh	42

تجزیه داده‌ها

شناسائی داده‌های پرت در نرم افزار Minitab 17 و آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی در نرم افزار SAS 9.2 انجام گرفت. تجزیه واریانس برای تمام صفات با توجه به نتایج آزمون نرمال با استفاده از روش مدل خطی عمومی (GLM) در نرم افزار SAS نسخه 9,2 انجام گرفت. همبستگی فنوتیپی توسط نرم افزار SPSS نسخه‌ی 22 و تجزیه خوشه‌ای توسط نرم افزار Minitab نسخه 17صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 4) نشان می‌دهد که اثر رقم در مورد صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن خشک میوه، TSS و میزان ویتامین ث در سطح احتمال 1 درصد و صفات پهنای چتر گیاه (کانوپی) و وزن تر میوه در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بوده در حالی که صفات شاخص اسپد، فتوسنتز خالص و pH فاقد اختلاف معنی‌دار بوند. در پژوهشی که توسط انسی‌بیرا و همکاران (19) به منظور بررسی فلفل‌های اوگاندا صورت گرفت، صفات طول میوه، عرض میوه، ارتفاع گیاه و وزن تر میوه دارای اختلاف معنی‌داری بودند که با نتایج به دست آمده هم‌خوانی دارد.

جدول 4- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در توده‌های فلفل شیرین

Table 4- ANOVA of pepper accession charecteristics

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ویتامین ث Vitamin C	ارتفاع گیاه Plant Height	اسپد Spad	عملکرد Yield	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عرض میوه Fruit Width	طول میوه Fruit Length
آزمایش Experiment	1	187.92ns	16.83*	2.5ns	0.11**	0.0009ns	3.32**	2.32ns
(آزمایش × تکرار) بلوک Block (Replication × Experiment)	36	1646**	67.75**	76.24ns	2.09**	0.51**	2.2**	12.81**
(آزمایش) تکرار Replication(Experiment)	4	2119ns	109.92*	248.19*	0.08**	0.15ns	0.69**	0.928*
ژنوتیپ Genotype	40	4104**	204.28**	74.4ns	0.08**	2.73**	10.73**	29.7**
آزمایش × ژنوتیپ Experiment× Genotype	40	980ns	39.21ns	78.83ns	0.00009ns	0.128ns	0.19**	1.91**
خطا Error	124	898	33.73	78.11	0.0002	0.21	0.1	0.6
ضریب تغییرات C V		27.81	11.74	15.9	2.29	21.75	11.24	8.29
منابع تغییرات	درجه آزادی d.f	TSS	pH	فتوسنتز Photosynthesis	وزن خشک میوه Dry fruit	وزن تر میوه Fresh fruit	قطر ساقه Shoot diameter	پهنای چتر گیاه Wide umbrella plant
آزمایش Experiment	1	34.18*	0.181ns	0.018ns	0.01**	0.005ns	0.019ns	0.003*
(آزمایش × تکرار)بلوک Blok (Repeat× Experiment)	36	5.97ns	0.173ns	9.12**	0.0000002**	0.37*	0.044*	0.02**
تکرار (آزمایش) Rep (experiment)t	4	51.41**	0.208ns	23.20**	0.0001ns	0.3ns	0.072*	0.02*
ژنوتیپ Genotype	40	13.53**	0.219ns	3.71ns	0.34**	154.77*	0.072**	0.005*
آزمایش × ژنوتیپ Experiment× Genotype	40	2.29ns	0.171ns	4.71*	0.000002*	0.006ns	0.041ns	0.0
خطا Error	124	7.08	0.183	2.91	0.0004	0.28	0.028	0.003
ضریب تغییرات C.V		31.7	8.12	20.99	1.42	3.45	14.65	3.59

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5% و1%. ns غیرمعنی دارد

*and **: Significan t at the 5% and 1% levels of probability, respectively. ns: Non- Significant

نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی (جدول 5) نشان داد، که ارتفاع گیاه بین 35 سانتی‌متر تا 64 سانتی‌متر متفاوت بود به طوری که توده‌ی فلفل دلمه‌ای بجنورد 3 دارای کمترین ارتفاع گیاه و توده‌ی فلفل کشتیبان آذربایجان غربی دارای بیشترین ارتفاع گیاه بود. لاهیب و همکاران (15) در پژوهشی ارتفاع گیاه را معیار مناسبی جهت گزینش ژنوتیپ‌های فلفل معرفی کردند. ابراهیمی و همکاران (11) ارتفاع گیاه را معیار مناسبی جهت وجود تنوع ژنتیکی بیان نموده‌اند. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول 5)، بیشترین میزان طول میوه مربوط به توده‌ی بانه کردستان (14/10 سانتی‌متر) و کم‌ترین طول میوه مربوط به فلفل ارومیه 3 (2/72 سانتی‌متر) بود. همچنین بیشترین میزان عرض میوه مربوط به توده‌ی فلفل دلمه‌ای بجنورد 3 (8/19 سانتی‌متر) و کمترین عرض میوه مربوط به توده‌ی زنجان (0/99 سانتی‌متر) بود همچنین توده‌ی یوسف آباد شبستر تبریز و توده‌ی اورفای ترکیه به ترتیب کمترین و بیشترین میزان ضخامت دیواره میوه را به خود اختصاص دادند. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول 5)، توده‌های بروجرد و گچساران به ترتیب بیشترین میزان اسپد و فتوسنتز خالص و توده‌ی چهار محال – اردکان (8/37 kg/m^2) بیشترین میزان عملکرد و توده‌ی بجنورد 2 (2/29 kg/m^2) کمترین میزان عملکرد و بیشترین میزان TSS و ویتامین ث به ترتیب مربوط به توده‌های بناب– قالاجیغ و توده‌ی بناب – قشلاق بود.

وراثت‌پذیری

وراثت‌پذیری معیاری است که نوع روش اصلاحی و قدرت توارث هر ویژگی را برای گیاه مشخص می‌کند و در واقع بیان‌کننده سهم تغییرات ژنتیکی از کل تغییرات موجود است. گزینش هر ویژگی به میزان تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی در بروز آن ویژگی بستگی دارد. هرگاه سهم عوامل ژنتیکی بیش‌تر از عوامل محیطی باشد، نقش آن در نمود فنوتیپی بیش‌تر است و اگر سهم عوامل محیطی بیش‌تر باشد، آنگاه گزینش بر اساس آن ویژگی نتیجه بخش نخواهد بود (28). بر اساس نتایج حاصل از توارث‌پذیری (جدول 6)، در صفات طول میوه، عرض میوه، طول دم میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، اسپد، فتوسنتز خالص، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، پهنای چتر گیاه، ویتامین ث، TSS و pH ضریب تنوع فنوتیپی از ضریب تنوع ژنتیکی بیشتر بود که نشان دهنده‌ی تأثیر عوامل محیطی بر صفات مورد بررسی بود. مقایسه این ضرائب تأثیر عوامل محیطی را بر روی صفت مورد نظر نشان می دهد (13). هر چقدر اختلاف مقدار ضریب تغییرات ژنوتیپی از ضریب تغییرات فنوتیپی کمتر باشد، نشان می دهد که اثر محیط بر روی ویژگی کم است و لذا انتخاب برای اصلاح چنین ویژگی مناسب است و هر چقدر ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگتر از ضریب تغییرات ژنوتیپی باشد، نشان دهنده تأثیر کم ژنوتیپ نسبت به اثرات محیط در تنوع مشاهده شده است. هر چه نسبت تنوع ژنوتیپی به محیطی زیاد باشد، بازده انتخاب بیشتر بوده و بهتر می توان ژنوتیپ های مطلوب را از نامطلوب انتخاب کرد (21). مطابق با نظریه استنسفیلد (24) چنانچه توارث پذیری صفتی بیشتر از 0/5 باشد، صفت دارای توارث پذیری بالا، چنانچه توارث پذیری عمومی صفتی بین 0/2 تا 0/5 باشد، صفت دارای توارث پذیری متوسط و چنانچه توارث پذیری صفت مورد نظر کمتر از 0/2 باشد، صفت دارای توارث پذیری پایین می باشد (18). طبق این نظر صفات طول میوه، عرض میوه، ضخامت دیواره میوه، عملکرد، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول ساقه و ویتامین ث دارای توارث پذیری بالا دارند که نشان دهنده‌ی تأثیر پذیری کمتر این صفات از عوامل محیطی است. صفات پهنای چتر گیاه دارای توارث پذیری متوسط و صفات شاخص اسپد و pH داری وراثت پذیری پایین می‌باشند.

همبستگی فوتیپی و ژنوتیپی

همبستگی فنوتیپی در جدول 7 آورده شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه همبستگی فنوتیپی بین صفات طول میوه و عملکرد (0/448)، وزن تر میوه و طول میوه (0/431)، وزن خشک میوه و طول میوه (0/471)، عرض میوه و ضخامت دیواره میوه (0/744)، عرض میوه و عملکرد (0/514)، عرض میوه و وزن تر میوه (0/854)، عرض میوه و وزن خشک میوه (0/825)، ضخامت دیواره میوه و وزن تر میوه (0/834)، ضخامت دیواره میوه و وزن خشک میوه (0/781)، عملکرد و وزن تر میوه (0/628)، عملکرد و وزن خشک میوه (0/647) و وزن تر میوه با وزن خشک میوه (0/958) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین صفات وزن‌تر میوه و وزن خشک میوه (0/958) مشاهده شد.

بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی (جدول 7)، ارتفاع گیاه و وزن تر میوه (0/406-) و عرض میوه و پهنای چتر گیاه (0/433-) بیشترین ضریب همبستگی منفی و معنی‌دار را دارند. در پژوهش انجام شده توسط وانگ مینگ (26)، همبستگی بالای بین صفات عرض میوه و ضخامت دیواره میوه مشاهده شد. رگو و همکاران (23)، بین صفات عرض میوه، وزن میوه و وزن خشک میوه با عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش نمودند. لاهیب و همکاران (15)، بیان داشتند که صفات طول میوه، عرض میوه و ضخامت دیواره میوه رابطه مثبت و معنی‌داری بر روی افزایش میزان عملکرد بر روی فلفل دارد.

جدول 5- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در توده‌های فلفل شیرین

Table 5 - Mean comparison of measured traits in pepper cultivars

Cultivar توده	قطر ساقه Stem diameter (cm)	پهنای چترگیاه Wide umbrella plant (cm)	فتوسنتز Photosynthesis (µ mol m-2s-1)	اسپد spad	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness (mm)	عرض میوه Fruit Width (cm)	طول میوه Fruit lenght (cm)
Urmia 1 ارومیه1	1.05bcdef	40.3b	8.66a	56.15a	1.37ef	2.52ab	8.72c
mahallat محلات	1.24ab	46.13a	7.59a	53.64a	2.23bcd	2.89ab	13.82a
Borujerd بروجرد	1.20abcd	43.4a	7.08a	61.5 a	1.46ef	1.23b	9.80bc
Khorasan خراسان	1.21abcd	43.84a	8.93a	53.89 a	1.92def	2.17b	9.03bc
Boyer Ahmad بویراحمد	1.07abcde	43.15a	8.74a	57.53 a	1.87ef	2.09b	7.76c
Sabzevar سبزوار	1.22abcd	45.95a	7.7ba	57.24 a	2.07cd	2.31b	8.30c
Bushehr1 بوشهر	1.22abcd	41.62b	8.54a	60.75a	2.08bcd	2.67 ab	10.23b
Shiraz شیراز	1.16abcd	42.52a	7.6a	51.81 a	1.51ef	1.17b	9.32bc
Minab میناب	1.12abcde	42.28a	8.3a	48.82 a	2.09bcd	2.26b	12.12ab
Zanjan زنجان	1.16abcd	44.98a	8.09a	60.73a	1.86ef	1.00b	8.32c
Bushehr- Deyr بوشهر - دیر	1.22ab	41.64b	7.81a	57.29 a	1.33g	2.10b	9.48bc
Tabriz تبریز	1.12abcde	45.52a	8.13a	53.57 a	1.83fe	1.74b	9.00bc
Markazi-Tafresh مرکزی - تفرش	1.24abc	48.68a	7.03a	54.05 a	1.21g	1.58b	11.33b
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال	1.22ab	41.87b	9.33a	57.55 a	2.17bcd	2.50 ab	9.66bc
Lordegan چهارمحال - لردگان	1.25abcd	41.87b	8.21a	56.38 a	2.7abcd	5.13 ab	13.72a
Chaharmahal Bakhtiari2 یاسوج	1.19abcd	40.23b	8.82a	52.51 a	1.59g	2.47 ab	9.61bc
Shabestar شبستر-یوسف‌آباد	1.28ab	46.63a	8.42a	52.56 a	1.08h	1.12b	14.03a
Urfa ترکیه-عورفا	1.33a	46.55a	7.53a	55.43 a	4.14a	3.86 ab	11.66b
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	0.9f	36.82bc	8.55a	57.6 a	3.62ab	6.37 ab	9.25bc

Kashtiban ارومیه-کشتیبان	1.3ab	41.06b	6.76a	54.36 a	1.93de	2.30b	8.42c
Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	1.19abcd	39.56b	8.18a	58.79a	1.66de	1.66b	9.46bc
Baneh کردستان-بانه	1.21abcd	40.06b	8.94a	55.97 a	2.41bcd	3.15 ab	14.11a
Qramlk تبریز-قراملک	1.16abcde	40.18b	8.1a	55.97 a	2.34bcd	2.64 ab	12.86ab
Bonab 1 بناب-قشلاق	1.25ab	39.4b	5.94a	55.43 a	1.77ef	3.72 ab	8.97bc
Varamin تهران-ورامین	1.19def	39.2b	6.95a	55.42 a	2.18bcd	2.46 ab	8.99bc
Bushehr 2 بوشهر	1.25ab	41.62b	7.14a	56.05 a	1.9efg	2.20b	3.30e
Tuyserkan همدان-تویسرکان	1.20abcd	41.60b	7.9a	55.92 a	2.22bcd	2.69 ab	8.70c
Maragheh مراغه	1.21abcd	37.94b	8.05a	60.87 a	2.32bcd	3.92 ab	8.24c
Urmia 2 ارومیه2	0.95cdef	39.03b	8.49a	50.95a	1.94de	2.40 ab	6.02d
Nakhchivan نخجوان	0.86ef	34.49b	7.03a	55.35 a	3ab	5.87 ab	10.28b
Bāsh Qaleh ارومیه-باش‌قلعه	1.11abcde	44.04a	8.49a	56.02 a	1.28g	2.74 ab	6.57d
Bonab 2 بناب-قالاجیغ	1.03bcdef	42.95a	8.37a	58.53 a	1.94de	3.15 ab	7.29c
Bojnoord 1 بجنورد1	1.16abcd	40.35b	8.28a	51.61 a	1.76ef	1.07 b	9.71bc
Karabakh قره‌باغ	1.27ab	38.86b	9.46a	60.8a	1.93def	3.42 ab	11.71b
Urmia 3 ارومیه3	1.29ab	36.85bc	7.94a	58.78 a	1.96def	3.47 ab	2.72f
Bojnoord 2 بجنورد2	1.09bcdef	35.36bc	7.84a	52.77 a	3.68ab	3.13 ab	11.84b
Bojnoord 3 بجنورد3	1.17abcde	39.06b	7.21a	56.08 a	3.8ab	8.19a	10.75b
Gachsaran گچساران	1.14abcde	44.47a	9.42a	53.38 a	2.1bcd	3.03 ab	11.71b
Kurdistan 1 کردستان1	1.09abcde	41.68b	9.69a	53.14 a	2.25bcd	3.17 ab	12.78ab
Kurdistan 2 کردستان2	1.18abcd	37.87b	8.87a	52.37 a	3.06ab	3.32 ab	13.08a
Kurdistan 3 کردستان3	1.31ab	40.69b	9.18a	53.46 a	1.75ef	1.73b	7.47c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's test

ادامه جدول 5- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در توده‌های فلفل شیرین

Table 5 - Mean comparison of measured traits in pepper cultivars

Cultivar توده	pH	TSS	ویتامین ث Vitamin C (mg/g)	عملکرد Yield (kg/m2)	وزن خشک میوه Dry fruit (g)	وزن تر میوه Fresh fruit (g)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)
Urmia 1 ارومیه1	5.14 a	8.63b	103bc	4.5cd	27.69bcd	226bcd	51c
mahallat محلات	5.13a	7.79c	134b	6.39abc	50.55abcd	456abcd	50d
Borujerd بروجرد	5.64a	7.36c	89.33c	5.66bc	18.15de	119de	51c
Khorasan خراسان	5.54a	5.88de	102bc	5.66bc	24.42d	164 de	56b
Boyer Ahmad بویراحمد	5.33a	8.26b	114bc	5.4bc	35.42bcd	218bcd	50d
Sabzevar سبزوار	5.26a	8.01bc	93.42c	4.84 cd	35.42 bcd	184de	53bc
Bushehr1 بوشهر	5.55a	7.56c	96.56c	6.69 abc	38.93bcd	318bcd	56b
Shiraz شیراز	5.09a	8.17bc	104bc	3.69cde	11.2f	77f	45c
Minab میناب	5.43a	5.93de	87.1c	3.71cde	39.5 bcd	251bcd	59b
Zanjan زنجان	5.08a	7.3c	89.4c	5.1 bc	9.85 h	50h	45c
Bushehr- Deyr بوشهر- دیر	5.55a	7.99bc	109bc	3.84 cde	28.21de	160 de	46c
Tabriz تبریز	5.18a	7.99bc	100.1c	4.69 cd	13.37 e	92 e	47cd
Markazi-Tafresh مرکزی- تفرش	5.33a	7.89bc	81.7c	4.14 cd	12.08 f	79f	55c
Chaharmahal Bakhtiari1 چهارمحال	5.1a	9.44b	81.6c	5.82bc	29.72bcd	279 bcd	48cd
Lordegan چهارمحال- لردگان	5.29a	9.33b	81.15c	8.37a	60.5ab	506ab	47cd
Chaharmahal Bakhtiari2 یاسوج	5.15a	6.07cd	103.2bc	5.14bc	21.2de	135 de	44e
Shabestar شبستر-یوسف‌آباد	5.31a	7.42c	101.3bc	5.55bc	11.72 f	73f	47cd
Urfa ترکیه-عورفا	5.32a	8.44bc	90.3c	7.44ab	58.04ab	545ab	50d
Urmia-Gjlr ارومیه-گیجلر	5.13a	10.66b	135b	7.56ab	14.16f	65fh	41ef
Kashtiban ارومیه-کشتیبان	5.51a	10.58b	88.6c	5.08bc	25.1 de	156 de	64a

Mashhad- Jghh Tha مشهد-جغه نای	5.44a	7.06c	110.7bc	4.54cd	24.13de	140 de	60b
Baneh کردستان-بانه	5.14a	6.34cd	141b	4.99bcd	56.47abc	423abc	47cd
Qramlk تبریز-قراملک	5.22a	9.31b	133b	4.52 cd	36.43cd	236bcd	48cd
Bonab 1 بناب-قشلاق	5.27a	9.54b	202a	4.34 cd	35.64cd	305bcd	52c
Varamin تهران-ورامین	5.14a	8.27b	82.2c	5.34bc	38.69bcd	304bcd	56b
Bushehr 2 بوشهر	5.16a	11.11a	191a	2.64ed	9.47h	49h	51c
Tuyserkan همدان-تویسرکان	4.92a	8.94b	125b	5.19bc	23.19de	139 de	49cd
Maragheh مراغه	5.43a	7.68c	73.3cd	4.73cd	38.03bcd	281 bcd	51c
Urmia 2 ارومیه2	5.4a	8.72b	69.2d	2.92ed	18.33 de	128 de	49cd
Nakhchivan نخجوان	5.26a	7.45c	83.6c	6.97abc	63.54ab	638ab	43e
Bāsh Qaleh ارومیه-باش‌قلعه	5.08a	8.5b	72.04cd	5.17bc	32.42de	140 de	46e
Bonab 2 بناب-قالاجیغ	5.26a	12.29a	117b	4.29cd	29.53de	185de	42ef
Bojnoord 1 بجنورد1	5.17a	6.76cd	127b	3.69cde	9.3fh	60fh	44e
Karabakh قره‌باغ	5.08a	9.01b	123.2b	7.32ab	43.3 bcd	374 bcd	43e
Urmia 3 ارومیه3	5.22a	10.08ab	127.5b	2.49ed	8.87i	52i	56b
Bojnoord 2 بجنورد2	5.47a	10.93a	114.96b	2.29e	47.72ab	524ab	39ef
Bojnoord 3 بجنورد3	4.99a	10.01ab	114.97b	7.53ab	75.79a	853a	34h
Gachsaran گچساران	a5,11	8.08bc	61.42d	5.16bc	32.66bcd	200bcd	57b
Kurdistan 1 کردستان1	5.17a	7.9bc	122.7b	5.04bc	36.76abcd	346bcd	52c
Kurdistan 2 کردستان2	5.4a	6.89cd	101.07bc	6.48abc	39.99abcd	334bcd	49cd
Kurdistan 3 کردستان3	5.76a	8.29bc	143.6b	6.53abc	32.97bcd	323bcd	51c

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's test

جدول 6- مقادیر توارث پذیری عمومی، ضریب تنوع فنوتیپی و ضریب تنوع ژنوتیپی در صفات مورد بررسی توده‌های فلفل شیرین

Table 6 - Broad- sense heritability values, phenotypic coefficient of variation and genotypic coefficient of variation, traits of pepper genotypes

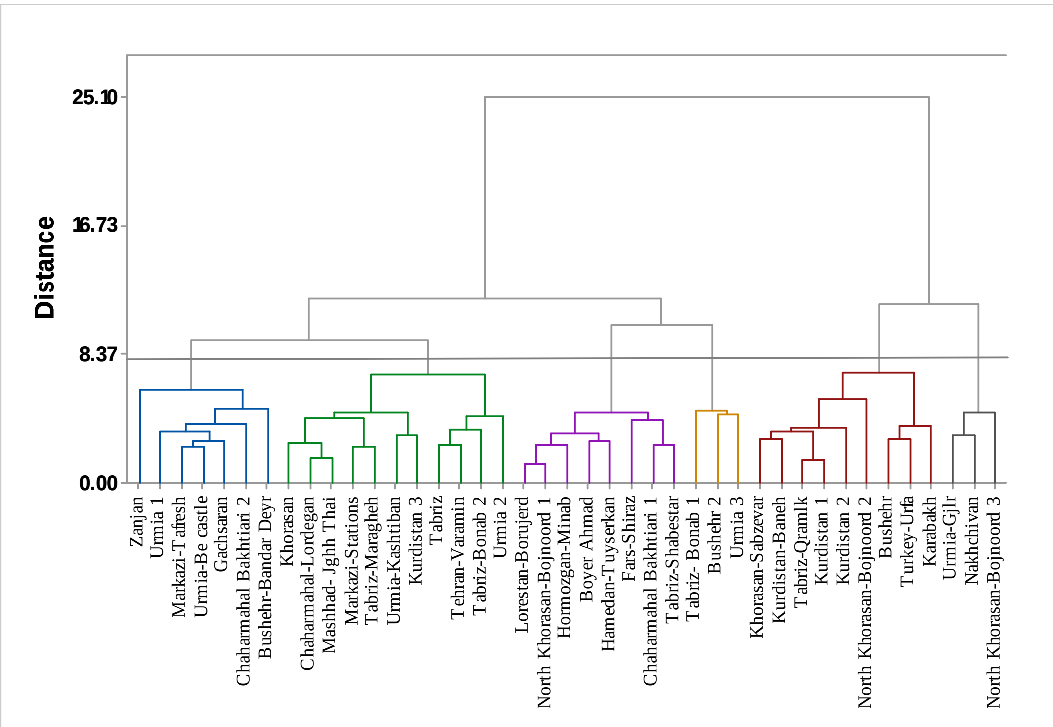
صفات Traits	برآورد اجزای واریانس Estimate variance components			توارث پذیری Heritability	ضریب تنوع Coefficient of variation	
	محیطی Environmental	ژنتیکی Genotype	فنوتیپی Phenotype		ژنتیکی Genotype	فنوتیپی Phenotype
طول میوه Fruit length (cm)	0.100	4.850	4.950	0.97	22.59	22.82
عرض میوه Fruits width (cm)	0.017	1.772	1.788	0.99	46.87	47.09
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness (mm)	0.035	0.420	0.455	0.92	30.14	31.37
عملکرد Yield (kg/m2)	0.000	0.088	0.088	0.99	5.65	5.65
وزن تر Fresh fruit (g)	0.047	25.748	25.795	0.98	1.92	1.92
وزن خشک Dry fruit (g)	0.001	1.983	1.983	0.99	4.27	4.27
شاخص اسپد spad	13.138	0.262	13.400	0.01	0.92	6.58
فتوسنتز خالص Photosynthesis (µmol/m2s)	0.485	0.133	0.618	0.21	4.49	9.67
ارتفاع گیاه Plant height (cm)	5.622	28.4	34	0.83	10.78	11.80
قطر ساقه Shoot diameter (cm)	0.005	0.007	0.012	0.61	7.38	9.44
پهنای چتر گیاه (cm) Umbrella plant width	0.001	0.000	0.001	0.4	0.05	0.07
ویتامین ث Vitamin C (mg/g)	898	1068	1997	0.543	30.33	41.15
مقدار مواد جامد محلول TSS	7.08	2.15	9.23	0.232	17.48	36.23
pH	0.183	0.012	0.195	0.061	2.07	8.37

بر اساس نتایج حاصل از همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، بین صفات ضخامت دیواره میوه و طول میوه (0/415)، ضخامت دیواره میوه و عرض میوه (0/541)، وزن تر میوه و طول میوه (0/560)، وزن تر میوه و عرض میوه (0/974)، وزن تر میوه و ضخامت دیواره میوه (0/955)، وزن خشک میوه و طول میوه (0/499)، وزن خشک میوه و عرض میوه (0/804)، وزن خشک میوه و ضخامت دیواره میوه

(0/801)، وزن خشک میوه و وزن تر میوه (0/994) و عملکرد و وزن تر میوه (0/729) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس جدول همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک میوه و وزن تر میوه و بیشترین همبستگی منفی بین صفات پهنای چتر گیاه و عرض میوه (0/578) مشاهده شد. در پژوهشی که توسط کریما و همکاران (14) به منظور بررسی توده‌های فلفل تونس بر اساس صفات مورفولوژیک صورت گرفت، بین صفات ضخامت دیواره میوه و عرض میوه، عملکرد و طول میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد که با نتایج به دست آمده از این پژوهش مطابقت داشت. بر اساس جدول همبستگی فنوتیپی بین صفات مواد جامد محلول و طول میوه (0/364) در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 7) اما برآورد همبستگی ژنتیکی (جدول 8)، وجود ارتباط بین آن‌ها را رد نمود. می‌توان چنین پنداشت که در موارد فوق، به لحاظ آماری، اشتباه نوع II اتفاق افتاده است (پذیرفتن فرض صفر غلط). این نتایج اهمیت محاسبه همبستگی ژنتیکی و عدم اکتفا به همبستگی فنوتیپی را آشکار می‌سازد.

تجزیه خوشه‌ای

محققین جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از هم دور باشند که این امر می‌تواند از طریق بررسی فاصله بین ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بدست آید. بر اساس نتایج تجزیه‌ای خوشه‌ای (شکل 1) به روش وارد، توده‌های مورد بررسی در 6 دسته طبقه بندی شدند. بر این اساس توده‌های زنجان، ارومیه 1، مرکزی-تفرش، ارومیه-باش قلعه، گچساران، چهارمحال بختیاری و بوشهر-بندر دیر در دسته‌ی اول، توده‌های خراسان، لردگان، مشهد-جغه تای، تبریز-مراغه، ارومیه-کشتیبان، کردستان 3، تبریز، ورامین، بناب 2 و ارومیه 2 در دسته‌ی دوم و توده‌های لرستان، بروجرد، بجنود 1، میناب، بویراحمد، تویسرکان، شیراز، چهارمحال بختیاری 1 و شبستر در دسته سه طبقه بندی شدند. همچنین توده‌های بناب 1، بوشهر 2 و ارومیه 3 در دسته چهار و توده‌های سبزوار، بانه، قراملک، کردستان 1، کردستان 2، بجنورد 2، بوشهر، ارفا و گره باغ در دسته پنج و در نهایت توده‌های ارومیه-گیجلر، نخجوان و بجنورد 3 در دسته‌ی شش جای گرفتند.



شکل 1- دندروگرام گروه بندی توده های فلفل شیرین بر اساس داده‌های مورفولوژی و فیزیولوژی با استفاده از روش وارد

Figure 1- The cluster grouping data based on morphology and physiology of native Pepper using WARD

جدول ۷ - جدول همبستگی فنوتیپی بین صفات فلفل شیرین

Table 7 - Table Phenotypic correlations between traits Pepper

صفات	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عملکرد Yield	وزن تر میوه Fresh fruit weight	وزن خشک میوه Dry fruit weight	اسپد Spad	فتوسنتز Photosynthesis	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	پهنای چتر گیاه Umbrella plant width	pH	TSS	ویتامین ث Vitamin C
طول میوه Fruit length	1													
عرض میوه Fruit Width	0.141	1												
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	0.302	0.744**	1											
عملکرد Yield	0.448**	0.514**	0.459**	1										
وزن تر میوه Fresh fruit	0.431**	0.854**	0.834**	0.628**	1									
وزن خشک میوه Dry fruit	0.471**	0.825**	0.781**	0.647**	0.958**	1								
اسپد Spad	-0.254	0.140	0.04	0.252	0.052	0.086	1							
فتوسنتز Photosynthesis	-0.025	0.023	0.066	0.145	-0.016	0.025	-0.051	1						
ارتفاع گیاه Plant height	-0.144	-0.411**	-0.395*	-0.178	-0.406**	-0.317*	-0.053	-0.119	1					
قطر ساقه Stem diameter	0.082	-0.355*	-0.213	-0.012	-0.299	-0.287	0.105	-0.14	0.298	1				
پهنای چتر گیاه Umbrella plant width	-0.003	-0.433**	-0.408**	-0.394*	-0.053	-0.42**	-0.347*	0.008	-0.081	0.154	1			
pH	-0.027	-0.266	-0.15	-0.059	-0.1	-0.081	0.028	-0.106	0.408**	0.181	-0.125	1		
مقدار مواد جامد محلول TSS	-0.364*	0.36*	0.285	-0.107	0.196	0.128	0.223	-0.059	0.256	-0.163	0.236	-0.179	1	
ویتامین ث Vitamin C	-0.157	0.067	0.038	-0.167	0.055	0.0001	0.01	-0.105	-0.147	0.169	-0.072	-0.105	0.312*	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۸ – جدول همبستگی ژنتیکی بین صفات فلفل شیرین
Table 8 - Table genetic correlations between traits Pepper

صفات Characteristics	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit Width	ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	عملکرد Yield	وزن تر میوه Fresh weight fruit	وزن خشک میوه Dry weight fruit	اسپد Spad	فتوسنتز Photosynthesis	رتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	پهنای چتر گیاه (کانوپی) umbrella plant width	pH	مقدار مواد جامد محلول TSS	ویتامین ث Vitamin C
طول میوه Fruit length	1													
عرض میوه Fruit Width	0.194	1												
ضخامت دیواره میوه Fruit wall thickness	0.415*	0.541**	1											
عملکرد Yield	0.516**	0.489**	0.617**	1										
وزن تر میوه Fresh weight fruit	0.56**	0.974**	0.955**	0729**	1									
وزن خشک میوه Dry weight fruit	0.499**	0.804**	0.801**	0.541**	0.994**	1								
اسپد Spad	−0.324	0.241	-0.141	0.127	0.141	0.14	1							
فتوسنتز Photosynthesis	0.124	0.214	0.154	0.341	0.124	0.122	-0.095	1						
ارتفاع گیاه Plant height	-0.278	-0.523**	-0.475*	-0.273	-0.519**	-0.417*	-0.203	-0.219	1					
قطر ساقه Stem diameter	-0.071	-0.417*	-0.327	-0.121	-0.305	-0.124	0.230	-0.247	0.398	1				
پهنای چتر گیاه (کانوپی) umbrella plant width	-0.127	-0.587**	-0.408*	-0.141	-0.415*	-0.417*	0.11	0.187	-0.081	0.241	1			
pH	-0.141	-0.304	-0.271	-0.217	-0.174	-0.170	0.132	-0.210	0.326	0.217	-0.3	1		
مقدار مواد جامد محلول TSS	-0.258	0.205	0.374	-0.247	0.271	0.212	0.301	-0.09	0.157	-0.208	0.091	-0.217	1	
ویتامین ث Vitamin C	-0.298	0.167	0.124	-0.105	0.155	0.001	0.1	-0.21	-0.1	0.199	0.17	-0.147	0.419*	1

*و** به ترتیب معنی‌دار در سح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد.

*and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول 9 - فواصل خوشه‌ای صفات فلفل شیرین
Table 9 - Cluster distances traits of Pepper

	دسته 1 Cluster 1	دسته 2 Cluster 2	دسته 3 Cluster 3	دسته 4 Cluster 4	دسته 5 Cluster 5	دسته 6 Cluster 6
دسته 1 Cluster 1	1					
دسته 2 Cluster 2	212.469	1				
دسته 3 Cluster 3	17.770	201.22	1			
دسته 4 Cluster 4	120.642	329.56	128.98	1		
دسته 5 Cluster 5	509.479	298.41	499.07	627	1	
دسته 6 Cluster 6	114.276	288.64	110.77	84.44	584	1

ضریب کوفنتیک برای روش وارد ، $0/756^{**}$ بـرآورد شـد کـه در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار مـی‌باشـد. ایـن نتیجـه نشـان داد کـه دندروگرام به دست آمده از روش وارد تصویر قابـل قبـولی از فواصـل حقیقی موجود بین توده‌ها ارئه می‌دهد.

با توجه به این که افراد هر گروه دارای کمتـرین فاصـله ژنتیکـی می‌باشند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی جهت رسـیدن بـه حـداکثر هتروزیس می‌بایستی افراد واقع در گروه‌های مختلف را جهت تلاقـی انتخاب نمود. تلاقی بین افراد با روابط ژنتیکی دورتر، از قدرت هیبرید بالاتری نسبت به افراد با روابط ژنتیکی کمتر برخوردارند. در دسـته‌ی اول توده‌های چهار محال بختیاری2 و مرکـزی- تفـرش بـه ترتیـب دارای بیشترین طول ساقه و پهنای چتر گیاه و تـوده‌ی زنجـان داری کمترین میزان عرض میوه بود. توده‌ی لردگان واقـع در دسـته‌ی دوم داری بیشترین میزان عملکرد می‌باشد. در دسته‌ی چهار توده‌ی بوشهر 2 دارای بیترین میزان مواد جامد محلـول و تـوده‌ی تبریـز- بنـاب 2 (قشلاق) داری بیشترین میزان ویتـامین ث بـود. همچنـین بیشـترین میزان وزن خشک میوه، وزن تر میوه وبیشترین میزان ضخامت میـوه مربوط به توده‌ی بجنورد 3 واقع در دسـته‌ی ششـم قـرار گرفـت. بـر اساس جدول فواصل گروه‌ها (جدول 9)، بیشترین میزان فاصله بین دو گروه 5 و 4 (627) مشاهده شد. این نتیجـه نشـان داد کـه بیشـترین هتروزیس مورد انتظار، می‌تواند از تلاقی بین ژنوتیپ‌های گـروه 5 بـا گروه 4 به دست بیاید. بر اساس نتایج به دست آمده، توده‌های شـاهد (ارومیه-کشتیبان و ارومیه گیجلر) نسبت بـه سـایر تـوده‌هـای مـورد بررسی دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول و توده‌ی چهارمحال-لردگان دارای بیشترین میزان عملکرد در بین توده‌های مـورد بررسـی بود که از این نظر می‌توان از این توده‌ها بـه عنـوان یکـی از والـدین سودمند در تلاقی جهت ایجاد توده‌های جدید و مطلوب ژنی بهره برد.

منابع

1- Andrews J. 1984. Peppers the Domesticated capsicums. University of Texas press, Austin.
2- Agricultural Jihad Organization of Iran. 2012. Statistical Office of Agricultural Jihad Organization.
3- Brown W.L. 1983. Genetic diversity and genetic vulnerability – an appraisal. Econ. Bot, 37(1): 4–12.
4- Casali V.W.D., and Couto F.A.A. 1984. Origem e botânica de Capsicum. Informe Agropecuário, 113: 08-10.
5- Erwin A.T. 1932. The peppers. Iowa Agricultural Experiment Station Bvlletion, 293: 120-152.
6- Elio j., Cantliffe D.J., and Hochmuth G.J. 1998. Effect of plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. Horticultural Sciences Dept., University of Florida, Gainesville.
7- Farshadfar E. 1998. Application of Biometrical genetics in plant Breeding. Razi University Press, 528.
8- Gorindarajan V.S. 1985. Capsicum – production, technology, chrmistry and quality. Part I: History, botany, cultivation and primary processing. CRC critical Reviews in Food Science and Nutrition, 22: 109-176.
9- Huhl Y.C., Solmaz N., and Iand S. 2008. Morphological characterization of Korean and Turkish watermelon germplasm. Cucurbitaceae. In: Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics andbreeding of Cucurbitaceae (Pitrat M, ed). INRA. Avignon (France). 327-334.
10- International Plant Genetic Resources Institute. IPGRI. 1995. Descriptors for Capsicum. Rome, 49p.

11- Ibrahim M., Ganiger V.M., and Yenjerappa S.T. 2001. Genetic variability, heritability, genetic advance and correlation studies in chilli. Karnataka Journal of Agricultural Science, 14:784-787.
12- Ince A.G., Karaca M., and Onus A.N. 2009. Development and utilization of diagnostic DAMD-PCR markers for Capsicum accessions. Genet Res Crop, 56: 211-221.
13- Kiani M.R., and Jahanbin G.h. 2006. Investigate the Genetic diversity of indigenous Melon Iranian masses. Journal of Iranian Field Crop Research, (2): 17-1. (in Persian)
14- Karima L., Bnejddi F., and El Gazzah M. 2012. Genetic diversity evaluation of pepper (Capsicum annuum L.) in Tunisia based on morphologic characters. African Journal of Agricultural Research , 7(23): 3413-3417.
15- lahbib K., Bnejdi F., and Gazzah M. 2012. Genetic diversity evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia based on morphologic characters. African Journal of Agricultural Research, 1991-637.
16- Mc Gregor S.E. 1976. Pepper green. In: Insect pollination of cultivated Crop plants. USDA, ARS, Washington, 292-295.
17- Moscone E.A., Scaldaferro M.A, Grabiele M., and Cecchini N.M. 2007. The evolution of Chili Peppers (Capsicum - Solanaceae): a cytogenetic perspective. VI International Solanaceae Conference: Genomics Meets Biodiversity. Acta Hort, 745: 137-170.
18- Nsabiyera V., Logose M., Ochwo M., Sseruwagi P., Gibson P., and Ojiewo C. 2013. Morphological characterizalion of local and Exotic Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) collections in Uganda. Global science Books, 7(1):22-32.
19- Oyama K., Hernandez-verdugo S., Sanchez C., Gonzalez-rodriguea A., Sanchez-penap P., Garzon-tiznado J.Á., and Casas A. 2006. Genetic structure of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from northwestern Mexico analysed by RAPDs. Genetic Resources and Crop Evolution, 53: 553-562.
20- Pickersgill B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (Genus Capsicum). Evolution, 25: 683-691.
21- Pregnolatto W., and Pregnolatto D.P. 1985. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz São Paulo: Adolfo Lutz 533p.
22- Peyvast G.h. 2009. Vegetables. 5nd ed. Published Danshpzyr. Tehran, 577 pages. (in Persian)
23- Rego E.R. 2009. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). Euphytica (Wageningen), 168: 275-287.
24- Stansfield W.D. 1991. Theory and Problems in Genetics. McGraw-Hill.
25- Silva A.R., Nascimento N., Cecon P.R., Sapucay M.J., Rego E.R., and Barbosa L.A. 2013. Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper, 31: 157-60.
26- Wang Ming He.X. 1988. Correlation and path analysis in Pepper. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry.
27- www.faostat.fao.org. Food and Agriculture organization of the United Nations. 2012.
28- Youssefian M., Abbasifar R., and Bashtin A. 2002. Study compatibility Garlic (Allium sativum) genotypes and determine the best planting date on the major areas of production. Research report Agriculture Organization of Research and Training, 359. (in Persian)
29- Zamani Z.A. 1990. Reviews the main properties of pomegranate and Central Branch. Master's thesis, Tehran University. (in Persian)

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 158-166
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 166-158
شاپا: 4730 - 2008

تاثیر حلال‌های مختلف بر میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه عناب (*Ziziphus jujube* Miller)

غلامحسین داوری نژاد [1*] - سیده فائزه تقی زاده[2] - جواد اصیلی[3]

تاریخ دریافت: 1394/04/21
تاریخ پذیرش: 1395/08/10

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر تیمار حلال‌های متانول، اتانول، استون (50، 90 و 100 درصد) و آب مقطر بر روی میزان ترکیبات آنتی اکسیدانی (فنل کل، تانن ها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها) میوه عناب (*Ziziphus jujube* Miller)، انجام شد. فعالیت آنتی اکسیدانی هر یک از عصاره‌ها نیز به روش‌های DPPH وFRAP مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استون 50 درصد در استخراج ترکیبات فنل و فلاونوئید کل به ترتیب با مقادیر (798/20 میلی گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک) و (1871/73 میلی گرم کوئرستین در 100 گرم ماده خشک)، بهترین عملکرد را در میان سایر حلال‌ها داشته است. استخراج آنتوسیانین، با متانول 50 درصد (6/31 میلی گرم سیانیدین 3- گلوکوزید در 100 گرم ماده خشک) و استخراج تانن با متانول 100 درصد (669/4 میلی گرم کاتکین در 100 گرم ماده خشک)، دارای بالاترین بازده استخراج بوده است. در تمامی موارد آب از حداقل قابلیت استخراج متابولیت‌های ثانویه در بین سایر حلال‌ها برخوردار بود. در بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی میوه عناب به دو روش DPPH و FRAP مشخص گردید که خاصیت آنتی اکسیدانی آن‌ها مستقیما تحت تاثیر مقادیر ترکیبات فنلی قرار گرفته است. در میان حلال‌های مورد استفاده، استون 50 درصد بهترین بازده را در روش DPPH (IC50=29/02) و روش FRAP (5/11 میلی مول آهن II در 100 گرم ماده خشک) نسبت به سایر حلال‌ها داشت. بر اساس نتایج می‌توان گفت درصد مهار کنندگی DPPH و FRAP با کاهش غلظت حلال‌های متانول و استون رابطه مستقیم دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت در نوع، خلوص و قطبیت حلال‌ها و تفاوت در جزئیات روش استخراج عصاره (مانند زمان استخراج، سرعت اختلاط، نسبت میزان پودر به حلال و اندازه ذرات پودر) بر میزان استخراج متابولیت‌های ثانویه تاثیر می‌گذارند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، تانن، روبشگری رادیکال‌های آزاد، فلاونوئید، فنل

مقدمه

عناب[4] یکی از چهل گونه متعلق به خانواده رامناسه[5] می‌باشد. میوه ی آن ملایم و شیرین است. عناب از گذشته‌های دور به عنوان گیاه دارویی مصرف داشته و در کشورهای شرق آسیا از آن در درمان بیماری‌هایی از قبیل اختلالات کبدی، کم خونی و تنگی نفس استفاده می‌شده است (42 و 49). از میوه گیاه عناب ترکیب‌های تری ترپنوئیدی، فلاونوئیدی و آلکالوئیدی استخراج شده است. همچنین نوعی ترکیب فنیل گلیکوزیدی با عنوان ژوژوفنوزید نیز از میوه عناب به دست می‌آید. استخراج 8 نوع فلاونوئید از میوه عناب بخشی از ویژگی‌های دارویی آن را به خواص آنتی اکسیدانی این ترکیب‌ها نسبت می‌دهد (5). آنتی اکسیدان‌ها موادی هستند که در غلظت‌های کم، قادر به پیشگیری و یا به تاخیر انداختن اکسیداسیون ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌باشند و به این ترتیب روند پیشرفت بیماری‌های ذکر شده را کند یا متوقف می‌سازند. امروزه استفاده از آنتی اکسیدان‌های مصنوعی بسیار رواج یافته است. لیکن مطالعات متعدد حاکی از سمیت این آنتی اکسیدان‌ها می‌باشد (8). بر اساس یافته‌های موجود اثرات حفاظتی آنتی اکسیدان‌ها که بسیار بیشتر از ویتامین‌ها نیز می‌باشد بر اهمیت بالقوه این مواد در بین میوه‌ها تاکید دارد. از مواد آنتی اکسیدانی مهم موجود در میوه‌ها می‌توان به پلی فنل‌ها (فلاونون، فلاون، ایزوفلاون، فلاونول، کاتکین، فلاوان، بی فلاوان

1 و 2 - استاد و دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: Davarynej@um.ac.ir
3- دانشیار گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.47986
4- *Ziziphus jujuba* Miller
5- Rhamnaceae

و...) و آنتوسیانین‌ها اشاره کرد (46). اکثرگیاهانی که حاوی مشتقات فنلی هستند قابلیت‌های آنتی اکسیدانی بالایی را نیز از خود نشان می‌دهند (12). تحقیقات نشان داده اند که کمیت و کیفیت آنتی اکسیدان‌های پلی فنلی میوه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از سبزیجات بوده است (37).

فنل‌ها از ترکیبات بسیار مهم گیاه هستند چون این ترکیبات توانایی جاروب کردن رادیکال‌های آزاد را دارند که به علت وجود گروه هیدروکسیلی می‌باشد. وجود ترکیبات فنلی ممکن است مستقیما در اثر آنتی اکسیداتیو نمونه دخیل باشد (11). مکانیسم عمل ترکیبات فنلی گیاه (که بعنوان آنتی اکسیدان عمل می‌کنند) عمدتا شامل فعالیت جاروب کردن رادیکال‌های آزاد، خصوصیات کلات کنندگی فلز، توانایی تنظیم بیان ژن و نقش کوآنتی اکسیدانی است (31). به نظر می‌رسد که رابطه نزدیکی میان خاصیت آنتی اکسیدانی با مقادیر ترکیبات فنلی وجود داشته باشد (6). مطالعات بسیاری در مورد ترکیبات آنتی اکسیدان صورت گرفته و حتی تعدادی آنتی اکسیدان سنتزی نیز به بازار عرضه شده است که به دلیل دارا بودن سمیت، مصرف آنها محدود گردیده است. به همین دلیل یافتن آنتی اکسیدان‌های طبیعی به ویژه از گیاهان و استفاده از آنها بخصوص در صنایع غذایی و دارویی بسیار مطلوب است تا علاوه بر داشتن اثرات بیولوژیک وسیع، احتمال ایجاد اثرات جانبی و مسمومیت با آنها بخصوص در غلظت‌های کنترل شده کاهش بیابد (28). قابل ذکر است که هیچ روش مورد آزمایشی به تنهایی جهت بررسی اثر آنتی اکسیدان کافی نیست و ترکیب چند روش متفاوت انتخاب خوبی جهت ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدان عصاره‌های مختلف می‌باشد (20). به طور کلی، برای استخراج پلی فنل‌ها از گیاهان، از آب و حلال‌های آلی مانند اتانول، متانول، استن و دی اتیل اتر استفاده می‌گردد (13، 43 و 45). در این میان تفاوت‌های آشکاری بین مقادیر ترکیبات فنلی در عصاره‌های مختلف مشاهده می‌شود که ناشی از نوع آماده سازی نمونه، روش و مدت زمان استخراج و خواص فیزیکوشیمیایی حلال‌های به کار رفته می‌باشد. در تحقیقی که توسط جیوانی و همکاران (17) به روی گیاه *Etlingeraelatior* Jack. انجام گرفت اثرات حلال‌های آلی متانول، استن (50 درصد، 90درصد و 100 درصد حجمی) و آب بر میزان ترکیبات فنلی و خاصیت آنتی اکسیدانی ارزیابی شد، اختلاف معنی‌دار بین نتایج به دلیل نوع حلال به کار رفته و ویژگی ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در گیاه گزارش شد. در مطالعه اثرات گروه‌های مختلف حلال (آب، متانول، اتانول، استن، اتیل استات، پترولئوم اتر، هگزان) بر خاصیت آنتی اکسیدانی، مقادیر فنل کل پوست بنه و بازده استخراج آن‌ها تفاوت معنی‌دار حاصل به قطبیت، ویسکوزیته و فشار بخارهای ویژه هر یک از حلال‌ها نسبت داده شد (36). از این رو معرفی یک نوع حلال با غلظت مشخص که دارای حداکثر عملکرد در استخراج ترکیبات فنلی بوده و بتواند بیشترین خاصیت آنتی اکسیدانی را در مورد گیاه معینی نشان دهد کار ساده ای نخواهد بود. در تحقیق حاضر به تعیین مقادیر ترکیبات فنلی و اثرات آنتی اکسیدانی عصاره‌های مختلف میوه عناب با دو روش DPPH و FRAPپرداختیم. حلال‌های مورد استفاده در این مطالعه با قدرت انتخابگری مختلف گزینش شدند. کالیثراکا (18) مطالعه ای به روی اثر حلال‌های مختلف بر استخراج ترکیبات فنلی هسته انگور از حلال‌های آب، اتانول خالص، اتانول 75 درصد ، استون 75 درصد، متانول، n بوتانول، دی اتیل اترف اتیل استات و ترکیبی از دی اتیل اتر و اتیل استات انجام داد. ترکیبات گالیک اسید، (+) کاتکین و (-) اپی کاتکین، پروسیانیدین‌های دیمری و تریمری و اپی کاتکین گالات را به وسیله HPLC شناسایی نمود. نتایج نشان داد متانول به عنوان بهترین حلال برای استخراج (+) کاتکین، (-) اپی کاتکین و و اپی کاتکین گالات می‌باشد، همچنین استون 75 درصد بیشترین پروآنتوسیانیدین را استخراج نموده است و اتانول 75 درصد سبب استخراج حداکثری مقادیر گالیک اسید شده است و در مجموع استون 75 درصد ترکیبات فنلی بیشتری را استخراج کرده است. پکیک و همکاران (33) نیز عصاره انگور را به وسیله حلال‌های استون- آب و اتیل استات –آب استخراج کردند. نتایج نشان داد که پروآنتوسیانیدین نمی تواند در غیاب آب به خوبی استخراج شود و افزایش آب به حلال راندمان استخراج را بالا می‌برد. اما افزایش بیش از حد آب سبب کاهش انتخابی بودن استخراج می‌شود. نتیجه کلی نشان داد که اتیل استات با 1 درصد آب به طور کاملا انتخابی پروآنتوسیانیدین‌ها را استخراج می کند.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه‌ها و تهیه عصاره‌های مختلف

میوه‌های تازه عناب[1] در اواخر تابستان سال 1393 از باغی در منطقه خنگ واقع در شهرستان بیرجند با موقعیت جغرافیایی 59 درجه و 48 دقیقه طول جغرافیایی و 32 درجه و 34 دقیقه عرض جغرافیایی و ارتفاع 1550 متر از سطح دریا جمع آوری شدند و به مدت 15 روز در دمای اتاق و در تاریکی خشک شدند، سپس به آزمایشگاه فارماکوگنوزی دانشکده داروسازی مشهد منتقل گردیدند. در آزمایشگاه شستشوی سطحی میوه‌ها با آب مقطر انجام شد. پس از جدا کردن هسته، به مدت 15 روز در دمای اتاق و تاریکی خشک شد، بعد از خشک شدن کامل، در دستگاه آسیاب برقی (توس شکن خراسان، ساخت ایران) پودر شدند. برای عصاره گیری از آب مقطر و غلظت‌های مختلف متانول، اتانول و استون (50 90و 100 درصد حجمی/حجمی) و روش پرکولاسیون استفاده گردید. برای بدست

1- *Ziziphus jujube* Miller

آوردن عصاره تام، 500 گرم از پودر خشک میوه خیسانده شده در پرکولاتور قرار داده شد. نقطه ی ختم عمل پرکولاسیون زمانی در نظر گرفته شد که حلال زلال و بی رنگ از پرکولاتور خارج گردید (35، 38، 39). حذف حلال برای حلال‌های متانول، اتانول و استن توسط دستگاه تبخیر در خلا[1](ساخت کشور سوئیس) انجام گرفت و در مورد آب مقطر حذف حلال با دستگاه فریز دراینگ[2](ساخت کشور دانمارک) انجام شد. سپس عصاره‌های خشک شده به ویال های شیشه‌ای منتقل شده و تا هنگام تحقیقات بعدی در دمای 4 درجه سانتی گراد نگه‌داری شد.

تعیین مقادیر فنل کل

طبق روش آنونیموس (1)، میزان فنل کل با استفاده از فولین سیو کالتو[3] تعیین شد. برای تهیه این معرف، محلول فولین سیوکالتو 2 نرمال ساخت کشورآلمان [4] با هم حجم خودش آب مقطر رقیق گردید.20 گرم کربنات سدیم (Na_2CO_3) ساخت کشور آلمان توزین و با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد، سپس توسط دستگاه سونیکاتور ساخت کشور انگلستان[5] به صورت محلول درآمد.100میکرولیتر از نمونه (غلظت‌های مختلف گالیک اسید یا عصاره) به لوله آزمایش منتقل و توسط آب مقطر حجم آن به 0/5 لیتر رسانده شد، سپس به ترتیب 0/25 میلی‌لیتر از معرف فولین سیوکالتو و 1/25 میلی‌لیتر سدیم کربنات 20 درصد به هر لوله افزوده شد. بعد از مخلوط کردن کامل محتویات لوله‌ها و بعد از گذشت 40 دقیقه در دمای اتاق و رسم منحنی استاندارد گالیک اسید با استفاده از غلظت‌های مختلف، جذب هر نمونه در طول موج 725 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV/visساخت کشور انگلستان[6] اندازه‌گیری شد. میزان فنل کل هر نمونه با توجه به نمودار استاندارد برحسب معادل گالیک اسید (GAE) بیان می‌شود.

تعیین مقادیر فلاونوئید کل

طبق روش هونگو همکاران (14) میزان فلانونوئیدها براساس تشکیل کمپلکس فلاونوئید ـ آلومینیم که دارای جذب ماکزیمم در طول موج 430 نانو متر می‌باشند، تعیین شد. بدین منظور 2 گرم آلومینوم کلرید به دقت توزین و به بالن ژوژه 100 میلی‌لیتر منتقل و با متانول به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد. برای رسم منحنی استاندارد غلظت های مختلف از کوئرستین استفاده شد. این غلظت‌ها شامل 100، 80، 40، 20 و10 میکروگرم در میلی‌لیتر بود. سپس، 1 میلی‌لیتر از نمونه با 1 میلی‌لیتر از محلول متانولی آلومینیوم کلراید 2 درصد مخلوط گردید و بعد از نگهداری در دمای اتاق به مدت 15 دقیقه، جذب محلول در طول موج 430 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV/vis ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. محتوای فلانوئیدها برحسب معادل کوئرستین (QE) بیان گردید.

تعیین مقادیر آنتوسیانین

بر اساس روشگیوستی و همکاران (10) مقادیر آنتوسیانین کل در عصاره‌های عناب مشخص شد. ابتدا 0/5 میلی گرم از عصاره با 3/5 میلی‌لیتر از محلول 0/025 مولار کلرید پتاسیم (pH=1) مخلوط شد. پس از 15 دقیقه جذب در طول موج 510 و 700 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV/vis ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد، پس از آن عصاره‌ها به محلول بافر 0/025 استات سدیم در pH=4.5 اضافه گردید و مجددا جذب در طول موج 510 و 700 نانومتر قرائت شد. آنتوسیانین کل با استفاده از معادله 1 محاسبه گردید:

(1) $\text{آنتوسیانین کل}(mg/ml) = \frac{A \times MW \times DF \times 1{,}000}{\varepsilon \times C}$

روش محاسبه مقدار A از معادله 2 عبارت است از:

(2) $A = (A515 - A700)\ pH1.0 - (A515 - A700)\ pH4.5$

MW وزن مولکولی سیانیدین 3- گلوکوزید است که آنتوسیانین غالب عناب می‌باشد و برابر 484/82 DF شاخص رقت نمونه‌ها بوده، ε ضریب جذب سیانیدین 3- گلوکوزید است و برابر 24825 و Cغلظت بافر بر حسب میلی گرم بر میلی‌لیتر[7] است. نتایج بر حسب معادل میلی گرم سیانیدین 3- گلوکوزید (c-3-gE) برای 100 گرم نمونه گزارش شد.

تعیین مقادیر تانن

برای تعیین مقادیر تانن در نمونه‌ها از روش vanillin – HCL که توسط برود هورست و همکاران (3) معرفی شد استفاده گردید. ابتدا 0/5 میلی گرم از عصاره به 3 میلی‌لیتر از معرف وانیلین (4 درصد وزنی/ حجمی، وانیلین در متانول) اضافه شد و کاملا مخلوط گردید. سپس 1/5 میلی‌لیتر HCL افزوده و خوب به هم زده شد. مخلوط به مدت 15 دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری و بعد از آن جذب در طول موج 500 نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV/vis مدل Cecil ساخت کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. مقادیر تانن نمونه‌ها بر حسب معادل کاتکین (CE) در 100 گرم نمونه بیان گردید.

1- Rottarry Buchi
2- Heto
3- Folin-Ciocalteu
4- Merck
5- Kerry
6- Cecil

7- mg/ml

تعیین فعالیت روبشگری رادیکال DPPH

2 میلی گرم از نمونه با 1 میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH (0/2mM) مخلوط شد و این مخلوط به شدت تکان داده شد (22)، سپس همه نمونه‌ها در دمای اتاق و تاریکی به مدت 30 دقیقه نگهداری و جذب آنها در طول موج 517 نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/vis اندازه‌گیری شد (38). درصد رنگ بری محلول DPPH طبق معادله 3 محاسبه می‌شود.

(3) $(B_0 - B_1/B_0)\times 100$ = درصد مهار B_0 = جذب محلول کنترل منفی

B_1 = جذب مخلوط واکنش

ویتامینC و BHT به عنوان کنترل مثبت استفاده شدند.

تعیین میزان آنتی اکسیدان کل به روش FRAP

به منظور تهیه محلول استوک 3/1 گرم استات سدیم و 16 میلی‌لیتر اسید استیک گلایسیال در یک لیتر آب مقطر حل شد و pH محلول در حدود 3/6 تنظیم شد (بافر استات) سپس 31 میلی گرم TPTZ در 10 میلی‌لیتر اسید کلریدریک 40 میلی مولار حل شد و به منظور تهیه محلول 20 میلی مولار کلرید آهن، 5/41 گرم کلرید آهن در یک لیتر آب مقطر حل گردید. برای تهیه محلول استاندارد از سولفات آهن استفاده شد که 0/278 گرم سولفات آهن در یک لیتر آب مقطر حل شد و در نهایت محلول‌های استاندارد 125، 250، 500، 1000 میکرومولار بر لیتر تهیه گردید. محلول نهایی FRAP با مخلوط کردن 25 میلی‌لیتر بافر 2/5 میلی‌لیتر TPTZ و 2/5 میلی‌لیتر کلرید آهن آماده شد. سپس 250 میکرولیتر از محلول کار داخل ظروف پیلت ریخته شد و به آن 10 میکرولیتر از عصاره میوه (که حاوی 2/5 میلی‌لیتر عصاره و 6 میلی‌لیتر بافر فسفات بود) اضافه شد و به مدت 10 دقیقه در دمای 37 درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس میزان جذب در طول موج 593 نانومتر خوانده شد و در نهایت با رسم منحنی استاندارد میزان آنتی اکسیدان کل به دست آمد و بر اساس معادل میلی مول آهن در 100 گرم وزن تر بیان گردید (2).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی و با 3 تکرار انجام شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزارSAS نسخه 9/1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD ($p<0.01$) صورت گرفت.

نتایج و بحث

فنل کل

اثر تیمار نوع حلال بر روی مقادیر فنل کل در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). نتایج نشان داد که در عصاره‌های متانولی و استونی 50 درصد میوه عناب بیشترین مقادیر فنل کل گزارش شد. به طور کلی، استون 50 درصد بهترین عملکرد (798/20 میلی گرم گالیک اسید در 100 گرم ماده خشک) را در میان سایر حلال‌ها داشته و آب کمترین تاثیر را در آزاد سازی فنل کل داشته است. (جدول 1).

جدول 1- مقایسه میانگین اثر تیمارهای نوع حلال بر روی مقادیر فنل کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین و تانن کل میوه عناب

Table1- Mean comparation of selected solvent effects on total phenols, flavonoids, anthocyanin and tannins of *Ziziphus jujube* Miller fruit

حلال Solvent	غلظت Concentration	فنل کل Total phenol (mg GA/100g DW)	فلاونوئید کل Total Flavonoid (mg QE/100g DW)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg C-3-gE/100g DW)	تانن کل Total Tannin (mg CA/100g DW)
متانول Methanol	100%	417.1±0.9f	884.00±0.01c	5.03±0.01c	669.4±0.02a
	90%	518.00±0.00d	733.11±0.02e	5.82±0.02b	603.46±0.00b
	50%	703.83±0.11b	807.24±0.01d	6.31±0.00a	382.14±0.03e
اتانول Ethanol	100%	205.1±0.18h	639.40±0.03g	3.08±0.005d	556.11±0.01c
	90%	350.07±0.71g	551.65±0.01ef	3.96±0.01c	482.11±0.03d
	50%	591.19±0.38c	719.41±0.02ef	5.01±0.02c	276.14±0.02f
استون Acetone	100%	187.28±0.005i	409.72±0.00h	0.89±0.01f	311.4±0.03e
	90%	601.42±0.02c	1109.11±0.00b	2.75±0.005e	236.07±0.01f
	50%	798.20±0.005a	1871.73±0.05a	4.00±0.00d	429.49±0.005c
آب Water		93.4±0.3h	206.12±0.00i	0.81±0.00i	49.5±0.00i

حروف مشابه در هر ستون نشاندهنده‌ی عدم معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 1% می‌باشد

Similar letters in each column show that there were no significant differences at P< 0.01

ممشلو و همکاران (25) نیز نتایجی را در میوه ازگیل گزارش نمودند، و بیشترین مقدار ترکیبات فنلی را توسط حلال استون 80

درصد استخراج کردند. نوع ترکیبات فیتوشیمیایی ویژه هر گیاه و مدت زمان استخراج می‌تواند نقش مهمی در انتخاب نوع حلال و غلظت آن داشــته باشــد. جیــوانی و همکــاران (17) در مطالعــه ای بــه روی گیاه *Etlingeraelatior* Jack. بیشترین میزان ترکیبـات فنلـی را در عصاره استونی 50 درصد (687/00 میلی گـرم گالیـک اسـید در 100 گرم ماده خشک) گزارش کردند. محمدی و همکـاران (29) در نتـایج بررسی‌های خود به روی میزان ترکیبات فنلی و قدرت آنتی اکسیدانی پوست میوه خرمالو نشان دادند که عصاره اتـانولی از مقـدار ترکیبـات فنلی بیشتری نسبت به عصاره متانولی برخوردار بوده است. همچنـین عصاره متانولی از رانـدمان اسـتخراج بـالاتری برخـوردار بـوده اسـت. قادری قهفخری و همکـاران (9) بیـان نمودنـد کـه بیشـترین مقـدار ترکیبات فنلی به ترتیب در عصاره‌های متـانولی (80 درصـد)، اتـانولی (70درصد) و آبی یک واریته بلوط[1] حاصل گردید و عصاره‌های حاصل، از این نظـر اخـتلاف معنـی‌داری داشـتند. همچنـین مقایسـه میـزان ترکیبات فنلی عصاره‌ها نشان داد، عصاره استونی، اتانولی و متانولی به ترتیـب حـاوی بیشـترین مقـدار ترکیبـات فنلـی و پروآنتوسـیانیدین می‌باشند (23). تفاوت‌های موجود در مقادیر فنل کل در عصـاره‌هـای گوناگون به واسطه نحوه آماده سازی نمونه‌ها و روش‌هـای اسـتخراج است. اما آنچه از ایـن نتـایج بـر مـی‌آیـد ایـن اسـت کـه قطبیـت و ویسکوزیته بالای حلال در آزاد سازی مقادیر ترکیبـات فنلـی موثرنـد (13 و 45).

فلاونوئید کل

جدول 1 مقادیر فلاونوئید کـل را در عصـاره‌هـای مختلـف میـوه عناب نشان می‌دهد. حلال استون 50 درصد حداکثر مقـدار فلاونوئیـد کل (1871/73 میلی گرم کوئرستین در 100 گرم مـاده خشـک) را در خود نشان دادند. با افزایش غلظت حلال کاهش معنی‌داری در مقادیر فلاونوئید مشاهده گردید، که در عصاره متانولی این افزایش مشـاهده نگردید. محققین تفاوت‌های مشاهده شده بین عصاره‌های مختلـف را به تفاوت در قطبیت حلال‌های مورد استفاده مربوط می‌دانند. استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی از مواد گیاهی به حلالیـت ایـن ترکیبـات در حلال‌های مختلف بستگی دارد. به علاوه قطبیـت حـلال‌هـای مـورد استفاده نقش کلیدی را در افزایش حلالیت این ترکیبات بازی می‌کند (15، 16 و 41). سلمانیان و همکاران (40) به این نتیجه رسـیدند کـه نوع حلال مورد استفاده جهت اسـتخراج تـاثیر معنـی‌داری ($p<0.05$) برمقدار ترکیبات فلاونوئیدی عصاره‌های اتـانولی و متـانولی زولنـگ[2] داشته است بازده استخراج عصاره اتانولی سبزی زولنگ مورد بررسـی در مقایسه با بازده استخراج عصاره اتانولی چندین گونه رشد یافتـه در ترکیه بالاتر بود (21). از آن جایی که هـیچ یـک از روش‌هـای رنـگ سنجی نمی تواند همه انواع فلاونوئیـدها را شناسـایی کنـد و در روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید، تنهـا فـلاون‌هـا و فلاونـول‌هـا قادرنـد کمپلکس پایداری با آلومینیوم کلرید را تشکیل دهنـد و از نظـر کمـی اندازه گیری شوند (4)، لذا می‌توان نتیجه گرفت میـزان ایـن گـروه از فلاونوئیدها در عصاره متانولی زولنگ بالاتر از سایر فلاونوئیدها است. عصاره متانولی سبزی زولنگ با بیشترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی از فعالیت مهار کنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH و قدرت احیا کننـدگی آهن بالاتری نیز برخوردار بود (40). نظری و همکاران (30) در بررسی خواص آنتی اکسیدانی و میزان فنل و فلاونوئید کـل پوسـت درختـان اکالیپتوس[3] و کاج جنگلی[4] دریافتنـد کـه عصـاره اتـانولی اکـالیپتوس دارای مقادیر بیشتری از فنل و فلاونوئید تام می‌باشد.

آنتوسیانین

اثرات تیمار نوع حلال بر روی مقادیر آنتوسیانین کل در سـطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). نتایج نشان داد که عصاره‌های متـانولی 50 درصد (6/31 میلی گرم سیانیدین 3- گلوکوزید در 100 گرم مـاده خشک)، بالاترین عملکرد را از لحاظ استخراج مقادیر آنتوسیانین نشان دادند و آب دارای حداقل بازده بود. (جدول 1). متیویر و همکاران (27) متانول را به عنوان مـوثرترین حـلال بـرای اسـتخراج آنتوسـیانین از عصاره انگور معرفـی و تـاثیر آن را 73 درصـد بیشـتر از آب گـزارش کردند. زارع زاده مهریزی و همکاران (48) در بررسی نتـایج پـژوهش انجام شده به روی عصاره پوست انار بیان کردنـد کـه در مقایسـه بـا متانول اتیل استات و آب، اتانول به عنوان قطبـی تـرین حـلال مـورد استفاده در این تحقیق علاوه بـر ایـن کـه سـبب بیشـترین رانـدمان استخراج بوده بـالاترین میـزان آنتوسـیانین را از پوسـت خشـک انـار اسـتخراج نمـوده اسـت. تحقیقـات انجـام شـده بـه روی گیـاه *Etlingeraelatior* Jack ازعملکرد بهتر استون 50 درصد در مقایسه با غلظت‌های مختلف اتانول و متانول خبر می‌دهد (17).

ژوو و همکاران (50) در بررسی به روی عصاره سبوس گندم و نیز تورکمن و همکـاران (45) در مطالعـه ای کـه بـه روی عصـاره‌هـای مختلف چای صورت گرفت، استون 50 درصد را به عنـوان مـوثرترین حلال گزارش کردند. این تفـاوت ممکـن اسـت ناشـی از اخـتلاف در روش‌های آماده سازی عصاره و زمان عصاره گیـری باشـد جیـوانی و همکاران (17). قابلیت استخراج متابولیت‌های ثانویـه و از جملـه پلـی فنل‌ها تا حد زیادی متاثر از قطبیت و ویسکوزیته حلال هاسـت (13و 45).

1- *Q.branti var.persica*

1- *Eryngium caucasicum*Trautv

2- *Eucalyptus camaldulensis*

3- *pinus sylvestris*

جدول 2- مقایسه میانگین اثر تیمارهای نوع حلال بر روی خاصیت آنتی اکسیدانی میوه عناب

Table 2-Mean comparation of selected solvent effects on antioxidant activity of *Ziziphus jujube* Miller fruit

حلال Solvent	غلظت Concentration	IC50	FRAP (mmol Fe^{2+}/100g DW)
متانول Methanol	100%	39.86±0.01h	2.05±0.01f
	90%	34.24±0.01h	2.18±0.01f
	50%	25.93±0.01i	3.89±0.005e
اتانول Ethanol	100%	57.79±0.02f	1.25±0.04f
	90%	42.75±0.02g	1.87±0.01f
	50%	30.65±0.02hi	2.49±0.01f
استون Acetone	100%	87.03±0.02c	1.01±0.01f
	90%	39.60±0.01h	4.56±0.3e
	50%	25.09±0.02ij	5.11±0.04e
آب Water		132.01±0.04a	1.57±0.00f
BHT		13.47±0.00j	15.06±0.01a
Vit C		9.17±0.00k	10.33±0.00b

حروف مشابه در هر ستون نشاندهنده‌ی عدم معنی‌داری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 1% می‌باشد.

Similar letters in each column show that there were no significant differences at $P< 0.01$.

تانن کل

اثر تیمار حلال‌های به کار رفته در آزمایش بر روی مقادیر تانن کل در سطح 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 1). مقادیر تانن نیز در عصاره‌های آبی در مقایسه با سایر عصاره‌ها در کمترین سطح گزارش شد. اما در عصاره‌های متانولی بیشتر از بقیه بود. سطوح تانن با کاهش غلظت از (669/4 میلی گرم کاتکین در 100 گرم ماده خشک) در عصاره متانولی 100 درصد به (382/14 میلی گرم کاتکین در 100 گرم ماده خشک) در عصاره متانولی 50 درصد کاهش یافته است، که این مقادیر تفاوت معنی‌داری را در مقایسه با عصاره‌های استونی نشان می‌دهند. نلس میلوآ و همکاران (30) نیز گزارش کردند که حلال اتانول به منظور استخراج تانن برگ گیاه گواوا[1] عملکرد بهتری نسبت به استون داشته است. نتایج حاصل نشان می‌دهند که تانن‌ها به دلیل دارا بودن حلقه‌های بنزنی در مولکول خود، نوعی ویژگی آبگریزی دارند. از این رو به نظر می‌رسد که مناسب ترین حلال برای استخراج تانن ها، حلال‌هایی هستند که خاصیت آبدوستی دارند. در این میان و به منظور استخراج حداکثری ترکیبات حاوی تانن، متانول و استون بالاترین بازده را در مقایسه با حلال‌های آبی دارا می‌باشند.

1- Psidium guava

فعالیت آنتی اکسیدانی به دو روش DPPH و FRAP

نتایج حاصل از بررسی‌ها به دو روش DPPH و FRAP در این تحقیق نشان داد که خاصیت آنتی اکسیدانی مستقیما تحت تاثیر مقادیر ترکیبات فنلی قرار گرفته است. از شاخص IC50 به منظور بیان اثرات مهار کنندگی رادیکال‌های آزاد در روش DPPH استفاده گردید. بر این اساس هر چه مقدار IC50 کمتر باشد قدرت بازداری عصاره بیشتر بوده است. در میان حلال‌های مورد استفاده نیز استون 50 درصد بهترین بازده را در روش DPPH نشان داد (IC50=29/02). در مورد روش FRAP نیز غلظتی از حلال مذکور با عملکرد (5/11 میلی مول آهن IIدر 100 گرم ماده خشک) به مراتب از سایر حلال‌ها عملکرد بهتری داشت. بر اساس نتایج جدول 2 می‌توان گفت درصد مهار کنندگی DPPH و FRAP با کاهش غلظت حلال‌های متانول و استون رابطه مستقیم دارد.

ممشلو و همکاران (25) در بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ازگیل به این نتیجه رسیدند که عصاره استونی پس از آنتی اکسیدان سنتزی BHT در تمام غلظت‌ها دارای قدرت مهار کنندگی بالاتری نسبت به عصاره‌های دیگر داشت.

خانوی و همکاران (19) در مطالعه ای که به روی خواص آنتی اکسیدانی گونه‌های مختلفی خانواده لامیاسه[1] انجام داد، بیان کرد که مقادیر ترکیبات فنلی در عصاره اتانولی نسبت به عصاره متانولی بیشتر

بوده است.

در مطالعه ای به روی جاروب کردن رادیکال‌های آزاد عصاره‌های آنتی اکسیدانی پوست فندق که به وسیله حلال‌های مختلفی مورد استخراج قرار گرفته بودند نیز مشخص گردید که عصاره متانولی هر چند راندمان استخراج بالاتری نسبت به عصاره‌های اتانولی داشت اما دارای ترکیبات فنلی و قدرت رادیکال گیرندگی کمتری نسبت به عصاره به دست آمده از حلال اتانول بود (24). پشل و همکاران (34) با بررسی اثر پنج حلال آب، متانول، اتانول، استون و هگزان در استخراج عصاره از 13 نوع ضایعات میوه و سبزی و واحدهای فرآوری مواد گیاهی نشان دادند مطابق انتظار حلال‌های قطبی آب و متانول بیشترین بازده استخراج را داشتند. یائو و همکاران (47) به وسیله حلال‌های با قطبیت متفاوت (استون، اتانول، متانول) عصاره ی دانه‌های جو را استخراج کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که بیش ترین راندمان عصاره گیری مربوط به عصاره ی متانولی است.تینگ و همکاران (44) به بررسی خصوصیات آنتی رادیکالی و آنتی اکسیدانی گندم سیاه به وسیله ی حلال‌های متفاوت (استون، بوتانول، اتانول، متانول، اتیل استات) پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که بیشترین راندمان استخراج مربوط به عصاره ی متانولی است. ماساکو و همکاران (26) راندمان استخراج عصاره استونی ریشه گیاه سنا را 1/87 درصد گزارش دادند. فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره‌های متانولی، اتانولی و استونی دانه‌های جو نیز با دو روش مهار رادیکال‌های آزاد و قدرت احیاکنندگی مورد بررسی قرار گرفت و با اسید آسکوربیک و BHT مقایسه شد. نتایج حاکی از آن بود که در هر دو روش به ترتیب اسید اسکوربیک، BHT و عصاره استونی بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را داشته و اختلاف معنی‌داری بین عصاره‌های اتانولی و متانولی مشاهده نگردید (23).

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت در نوع و خلوص حلال ها، تفاوت در جزئیات روش استخراج عصاره (مانند زمان استخراج، سرعت اختلاط، نسبت میزان پودر به حلال و اندازه ذرات پودر) بر میزان استخراج ترکیبات فنولیک تاثیر می‌گذارند به طوری که در استخراج ترکیبات فنل و فلاونوئید کل استون 50 درصد بهترین عملکرد را در میان سایر حلال‌های به کار رفته داشته است و در مورد استخراج آنتوسیانین و تانن، به ترتیب متانول 50 درصد و متانول 100 درصد دارای بالاترین بازده استخراج بودند. در مورد استخراج متابولیت‌های ثانویه از میوه عناب آب از حداقل ظرفیت ممکن در بین سایر حلال‌ها برخوردار بوده است. بر این اساس می‌توان از استون 50 درصد به عنوان بهترین حلال در استخراج ترکیبات فنل و فلاونوئید و از متانول 50 درصد و 100 درصد به ترتیب به منظور استخراج آنتوسیانین و تانن استفاده نمود.

منابع

1-Anonymus. 2000. Quantification of Tannins in Tree Foliage. p. 4-5.

2-Benzie I.F., and Strain J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of Antioxidant Power: The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.

3-Broadhurst R.B., and Jones W.T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. Journal of the Science of Food and Agriculture, 29: 788-794.

4-Chang C., Yang M., Wen H., and Chern J. 2002. Estimation of total flavonoid contenting propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Analysis, 10:178-182.

5- Cheng Q. 2000. Flavonoids from *Ziziphus jujube* Mill var. *Spinosa*. Tetrahedron, 56:8915-8920.

6- Davarynejad G., 2012. Investigation of Antioxidant Capacity and Some Bioactive Compounds of Iranian Pistachio (*Pistachio vera*L.) Cultivars. Notulae Scientia Biologicae, 4 (4): 62-66.

7-Ebrahimi S., Sadeghi H., Pourmahmoudi A., Askariyan SH., and Askari S. 2010. Protective effect of *Zizphus Vulgaris* extract, on liver in laboratory rates. Journal of Science Souvenir, 16(2): 172-179. (In Persian with English abstract)

8-Gate L., Paul J., Nguyen Ba G., Tew D.K., and Tapiero H. 1999. Oxidative stress induced in pathologies: the role of antioxidants. Biomed &Pharmacother, 53:169-180.

9-Ghaderi Gh, farokhi M., Sadeghi Mahoonak A.R., Alami M., Ghorbani M., and Azizi M.H. 2012. Determination of antiradical activity, reducing power and total antioxidant activity of phenolic extracts of Acorn Fruit (*Q.brantiverpersica*). Journal of Research of Food Science and Technology, 21(1): 93-104. (in Persian with English abstract)

10-Giusti M.M., and Wrolstad R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad, R.E. (Ed.), Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, New York. Unit F1. 2.1-13.

1- Lamiaceae

11- Gulcin I., Oktay M., Kufrevioglu I.Ö., and Aslan A. 2002.Determination of antioxidant activity of Lichen *Cetriariaislandca* (L) Ach, Journal of Ethnopharmacology, 79:325-329.
12- Guo C., Cao G., Sofic E., and Prior R. 1997. High performance liquid chromatography coupled with colometric array detection of electroactive components in fruits and vegetables: Relationship to oxygen radical absorbance capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54:1787-1796.
13- Hayouni A., Abedrabba M., Bouix M., and Hamdi M. 2007. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercuscoccifera* L. and *Juniperusphoenicea* L. fruit extracts. Food Chemistry, 105:1126–1134.
14-Huang D.J., Chun-Der L., Hsien-Jung C., and Yaw-Huei L. 2004. Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] LamTainong 57') constituents. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 45.
15-Huang D., Ou B., and Prior R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53:1841–1856.
16-JavanmardiL., Stushnoff C., Locke E., and Vivanco J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic contents of Iranian *Ocimumaccessions*. FoodChemistry, 83:547–550.
17- JeevaniOsadeeWijekoon M.M., Bhat R., and KarimA.A. 2011. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bungakantan (*Etlingeraelatior* Jack.) inflorescence. Journal of Food Composition and Analysis, 24:615–619.
18- Kallithraka S., Viguera C. G. and Bakker, J. 1995. Survey of Solvents for the extraction of grape seed phenolics. Phytochemical analysis, 6:265-267.
19-KhanaviM., HajimahmoodiM. Cheraghi-NiroomandM., KargarZ. AjaniY.HadjiakhoondiA. andOveisi, M.R.2009. Comparisonoftheantioxidantactivityandtotalphenoliccontentsinsome Stachys species.AfricanJournalofBiotechnology, 8(6):1143-1147.
20-Kulisic T., Radonic A., Katalinic V. and Milos M. 2004.Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil.Food Chemistry, 85: 633-640.
21-KüpeliE., KartalM. AslanS. AndYesilada, E.2006.Comparativeevaluationoftheanti-inflammatoryandantinociceptiveactivityofTurkishEryngiumspecies.Journalof Ethnopharmacology, 107:32–37.
22-Liu X., Zhao M., Wang J., Yang B. and Jiang Y. 2008. Antioxidant activity of methanolic extract of emblica fruit (*Phyllanthusemblica* L.) from six region in China. Journal of Food Composition and Analysis, 21: 219-228.
23-Liu Q., and Yao H., 2007. Antioxidant activities of barley seeds extracts. Food Chemistry, 102: 732-737.
24-Locatelli M., Travaglia F., Coisson J.D., Martelli A., Stevigny C., and ArlorioM.2010. Analytical methods total antioxidant activity of hazelnut skin (*NocciolaPiemontePGI*): Impactof different roastingconditions.Food Chemistry, 119:1647-1655.
25-Mamashloo S., SadeghiMahoonak A.R., Ghorbani M., Alami M., and Khomeiri M. 2013.Theevaluation of antioxidant properties and stability of phenolic compounds from medlar (*Mespilusgermanica* L.) fruit. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 1(3): 219-228. (in Persian with English abstract)
26-MasokoD.,GaloloS.S.,MokgothoMP.,Eloff J.N.,HowardR.l., andMamparaL.J.2010.Evaluationof the antioxidant, antibacterial andanti-proliferativeactivitiesoftheacetoneextractoftherootsofsennaitulical(fabaceue).Journal of TraditionalComplementary and Alternative Medicine, 7(2):138-148.
27-Metivier R.P., Francis F.J., and Clydesdale F.M. 1980.Solvent extraction of anthocyanins from wine pomace. Journal of Food Science, 45: 1099-1100.
28-Milos M., Mastelic J., and Jerkovic I. 2000. Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgar* L. ssp. hirtum). Food chemistry, 71: 79-83.
29-Mohamadi M., ElhamiRad A.H., and Pourfallah Z. 2012.Determinationof total phenolic compound contents and antioxidant capacity of persimmon skin.Graduated of Food Science, 2(5): 41-55.(In Persian with English abstract)
30-Nazari S., Nazarnezhad N.J., and Ebrahimzadeh M.A. 2013.Evaluationof antioxidant properties andtotal phenolic and flavonoidscontentof *Eucalyptuscamaldulensis*and *Pinussylvestris*bark. IranianJournal of Wood and PaperScienceResearch, 28(3): 522-533. (In Persian with English abstract)
31- Neergheen S.V., Bahorun T., Jen S.L. and Arouma, I.O. 2007.Bioefficacy of Mauritian endemic medicinal plant: Assessment of their phenolic contents and antioxidant potential. Pharmaceutical Biology, 45:9-17.
32-MailoaMeigy N., Meta M., Amran L., and Natsir D. 2013. Tannin Extract of guava leaves (*PsidiumGuajava*L) variationwithconcentrationorganic solvents. International Journal of Scientific & Technology Research, 2 (9):106-110.
33- Pekic B. and Kovac V. 1997. Study of the extraction of Proanthocyanidins from grape seeds. Food Chemistry, 61:201-206.
34- Peschel W., Rabaneda F., Diekmann W., PlescherA.,GartzıaI.,Jimenez D.,Raventos L., Buxaderas S., and CodinaC.2006. Anindustrialapproachinthesearchofnaturalantioxidants from vegetable and fruit wastes. Food Chemistry,97(1):137 –50.
35- Prachayasittikul S., Buraparuangsang P., Worachartcheewan A., Isavankura-Na-Ayudhya C., Ruchirawat S. and Prachayasttikul V. 2008. Antimicrobial and antioxidative activities of bioactive constituents from

Hydnophytumformicarum Jack. Molecules, 13: 904-921.
36- Rezaie M., Farhoosh R., Iranshahi M., Sharif A., and Golmohamadzadeh S. 2015. Ultrasonic-assisted extraction of antioxidative compounds from Bene (*Pistaciaatlantica* subsp. mutica) hull using various solvents of different physicochemical properties. Food chemistry, 173:577-583.
37-Rimpapa Z., Toromanovic J., Tahirovic I., Sapcanin A., and Sofic E. 2007.Total content of phenols and anthocyanin in edible fruits from Bosnia. Bosnia journal of basic medical sciences, 7(2):119-122.
38-Rojas G., Levaro J., Tortoriello J. and Navarro V. 2001. Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicines for the treatment of respiratory disease. Journal of Ethnopharmacology, 74: 97-101.
39-Saha K., Lajis N.H., Israf D.A., Hamzah A.S., Khozirah S., Khamis S. and Syahida A. 2004. Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plant. Journal of Ethnopharmacology, 92: 263-267.
40- Salmanian Sh., SadeghiMahoonak A.R., Jamson M., and TabatabaeeAmid B. 2013. Identificationandquantificationofphenolicacids, radical scavenging activity andferric reducing power of *Eryngium caucasicum* Trautv.ethanolic and methanolic extracts. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 2(2):193-204. (In Persian with English abstract)
41-Silva E.M., Souza J.N.S., Rogez H., Rees J.F. and Larondelle Y .2006. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plants pecies from the Amazonian region.FoodChemistry, 101:1012–1018.
42-Samsam Shariat H. 2006. Herbalmedicine that classified according to their usage in traditional and modern medicine. Isfahan, Chaharbagh. P.137.
43- Sun T., and Ho H. 2005. Antioxidant activities of buckwheat extracts. Food Chemistry, 90:743–749.
44-Ting S. Chi-Tang H. 2005. Antioxidant activities of buckwheatextracts.Food Chemistry, 90:743- 749.
45- Turkmen, N., Sari F., and Velioglu Y.S. 2006. Effects of extraction solvents on concentrationand antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin-Ciocalteu methods. Food Chemistry, 99:835–841.
46- Wang H., Cao G., and Prior R.L. 1996.Total antioxidant capacity of fruits.Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44:701-705.
47- Yao H., Qing L.2007. Antioxidantactivitiesofbarleyseedsextracts.FoodChemistry, 102:732-737.
48-Zarezadeh Mehrizi R.A., Emam-Djomeh Z., ShahediBaghKhandan M., Loni E., Akhavan H.R., and Biabani J. 2015. Identification and quantification of anthocyanin in pomegranate peel extract. Journal of Food Science and Technology, 49(12): 31-40. (in Persian with English abstract)
49-ZargariA.Herbalremedies.6thed.Tehran: University Press, 1998:587-607.
50- Zhou K., and Yu L. 2004. Effects of extraction solvent on wheat bran antioxidant activity estimation.Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology, 37:717–721.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 167-179
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۷۹-۱۶۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تاثیر سلنیوم بر روی عملکرد و ویژگی‌های رویشی کلم تکمه‌ای کشت شده در هیدروپونیک

رزیتا خادمی آستانه[1*] - سید جلال طباطبائی[2] - صاحبعلی بلندنظر[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

سلنیوم (Se) یکی از عناصر مفید در گیاهان بوده که نه تنها رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه بعنوان یک عنصر مفید برای تغذیه انسان می‌باشد. به منظور ارزیابی تاثیر غلظت‌های مختلف سلنیوم بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد کلم تکمه‌ای (*Brassica oleracea* var. Gemmifera) آزمایشی با شش سطح سلنیوم (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر از منبع سلنات سدیم) در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که خصوصیات رویشی گیاهان با افزایش غلظت سلنیوم تا ۸ میلی‌گرم در لیتر افزایش و بعد از آن کاهش یافت. عملکرد گیاه نیز بطور معنی‌داری ($P\leq0.01$) تحت تاثیر تیمارهای سلنیومی قرار گرفت، بطوریکه با افزایش غلظت سلنیوم در محلول غذایی از ۰ تا ۸ میلی‌گرم در لیتر عملکرد افزایش و سپس کاهش یافت. حداکثر عملکرد در غلظت ۸ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که نسبت به شاهد۴۰ درصد افزایش عملکرد داشت. بنظر می‌رسد افزایش سطح برگ یکی از دلایل عمده در افزایش عملکرد در اثر افزودن سلنیوم به محلول غذایی باشد. بر اساس یافته‌های این تحقیق سلنیوم را می‌توان حداکثر تا غلظت ۸ میلی‌گرم در لیتر به منظور بهبود رشد و نمو گیاه به محلول‌های غذایی اضافه نمود.

واژه‌های کلیدی: آبکشت، تعداد جوانه، سطح برگ

مقدمه

سلنیوم یکی از عنصرهای شیمیایی غیرفلزی و کمیاب است و عنصری برای بسیاری از موجودات زنده ضروری است. با این حال از سلنیوم به عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان نام برده نشده است (۲۷). امروزه سلنیوم به دلیل حضور در سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی و تعادل هورمونی بعنوان یک عنصر اساسی برای سلامتی انسان و حیوان شناخته شده است (۲۴ و ۲۸ و ۳۱). گیاهان واکنش‌های فیزیولوژیک متنوعی را در برابر سلنیوم از خود بروز می‌دهند و برخی از گونه‌ها مقدار زیادی سلنیوم را در خود جمع می‌کنند، در حالی که بسیاری از گونه‌های گیاهی نسبت به وجود مقادیر زیاد سلنیوم در خاک و آب حساس بوده و سلنیوم برای آنها عنصری سمی محسوب می‌شود (۲۷). مقدار میانگین مورد نیاز مصرف سلنیوم برای انسان ۴۵ ماکروگرم و حد مجاز توصیه شده ۵۵ ماکروگرم و سطح قابل تحمل ۴۰۰ ماکروگرم می‌باشد (۵). اما سمیت حاد در حیوانات زمانی اتفاق می‌افتد که انسان یا دام از گیاهانی با غلظت ۱۰۰۰ ppm تغذیه نمایند. جذب و ذخیره سلنیوم توسط گیاهان به فرم شیمیایی، غلظت و به فاکتورهایی مثل pH، شوری و محتوای کربنات‌کلسیم و

توانائی گیاهان وابسته است (۲۸ و ۳۲). گیاهان به غلظت‌های بالای سلنیوم حساس هستند چرا که باعث کاهش رشد گیاه و ماده خشک گیاهی می‌گردد، با این حال غلظت‌های پایین سلنیوم موجب بهبود رشد در برخی از گیاهان شده است (۱۰ و ۱۷). غلظت پایین سلنیوم اثر مفیدی روی رشد، مقاومت به تنش در گیاهان، با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنها دارد (۲۸). سلنیوم مقاومت گیاهان را در شرایط تنش بالا می‌برد (۶) و توانائی افزایش رشد گیاهان تحت تنش را احتمالا از طریق حفظ آنزیم‌های کلروپلاست انجام می‌دهد (۸). سلنیوم در غلظت پایین رشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در گیاهان تک لپه و دولپه افزایش می‌دهد. پاسخ مثبت به کاربرد سلنیوم در کاهو (۳۳)، سیب‌زمینی (۲۹)، خردل‌هندی (۲۶)، تلخه (۱۴)، چچم (*Loliumperenne*)، (۱۳)، سویا (*Glycinemax* L.) (۶)، سیب‌زمینی (۲۹) و برگ چای سبز (۱۵) مشاهده شده است. تحقیقات نشان می‌دهدکه رابطه‌ی مثبتی بین غلظت سلنیوم و فعالیت گلوتاتیون پروکسیداز وجود دارد که این دلیلی برای به تاخیرانداختن پیری و

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: R.khademi@tabrizu.ac.ir)
۲- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.48532

افـزایش رشـد گیاهـان در حـال پیـر شـدن اسـت (۳۴). سـلنیوم در غلظت‌های کم در به تاخیر انداختن پیری و افزایش رشـد گیاهـان در حال پیری کاهو موثر است (۱۱). نتایج بررسی‌ها نشان داده است کـه کاربرد تیمارهای سلنیومی با توجه به افزایش سطح برگ گیاهان و در نتیجه فراهم‌آوری بالاتر آسیملاتها موجب افزایش رشد گیاه می‌گـردد (۲۵). همچنین نتایج بررسی‌ها حاکی از آن است که تمام ویژگی‌هـای رویشی گیاهان با توجه به غلظت سـلنیوم و ظرفیـت تجمـع گیاهـان متاثر از کاربرد سلنیوم شده و افزایش می‌یابد. از آنجائیکه تحقیقـی در خصوص تاثیر سلنیوم بر کلم تکمه‌ای انجام نشده است، بنابراین بنظر می‌رسد که مصرف این عنصر می‌تواند رشد و نمو و عملکرد این گیـاه را تحت تاثیر قرار دهد.

مواد و روش‌ها

آزمایش درمحیط کنترل شـده، گلخانـه تحقیقـاتی هیـدروپونیک گروه علوم باغبانی دانشـکده کشـاورزی دانشـگاه تبریـز، در زیـر نـور طبیعی اجرا گردید. گلخانه مورد استفاده دارای پوشش پلی اتیلن تـک لایه و مجهز به سیستم سرمایش به منظور کنترل دما در ماه‌های گرم سال و سیستم مه‌پاش به منظور کنترل رطوبت مـی‌باشـد کـه دمـای روزانه۳ ±۲۰ و دمای شبانه ۳±۱۶ تنظیم گردید. بذور کلـم بروکسـل رقم Gemmifera را به منظور جوانه‌زنی در ظـروف پتـری در دمـای آزمایشگاه قرار داده و پس از جوانه‌زنـی، گیاهچـه‌هـا بـه لیـوان‌هـای پلاستیکی و در مرحله چهار برگی به گلـدان‌هـای بزرگتـر کـه هـردو حاوی پرلایت بودند، منتقل شدند. زمانی که گیاهان به حد مناسـبی از رشد رسیدند (مرحله چهار برگی) به سیستم فلوتینگ انتقال یافتنـد. در این سیستم ریشه‌های گیاهان در محلول‌غـذایی شـناور بـوده و بسـتر کشتی استفاده نمی‌شود. محلول‌غذایی تغییر یافته هوگلنـد (جـدول ۱) تهیه و به مقدار ۱۲ لیتر به هر ظـرف (ارتفـاع ۴۰ سـانتی‌متـر و قطـر دهانه ۳۲ سانتی‌متر) اضافه گردید.

جدول۱- ترکیبات محلول غذایی تغییر یافته هوگلند

Table 1- The compounds modified Hoagland nutrient solution

عنصر Mineral (mg/l mg/L	منبع کودی Fertilizer source	غلظت عنصر(میلی گرم بر لیتر) Mineral concentration(mg /L)
K	KNO_3	200
Ca	$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	80
N	NH_4NO_3	250
P	KH_2PO_4	15
Mg	$MgSO_4.7H_2O$	60
B	H_3BO_3	5
Mn	$MnSO_4.4H_2O$	4
Zn	$ZnSO_4.5H_2O$	4
Cu	$CuSO_4.5H_2O$	2
Mo	$H_2MoO_4.H_2O$	1
Fe	FeEDTA	7

پس از گذشت حدود ۱۰ هفته از رشد گیاهان تیمارهـای سـلنیوم اعمال شد. تیمارها شـامل شـش سـطح سـلنیوم (۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ میلی‌گرم در لیتر) با استفاده از نمک سلنات سدیم (Na_2SeO_4) که بـا غلظت بالا بصورت محلول پایه تهیه و به محلول‌های غـذایی اضـافه شدند. کاهش در اندازه محلول‌غذایی داخل گلدان‌ها با اضـافه نمـودن روزانه محلول تازه جبران و Ec و pH محلـول‌هـای غـذایی بصـورت هفتگی کنترل می‌شد. با توجه به شدت نور، محلول غذایی حداکثر تـا یک هفته تعویض کامل می‌گشت.

پس از گذشت ۱۴ هفته از رشد گیاهان، زمانی که قطـر کلـم هـا تقریبا به ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر رسید، گیاهان برداشـت و بـه آزمایشـگاه انتقال داده شدند.

اندازه‌گیری خصوصیات رویشی

سطح برگ: به منظور تعیین سطح برگ گیاهان از دستگاه سـطح برگ‌سنج مدل (Li-Cor-Model Li 1300 USA) استفاده شد.

ارتفاع ساقه و تعداد برگ: در پایان آزمایش طول ساقه توسط متـر نواری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد برگ نیز شـمارش گردید..

وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه: وزن تر برگ‌ها و ساقه‌هـای جدا شده توسط ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شـد. وزن خشـک نیز هم بعد از قرارگیری در آون مدل (Shimaz Co., Iran) به مـدت ۴۸ ساعت برای ساقه‌ها و ۷۲ ساعت برای برگ‌ها در دمای ۸۰ درجـه سانتی‌گراد و ثابت ماندن وزن، سنجیده شـد. شـایان ذکـر اسـت کـه

برگ‌ها قبل از قرارگیری در آون به منظور تسریع در خشک شدن خرد شدند.

اندازه‌گیری خصوصیات رویشی

عملکرد، وزن تر و خشک و تعداد جوانه: جوانه‌ها در پایان آزمایش برداشت و توسط ترازو با دقت ۰/۱ گرم وزن شدند که به عنوان عملکرد و وزن تر جوانه هر گیاه گزارش گردید. وزن خشک جوانه‌ها بعد از قرارگیری در پاکت‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون مدل (Shimaz Co., Iran) با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و ثابت ماندن وزن، بدست آمد. همچنین به منظور محاسبه تعداد جوانه، در پایان آزمایش تعداد جوانه هر گیاه برداشت و شمارش گردید.

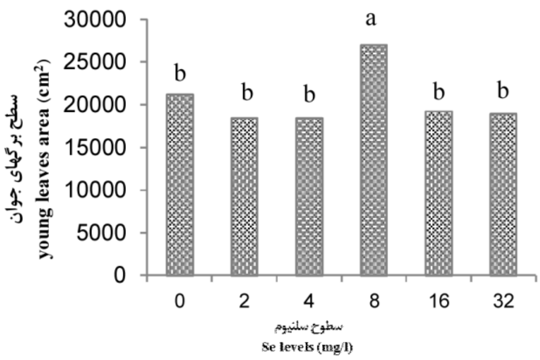
غلظت سلنیوم در برگ: عصاره حاصل از مرحله هضم با استفاده از دستگاه اسپکتوفوتومتر در طول موج ۵۱۳ نانومتر اندازه‌گیری شد و در نهایت غلظت در ماده خشک گیاهی محاسبه گردید.

تجزیه‌های آماری

آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SPSS و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و اشکال با کمک نرم‌افزار Microsoft Office Excel 2003 انجام گرفت.

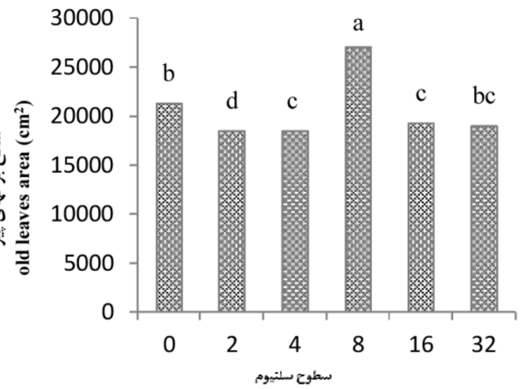
نتایج و بحث

اثر سلنیوم بر خصوصیات رویشی، نتایج این تحقیق نشان داد که خصوصیات رویشی گیاه کلم تکمه‌ای بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای سلنیومی قرار گرفت (جدول ۲). سطح برگ (جوان و پیر) در سطوح مختلف سلنیوم، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. با افزایش سلنیوم سطح برگ‌های جوان و پیر در مقایسه با شاهد کاهش یافت (به استثناء سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر). محلول غذایی حاوی ۸ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان توسعه برگ‌ها را در میان تیمارها داشت (شکل۱ و ۲). اما سایر سطوح شامل ۲، ۴، ۶، ۱۶ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم تاثیر کمتری را بر روی سطح برگ‌ها در مقایسه با شاهد نشان دادند و این سطوح در تاثیر بر روی برگ‌های جوان با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.



شکل ۱- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر سطح برگ‌های جوان کلم تکمه ای

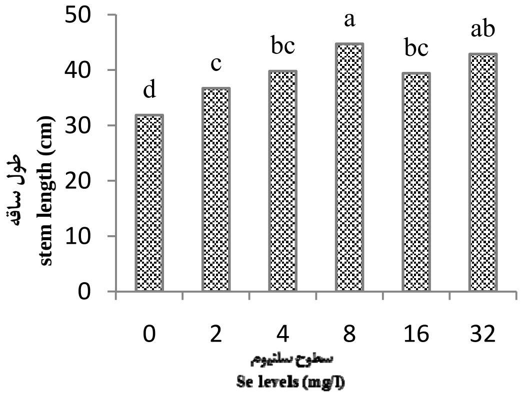
Figure 1- Effects of Se different levels on young leaves area in Brussels sprouts



شکل ۲- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر سطح برگ‌های پیر کلم تکمه ای

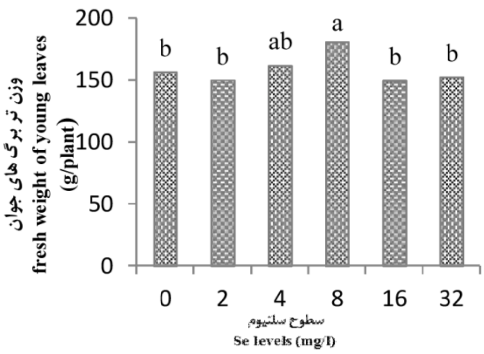
Figure 2- Effects of Se different levels on old leaves area in Brussels sprouts

طول ساقه در سطوح مختلف سـلنیوم اخـتلاف معنـی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد در مقایسه با شاهد نشان می‌دهد. بـا افـزایش سطوح سلنیوم تا سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر طول سـاقه افـزایش و در سطح ۱۶ میلی‌گرم در لیتر کاهش و سپس در سطح ۳۲ میلی‌گرم در لیتر افزایش یافت. سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر بیشـترین میـزان طـول ساقه را داشت. سطوح ۸ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. کمترین میزان طول ساقه را گیاه شـاهد نشـان داد (شکل۳). قطر ساقه در این تیمارها اختلاف معنـی‌داری را نشـان نداد.

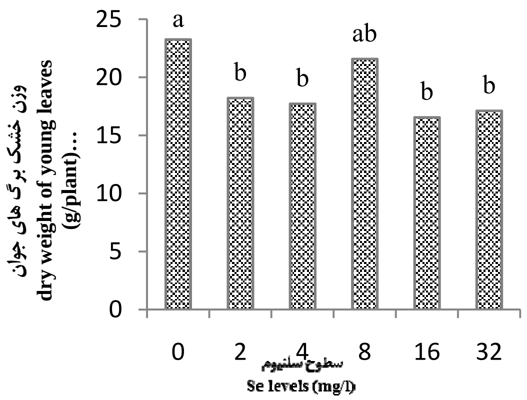


شکل ۳- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر طول ساقه کلم تکمه ای
Figure 3- - Effects of Se different levels on stem length in Brussels sprouts

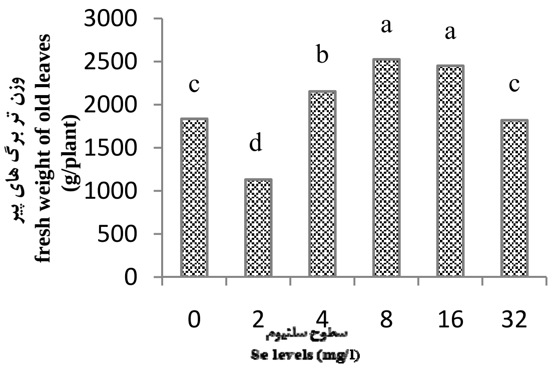
وزن‌تر بـرگ‌هـای جـوان در سـطوح مختلـف سـلنیوم اخـتلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (شکل۴). بیشـترین وزن‌تر برگ‌های جوان در سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم مشـاهده شد. سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم اختلاف معنی‌داری را با سـطح ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نداشت و همچنین سایر سـطوح و شـاهد نیز با هم و سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم اخـتلاف معنـی‌داری را نداشتند (جدول ۲). وزن خشک برگ‌های جوان نیز در سطح احتمال ۵ درصد در سطوح مختلف سلنیوم معنی‌دار گردید (شکل ۵). گیاهان شاهد بالاترین میزان وزن خشک برگ‌های جـوان و بـدون اخـتلاف معنی‌دار با سطح ۸ میلی‌گرم در لیتـر سـلنیوم را نشـان دادنـد. سـایر سطوح با هم و سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم اختلاف معنـی‌داری نداشتند (جدول ۲). وزن‌تر و خشک برگ‌های پیر در سطوح مختلـف سلنیوم اختلاف معنی‌داری را در سـطح احتمـال ۱ درصـد نشـان داد (شکل۶ و ۷). سطح ۸ و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم بالاترین میـزان وزن‌تر برگ‌های پیر را داشت. همچنین در سطح ۸ میلی‌گرم در لیتـر سلنیوم بالاترین میزان وزن خشـک بـرگ‌هـای پیـر مشـاهده شـد. پایین‌ترین میزان وزن‌تر برگ‌های پیر را سطح ۲ میلـی‌گـرم در لیتـر سلنیوم و پایین‌ترین میزان وزن خشک برگ‌های پیـر را گیـاه شـاهد نشان داد (شکل ۵).



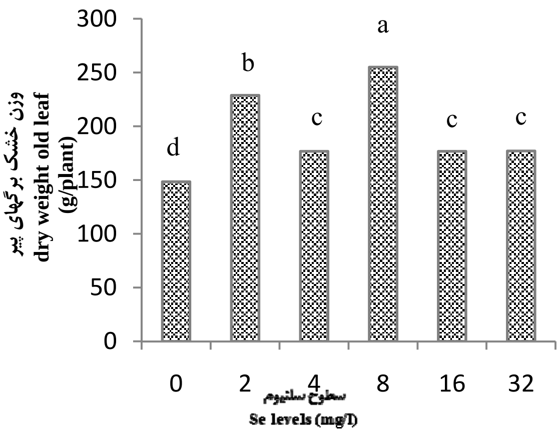
شکل ٤- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن تر برگ‌های جوان کلم تکمه ای
Figure 4- Effects of Se different levels on fresh weight young leaves in Brussels sprouts



شکل ۵- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن خشک برگ‌های جوان کلم تکمه ای
Figure 5- Effects of Se different levels on dry weight of young leaves in Brussels sprouts



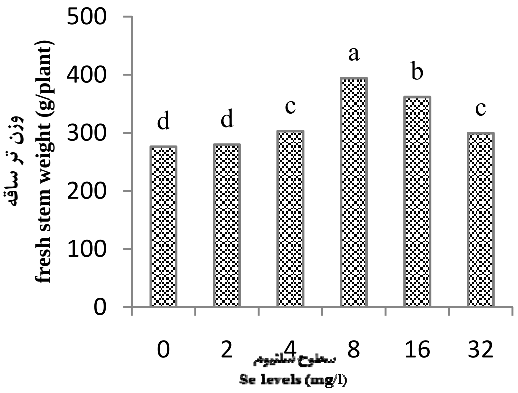
شکل ٦- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن تر برگ‌های پیر کلم تکمه ای
Figure 6- Effects of Se different levels on fresh weight old leaves in Brussels sprouts



شکل ۷- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر وزن خشک برگ‌های پیر کلم تکمه ای
Figure 7- Effects of Se different levels on dry weight old leaves in Brussels sprouts

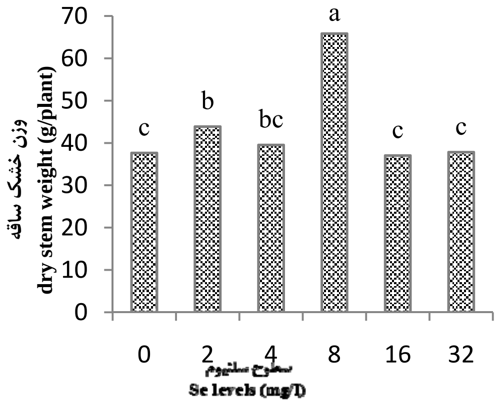
وزن‌تر ساقه در سطوح مختلف سلنیوم اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (شکل ۸). با افزایش سطح سلنیوم وزن‌تر ساقه در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بیشترین وزن‌تر ساقه در سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم مشاهده شد. پایین‌ترین میزان

وزن‌تر ساقه را شاهد و سطح ۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نشان داد که این دو با هم اختلاف معنی‌داری را نداشتند (جدول ۲). همچنین وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۱ درصد در سطوح مختلف سلنیوم معنی‌دار ردید (شکل ۹). تیمار ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم بالاترین میزان وزن خشک ساقه را داشت. سطوح ۱۶ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲).



شکل ۸- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر وزن ترساقه کلم تکمه ای

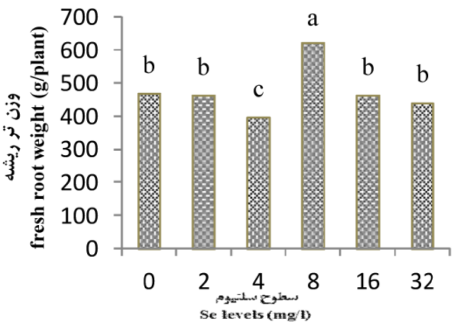
Figure 8- Effects of Se diffrents levels on fresh stem weight in Brussels sprouts



شکل ۹- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن خشک ساقه کلم تکمه ای

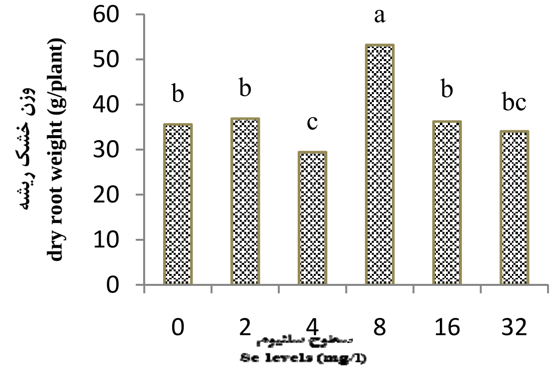
Figure 9- Effects of Se different levels on dry stem weight in Brussels sprouts

اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن‌تر و خشک ریشه کلم تکمه‌ای در در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (شکل۱۰ و ۱۱). بیشترین وزن تر و خشک ریشه در سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و پایین‌ترین میزان وزن‌تر و خشک ریشه در سطح ۴ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم مشاهده شد. سایر سطوح اختلاف معنی‌داری را نسبت به هم نداشتند (جدول ۲).



شکل ۱۰- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن تر ریشه کلم تکمه ای

Figure 10- Effects of Se different levels on fresh root weight in Brussels sprouts

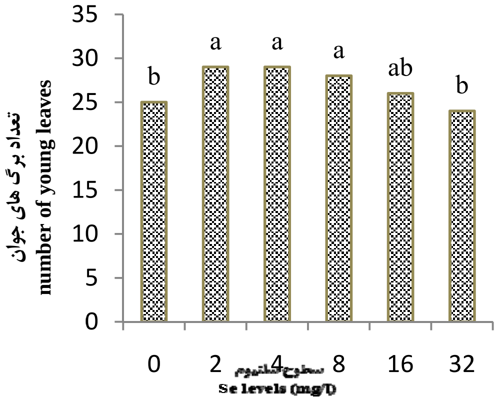


شکل ۱۱- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن خشک ریشه کلم تکمه ای

Figure 11- Effects of Se different levels on dry root weight in Brussels sprouts

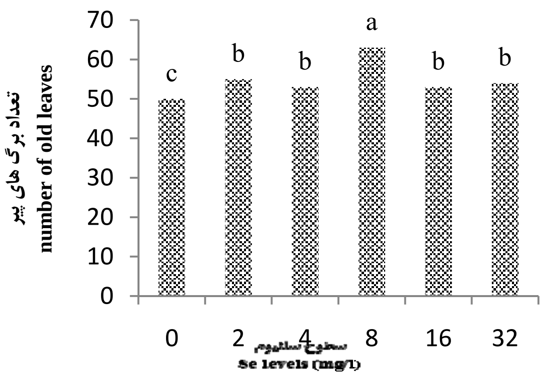
تعداد برگ جوان تحت تاثیر کاربرد سطوح مختلف سلنیوم اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ جوان را سطوح ۲، ۴ و ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و کمترین تعداد برگ جوان در گیاه شاهد و سطح ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم مشاهده شد. سطح ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم اختلاف معنی‌داری را با بالاترین و پایین‌ترین تعداد برگ جوان نشان نداد (شکل ۱۲). تعداد برگ پیر در سطوح مختلف سلنیوم اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد در مقایسه با شاهد نشان می‌دهد. سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تعداد برگ پیر و گیاه شاهد کمترین تعداد برگ پیر را داراست. سایر سطوح (۲، ۴، ۱۶ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر) اختلاف معنی‌داری را با هم نشان ندادند (شکل۱۳).

اثر سلنیوم بر عملکرد، نتایج این تحقیق در خصوص تاثیر غلظت‌های مختلف سلنیوم بر روی عملکرد گیاه کلم تکمه‌ای نشان داد که خصوصیات کمی شامل تعداد جوانه‌ها، وزن‌تر و خشک جوانه‌ها بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای سلنیومی قرار گرفته است (جدول ۳). با افزایش سطوح سلنیوم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد در تعداد جوانه کلم تکمه‌ای مشاهده گردید. بالاترین تعداد جوانه کلم تکمه‌ای را سطوح ۸ و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم و کمترین تعداد را سطح ۲، ۴ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نشان داد (شکل ۱۴). همانطور که جدول تجزیه واریانس (۳) نشان می‌دهد، وزن‌ترجوانه یا همان عملکرد کل و وزن خشک جوانه با افزایش سطوح سلنیوم تا سطح ۱۶ میلی‌گرم در لیتر افزایش معنی‌داری داشت و در سطح ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به کمترین مقدار خود رسید که در این سطح اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان نداد. وزن‌تر یا عملکرد و همچنین وزن خشک جوانه هردو اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند (شکل۱۵ و ۱۶).



شکل ۱۲- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر تعداد برگ‌های جوان کلم تکمه ای

Figure 12- Effects of Se different levels on number of young leaves in Brussels sprouts



شکل ۱۳- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر تعداد برگهای پیر کلم تکمه ای

Figure 13- Effects of Se different levels on number of old leaves in Brussels sprouts

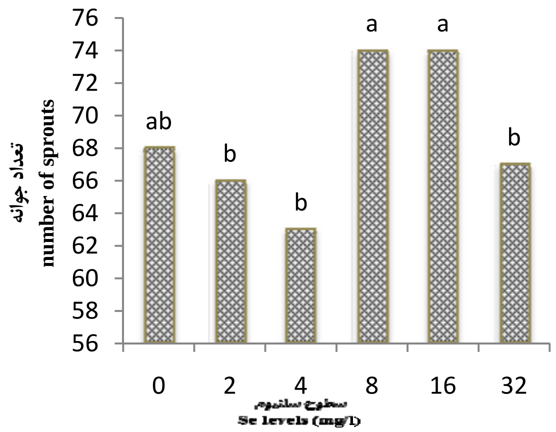
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سلنیوم بر خصوصیات رویشی کلم تکمه ای

Table 2- ANOVA of Se different levels effects on vegetative characteristics of Brussels sprouts

صفات characteristics	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Means of Squares	اشتباه آزمایشی Experimental error
سطح برگ جوان young leaf area	5	437768.468**	1256041.226
سطح برگ پیر old leaf area	5	84220000**	93280000
طول ساقه stem length	5	83.760**	165.54
وزن تر برگ جوان fresh weight young leaves	5	564.813*	3529.594
وزن خشک برگ جوان dry weight young leaves	5	29.233*	187.322
وزن تر برگ پیر fresh weight old leaves	5	1054496.62**	397253.162
وزن خشک برگ پیر dry weight old leaves	5	6320.917**	3684.328
وزن تر ساقه fresh stem weight	5	9228.500**	9228.5
وزن خشک ساقه dry stem weight	5	499.036**	190.995
وزن تر ریشه fresh root weight	5	23451.800**	23451.5
وزن خشک ریشه dry root weight	5	263.265**	228.508
تعداد برگ جوان number of young leaf	5	18.542*	88.25
تعداد برگ پیر number of old leaf	5	74.442**	72.75

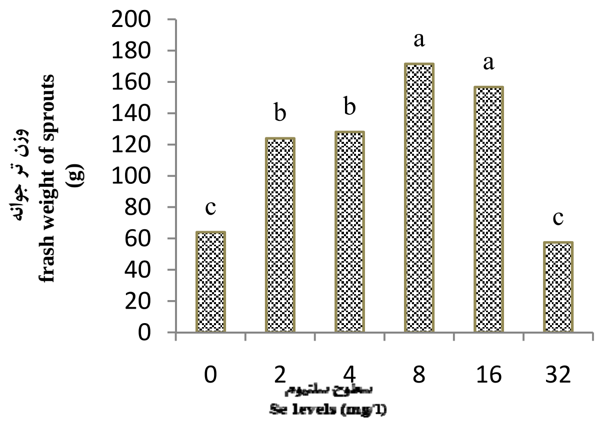
** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns اختلاف غیر معنی‌دار

**significant differentns in leves 1%, * significant differents in levels 5%, ns non significant differents



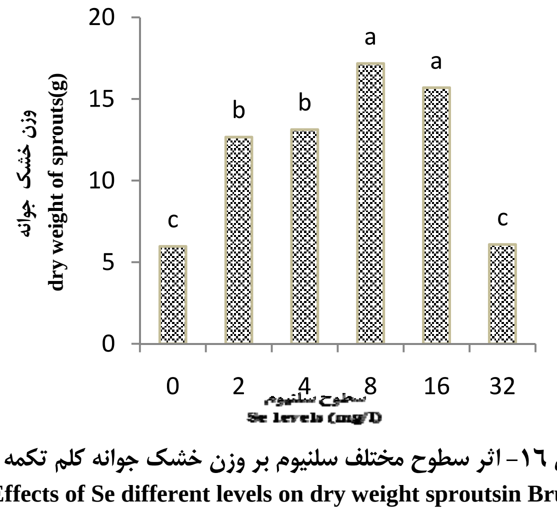
شکل ١٤- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر تعداد جوانه کلم تکمه ای

Figure 14- Effects of Se different levels on number of sprouts in Brussels sprouts



شکل ١٥- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن تر جوانه کلم تکمه ای

Figure 15- Effects of Se differents levels on fresh weight sprouts in Brussels sprouts



شکل ١٦- اثر سطوح مختلف سلنیوم بر وزن خشک جوانه کلم تکمه ای

Figure 16- Effects of Se different levels on dry weight sproutsin Brussels sprouts

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف سلنیوم بر خصوصیات کمی کلم تکمه ای

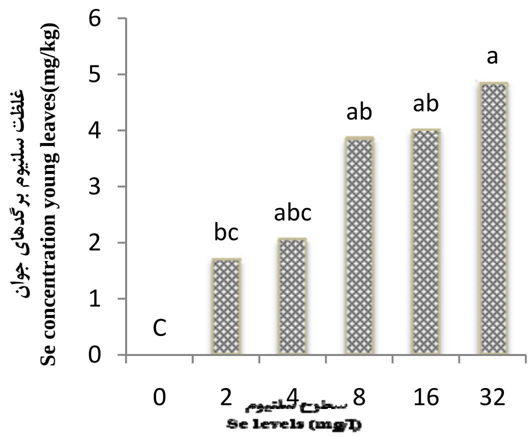
Table 3-ANOVA of Se different levels effects on quantitycharacteristics Brussels sprouts

صفات characteristics	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Means of Squares	اشتباه آزمایشی Experimental error
تعداد جوانه number of sprouts	5	77.242*	731.750
وزن تر جوانه fresh weight sprouts	5	8855.642**	3232.75
وزن خشک جوانه dry weight sprouts	5	90.457**	41.619

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns اختلاف غیر معنی‌دار

**significant differentns in leves 1%, * significant differents in levels 5%, ns non significant differents

غلظت سلنیوم، نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت سلنیوم در برگ‌های گیاه کلم تکمه‌ای بطور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای سلنیومی قرار گرفته است (جدول ۴). با افزایش سطوح سلنیوم غلظت سلنیوم در برگ‌های جوان افزایش یافت و در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بالاترین غلظت سلنیوم در برگ‌های جوان در سطح ۳۲ میلی‌گرم در لیترسلنیوم مشاهده شد. سطوح ۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم پایین‌ترین غلظت سلنیوم در برگ‌های جوان را بدون هیچ اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان دادند (شکل ۱۷). با توجه به جدول تجزیه واریانس (۴) با افزایش سطوح سلنیوم غلظت سلنیوم در برگ‌های پیر نیز افزایش یافت و اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. بالاترین غلظت سلنیوم در برگ‌های پیر را سطوح ۸ و ۱۶ و ۳۲ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نشان داد و گیاه شاهد نیز پایین‌ترین غلظت سلنیوم را در برگ‌های پیر نشان داد (شکل ۱۸).



شکل ۱۷- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر غلظت سلنیوم برگ‌های جوان کلم تکمه‌ای

Figure 17- Effects of Se different levels on selenium concentration young leaves in Brussels sprouts

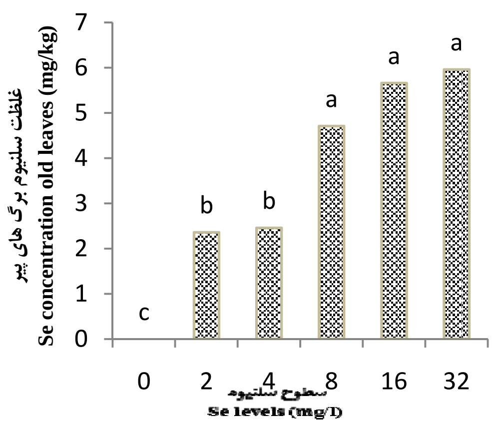
جدول ٤- تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف سلنیوم بر مقادیر سلنیوم در برگ‌های جوان و پیر کلم تکمه ای

Table 4-ANOVA of Se different levels effects on Se content in young and old leaves of Brussels sprouts

صفات characteristics	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Means of Squares	اشتباه آزمایشی Experimental error
غلظت سلنیوم برگ جوان selenium concentration young leaf	5	6.546*	8.170
غلظت سلنیوم برگ پیر selenium concentration old leaf	5	10.723**	2.907

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns اختلاف غیر معنی‌دار

**significant differentns in leves 1%, * significant differents in levels 5%, ns non significant differents



شکل ۱۸- اثرسطوح مختلف سلنیوم بر غلظت سلنیوم برگهای پیرکلم تکمه‌ای

Figure 17- Effects of Se different levels on selenium concentration old leaves in Brussels sprouts

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد سلنیوم تا سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش و سطوح بالاتر موجب کاهش سطح برگ‌های جوان و پیر کلم تکمه‌ای گردید. تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد سلنیوم موجب افزایش جذب پتاسیم می‌گردد (۱۶). این افزایش پتاسیم طبق تحقیقات باعث باز و بسته شدن روزنه‌ها و افزایش فشار تورژسانس و در نتیجه افزایش سطح برگ می‌گردد (۲۱). بر اساس تحقیقات بیان شده است که فشار اسمزی با تجمع پتاسیم در سلول باعث توسعه سلول و برگ می‌شود (۹). سطح برگ از خصوصیات مهم در رشد گیاه می‌باشد، به طوری که هرچه سطح برگ افزایش یابد مقدار فتوسنتز یا همان ماده‌سازی افزایش می‌یابد. به دنبال ماده‌سازی بیشتر میزان ماده خشک گیاهی نیز افزایش می‌یابد. گزارش شده است که افزایش غلظت پتاسیم در منطقه ریشه می‌تواند کارآیی فتوسنتزی برگ را افزایش دهد که این ممکن است باعث افزایش کلروپلاست هر سلول، تعداد سلول‌های هر برگ و در نهایت افزایش سطح برگ شود (۲۲)، همچنین تحقیقات نشان داده است که افزایش پتاسیم در فلفل باعث افزایش طول ساقه گیاه می‌شود. افزایش در سطح برگ و طول ساقه در تحقیق حاضر ممکن است ناشی از افزایش غلظت پتاسیم در گیاه باشد. گزارش شده است که کاربرد سلنیوم باعث افزایش معنی‌دار در تولید وزن خشک بخش رویشی و وزن خشک بذر در کلزا می‌شود (۱۲). کاربرد سلنیوم تا میزان مشخصی باعث افزایش وزن خشک ساقه در گیاه می‌گردد (۱۲ و ۲۳). دلیل بالاتر بودن ویژگی‌های رویشی در تیمار ۸ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم، بالا بودن سطح برگ در این تیمار و در نتیجه فراهم‌آوری بالاتر آسمیلاتها برای رشد گیاه می‌باشد (۲۵). افزایش غلظت سلنیوم تا میزان مشخصی باعث افزایش قابل توجه محتوای سلنیوم در محصولات مختلف می‌شود که نتیجه‌ی آن افزایش در عملکرد گیاهان از طریق حفاظت کلروفیل خواهد بود (۷ و ۲۳ و ۳۴). گیاهان به منظور حفاظت در مقابل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) دارای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) هستند، سلنیوم باعث افزایش فعالیت این دو آنزیم در غلظت‌های پایین می‌شود و احتمالا تولید برگ را در گیاهان از طریق افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌دهد (۲۳). اثرات افزایش رشد بوسیله‌ی سلنیوم ممکن است در نتیجه‌ی افزایش تجمع نشاسته در کلروپلاست (۱۸) و حفاظت محتوای سلول باشد (۳۴). گزارش شده است که در گندم کاربرد سلنیوم در خاک (۰/۰۵، ۰/۱۰ و ۰/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) باعث افزایش عملکرد و همچنین باعث افزایش قابل توجه در تولید ماده خشک دانه، کاه و کلش و ریشه می‌شود (۷). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که سلنیوم نه تنها باعث افزایش رشد و نمو گندم می‌شود بلکه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در گیاهان تحت شرایط تنش دمای پایین افزایش می‌دهد و می‌تواند باعث حذف گونه‌های فعال اکسیژن شود (۶). این مطالعه نیز مطابق با یافته‌های قبلی است و نشان می‌دهد که کاربرد سلنیوم تا غلظت ۸ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن تر برگ پیر، برگ جوان، ساقه و همچنین وزن خشک برگ پیر و ساقه می‌گردد. بر اساس تحقیقات مشخص گردیده که غلظت ۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم اثرات مثبت بر روی رشد غده‌های سیب‌زمینی دارد (۲۵). همچنین گزارش شده است که کلم‌های تیمار شده با سلنیوم فعالیت تنفس بالایی در برگ دارند که ممکن است با افزایش عملکرد رابطه داشته باشد (۳). محققان بیان کردند که از اثرات سلنیوم بر روی ویژگی‌های زایشی، تسریع مراحل زایشی و افزایش عملکرد بذر در گیاه کلزا می‌باشد (۱۲). همچنین نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که تیمار سلنیوم باعث افزایش در فتوسنتز، کاهش پیری برگ، افزایش تولید و انتقال آسمیلاتها در کاهو می‌گردد که نتیجه آن افزایش در عملکرد کاهو است (۳۴) که با نتایج آزمایش ما مطابقت دارد. کاربرد محلول‌پاشی سلنیوم بر روی گیاه کلزا، باعث بهبود عملکرد تحت شرایط تنش می‌شود (۳۵). نتایج آزمایشی نشان داد که کاربرد سلنیوم در غلظت پایین (۳ و ۶ میلی‌گرم

در لیتر) باعث افزایش عملکرد گیاهچه‌های گندم تحت شرایط تنش دمای پایین از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان می‌گردد (۱). همچنین محققان گزارش کردند که محتوای سلنیوم با افزایش غلظت سلنیوم در محلول غذایی هم در شیکوره و هم در کاهو افزایش می‌یابد و همچنین کاربرد سلنیوم در محلول غذایی گیاهان کاهو و شیکوره باعث افزایش در غلظت سلنیوم برگ‌ها می‌گردد که در نتیجه منجر به تاثیرات مثبت بر روی عملکرد گیاه خواهد بود (۱۸). گزارش شده است که اندام‌های هوایی دریافت کننده سلنات هستند (۲). نقش آنتی‌اکسیدانی سلنیوم وابسته به غلظت آن در محیط رشد و در بافت‌های گیاهی است، در غلظت‌های پایین فعالیت سلنیوم به صورت آنتی‌اکسیدانت است که منجر به کاهش فعالیت پروکسیداسیون لیپید می‌گردد، در حالیکه در غلظت‌های بالا موجب افزایش فعالیت - پروکسیداسیون لیپید در گندم (۱۹) و چچم (۴) می‌شود. فعالیت - پروکسیداسیون لیپید در برگ‌ها بستگی به غلظت سلنیوم در شاخه و فرم شیمیایی بکار رفته سلنیوم دارد.

نتیجه‌گیری کلی

بررسی ویژگی‌های رویشی کلم تکمه‌ای نشان داد که اثر افزایش سلنیوم بر وزن‌تر و خشک برگ، ساقه، ریشه، تعداد برگ و سطح برگ معنی‌دار است. سطح برگ، وزن‌تر و خشک برگ، ساقه و ریشه با افزایش سلنیوم تا سطح ۸ میلی‌گرم در لیتر افزایش و سپس کاهش یافت که به‌دلیل بالا بودن غلظت سلنیوم و اثرات سمیت آن بر روی کلم تکمه‌ای می‌باشد. طول ساقه در این تیمار معنی‌دار گردید اما قطر ساقه در این تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در ویژگی‌های کمی نیز تعداد جوانه‌ها بطور معنی‌داری ($P\leq0.05$) تحت تاثیر تیمارهای سلنیومی قرار گرفت و بالاترین تعداد جوانه را، دو سطح ۸ و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم نشان داد. همچنین با افزایش سطوح سلنیوم عملکرد، وزن تر و خشک جوانه افزایش معنی‌داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. سطوح ۸ و ۱۶ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم بالاترین وزن‌تر جوانه یا همان عملکرد کل و وزن خشک جوانه و سطح ۳۲ میلی‌گرم در لیتر و شاهد کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. در نهایت نتایج تحقیق نشان داد که تیمار سلنیوم موجب افزایش غلظت سلنیوم در برگ‌ها شد و از لحاظ آماری معنی‌دار گردید.

منابع

1- Abbas S. 2012. Effects of low temperature and selenium application on growth and the physiological changes in sorghum seedlings, Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 8:268-286.
2- Arvy M. P. 1993. Selenate and selenite uptake and translocation in bean plants (Phaseolus vulgaris), Journal of Experimental Botany, 44:1083-1087.
3- Broyer T. C., Lee D. C., and Asher C. J. 1966. Selenium Nutrition of Green Plants. Effect of Selenite Supply on Growth and Selenium Content of Alfalfa and Subterranean Clover, Plant and Physiology, 41:1425-1428.
4- Cartes P., Gianfreda L. and Mora M. L. 2005. Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenite forms, Plant and Soil, 276:359-367.
5- Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies, 2004, retrieved 2009
6- Djanaguiraman M., Devi D. D., Shanker A. K., Sheeba A. and Bangarusamy U. 2005. Selenium-an antioxidative protectant in soybean during senescence, Plant and Soil, 272:77-86.
7- Ducsay L., Ložek O. and Varga L. 2009. The influence of selenium soil application on its content in spring wheat, Plant and Soil Environment, 55(2):80-84.
8- Ekelund N. G. A. and Danilov, R. A. 2001.The influence of selenium on photosynthesis and light-enhanced dark respiration (LEDR) in the flagellate Euglena gracilis after exposure to ultraviolet radiation, Aquatic Science, 63:457-465.
9- Elumalai R. P., Nagpal P. and Reed J.W. 2002.A mutation in the Arabidopsis KT2/KUP2 potassium transporter gene affect a shoot cell expansion, Journal of Plant and Cell, 14:119-31.
10- Geoffroy L., Gilbin R., Simona O., Floriani M., Adama H., Pradines C., Cournac L. and Garnier-Laplace, J. 2007. Effect of selenate on growth and photosynthesis of Chlamydomonasreinhardtii, Aquatic Toxicology, 83:149-158.
11- Germ M. and Joe O. 2005. Selenium treatment affected respiratory potential in Eruca sativa, Acta Agriculture Slovenia, 85:329-335.
12- Hajiboland R. and Keivanfar N. 2011. Selenium supplementation stimulates vegetative and reproductive growth in canola (Brassica napus L.) plants, Acta Agriculture Slovenia, 99(1): 13-19.
13- Hartikainen H. and Xue T. 1999. The promotive effect of selenium on plant growth as trigged by ultraviolet irradiation, Journal of Environmental Quality, 28:1272-1275.
14- Hartikainen H., Xue T. and Piironen V. 2000. Selenium as an antioxidant and prooxidantin ryegrass, Plant. Soil, 225:193-200.
15- Hu Q. H., Xu J. and Pang G. X. 2003. Effect of selenium on the yield and quality of green tea leaves harvested in

early spring, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51:3379-3381.
16- Kopsell D.A., Randle W.M. and Mills H.A. 2000. Quantitative, chemically specific imaging of selenium nutrient accumulation in leaf tissue of rapid-cycling Brassica oleracea responds to increasing sodium selenate concentrations, Journal of Plant Nutrition, 23:927-935.
17- Lefsrud M.G., Kopsell D.E., Kopsell D.A., Randle D.E. and Kale W.M. 2006. Carotenoids are unaffected By whereas biomass production, elemental concentrations and selenium accumulation respond to changes in selenium fertility, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54:1764-1771.
18- Malorgio F., Diaz k., Ferrante A. 2009. Effects of selenium addition on minimally processed leafy vegetables grown in a floating system, Journal of Science Food Agriculture, 89:2243-2251.
19- Nowak J., Kaklewski K., Ligocki M. 2004. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants, Soil Biology Biochemistry, 36:1553-1558.
20- Pennanen A., Xue T. and Hartikainen H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irridiation stress, Journal Applied of Botany, 76:66-76.
21- Philippar K., Fuchs I., Luthen H., Hoth S., Bauer C.S. and Haga, K. 1999. Auxin induced k+ channel expression represents an essential step in coleoptiles growth and gravi- tropism. Proc. Natl, Academic Science USA, 96:1286-91.
22- Possingham J. V. 1980. Plastid replication and development in the life cycle of higher plants, Plant Physiology, 19:671-678.
23- Ramos S.J., Faguin V., Guilherme L.R.G., Castro E.M., Ávila F.W., Carvalho G.S., Bastos C.E.A. and Oliveira C. 2010. Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite, Plant and Soil Environment, 12:584-588.
24- Rayman M. P. 2000. The importance of selenium to human health, Lancet, 356(9225):233.
25- Rubio J. S., Garcia-Sanchez F., Rubio F. and Martinez V. 2009. Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K^+ and Ca^{2+} fertilization, Journal of Horticulture Science, 119:79-87.
26- Singh M., Singh H. and Bhandari D. K. 1980. Interaction of selenium and sulphur on the growth and chemical composition of raya, Soil Science, 129:238-244.
27- Terry N., Zayed A. M., De Souza M. P. and Tarun A. S. 2000.Selenium in higher plants. Annual, Review Plant Molecular Biology, 51:401-432.
28- Turakainen M. 2007. Selenium and its effects on growth, yield and tuber quality in potato, Section Crop Science Publication, 30:1-50.
29- Turakainen M., Hartikainen H. and Seppänen M.M. 2004. Effects of selenium treatments on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and concentrations of soluble sugars and starch, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52:5378-5382.
30- Turakainen M., Hartikainen H., Sarjala T. and Seppänenn M.M. 2008. Impact of selenium enrichment on seed potato tubers, Agriculture Food Science, 17:278-288.
31- White P. J., Broadley M. R. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets-iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine, Phytology, 182 (1):49-84.
32- Wu L. 2004. Review of 15 years of research on ecotoxicology and remediation of land contaminated by agricultural drainage sediment rich in selenium, Ecotology Environmen Safety, 57:257-269.
33- Xue T. L. and Hartikainen H. 2000. Association of antioxidative enzymes with the synergistic effect of selenium and UV irradiation in enhancing plant growth, Agriculture Food Science Finland, 9:177-186.
34- Xue, T., Hartikainen, H., and Piironen, V. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium in senescing lettuce. Plant and Soil. 27: 55-61.
35- Zahedi H., Noormohammadi Gh., Hossein Shirani Rad A. 2009. The effect zeolite and foliar application of selenium on growth yield and yield components of three canola cultivars under drought stress, Journal World Applied Science, 7(2):255-262.

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۸۹-۱۸۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 180-189
ISSN: 2008 - 4730

بهینه‌سازی کالوس‌زایی و باززایی دو توده بومی گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum– graecum*) در شرایط درون‌شیشه‌ای

حسن حسنی جیفرودی[۱]- مهدی محب‌الدینی[۲*]- بهروز اسماعیل‌پور[۳]- اسماعیل چمنی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۲

چکیده

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum– graecum* گیاهی یکساله از تیره بقولات است. ریشه، برگ و بذر آن دارای ترکیبات دارویی مهمی می‌باشد. تحقیق حاضر به منظور تعیین مناسبترین غلظت تنظیم کننده‌های رشد گیاهی برای تولید گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای با استفاده از ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل دو ژنوتیپ ایرانی (اردستانی و نیشابوری) شنبلیله انجام گرفت. ریزنمونه‌ها در محیط کشت MS حاوی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBAو TDZ جهت القای کالوس و باززایی مستقیم کشت گردیدند. در این آزمایش از دو ترکیب TDZ + IBAاستفاده شد. در ترکیب اول، IBA دارای ۴ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) و TDZ دارای ۵ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر) و در ترکیب دوم، IBA دارای ۴ سطح (۰، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ میلی‌گرم در لیتر) و TDZ دارای ۷ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۲۵، ۰/۳، ۰/۳۵، ۰/۴، ۰/۴۵ میلی‌گرم در لیتر) بودند. آزمایش‌ها بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل ژنوتیپ‌های اردستانی و نیشابوری کالوس‌زایی کردند، در حالیکه باززایی مستقیم تنها در ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بیشترین درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های کوتیلدون (۷۵ درصد) در ژنوتیپ نیشابوری و در محیط کشت MS حاوی ۰/۵ IBAmg l^{-1} + ۰/۴ TDZmg l^{-1} بدست آمد. همچنین بیشترین درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل (۷۵ درصد) در ژنوتیپ اردستانی مشاهده شد که در محیط کشت MS حاوی ۰/۵ IBAmg l^{-1} + ۰/۸ TDZmg l^{-1} بدست آمد. بیشترین درصد باززایی مستقیم (۳۷/۵ درصد) در ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری در محیط کشت MS حاوی ۰/۰۵ IBAmg l^{-1} + ۰/۳۵ TDZmg l^{-1} حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: بقولات، ریزنمونه، کوتیلدون، محیط کشت MS، هیپوکوتیل

مقدمه

شنبلیله (*Trigonella foenum–graecum*)، گیاهی یکساله، علفی و از تیره بقولات می‌باشد که بعنوان یک گیاه دارویی، زراعی، مرتعی، آرایشی و بهداشتی حائز اهمیت فراوان است (۱). مواد با اهمیت در برگ شنبلیله عبارت از کلسیم، آهن، کاروتن، اسیدآسکوربیک، پروتئین، تیامین و ریبوفلاوین است. برگ‌های جوان منبع خوبی از پروتئین، مواد معدنی و ویتامین A و C می‌باشد (۸ و ۵). حدود ۴۰ تا ۶۵ درصد بذور را مواد قندی که عمدتاً مربوط به موسیلاژ روی بذور است، تشکیل می‌دهد. بذور این گیاه حاوی پلی‌ساکارید گالاکتومنان‌ها[۵] و ساپونین‌هایی از قبیل دیوسژنین[۶]، یاموژنین[۷]، گیتوژنین[۸]، تیگوژنین[۹] و نئوتیگوژنس[۱۰] و فلاوونوییدهایی از جمله ویتکسین و همچنین مقداری آلکالوئید از جمله تری‌گونلین، ژنتیانین و کارپائین می‌باشد (۱۸ و ۱).

یکی از بخش‌های مهم بیوتکنولوژی، کشت بافت می‌باشد که جنبه‌های کاربردی زیادی در مطالعات علوم پایه گیاهشناسی، متابولیسم و فیزیولوژی گیاهی، شاخه‌های متفاوت کشاورزی و مهندسی ژنتیک دارد (۱۷). دلیل توجه به جنبه‌های مختلف کشت بافت گیاهان دارویی، بهینه نمودن این روش‌ها به عنوان ابزار مهم

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: Email: Mohebodini@uma.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.49180

5- Galactomannan
6- Diosgenin
7-Yamogenin
8-Gitogenin
9-Tigogenin
10-Neotigogens

جهت مهندسی ژنتیک این گیاهان و همچنین کاربرد آنها در اصلاح گیاهان دارویی می‌باشد، به گونه‌ای که ایجاد یک سیستم باززایی موثر و کارا شرط اولیه انتقال ژن به گیاهان است (۹). بررسی کشت بافت گیاه مورد بررسی نقطه شروعی برای جداسازی متابولیت‌های ثانویه در کشت کالوس نیز است. تولید متابولیت‌های ثانویه با خصوصیات دارویی در شرایط آزمایشگاهی فواید زیادی در مقایسه با استخراج این ترکیبات از گیاهان تحت شرایط طبیعی دارد و کنترل دقیق پارامترهای مختلف سبب می‌شود که کیفیت مواد حاصل در طول زمان تغییر نکند. در حالی که در شرایط طبیعی بطور مداوم تحت تاثیر شرایط آب و هوایی و آفات است. در نتیجه تلاش به منظور تحت کنترل درآوردن عوامل محیطی ضروری به نظر می‌رسد. پیش نیاز اصلی و اولین گام برای موارد فوق بهینه‌سازی یک سیستم کشت بافت مناسب می‌باشد.

در تحقیقی پروورو و همکاران (۱۵) ۳۱ ژنوتیپ شنبلیله را از نظر تولید کالوس مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از هورمون‌های 2,4-D[۱] و Kin[۲] و BAP[۳] موفق به تولید کالوس در زیرگونه‌های گیاه گیاه شنبلیله شدند. در مطالعه دیگری با استفاده از محیط کشت پایه موراشیگ و اسکوگ (MS)[۴]، به همراه ۳ میکرومولار NAA[۵]، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره مالت و ۱۵۰ میلی‌لیتر شیره‌ی نارگیل، تولید دیوسژنین در کالوس حاصل از برگ، ساقه و ریشه شنبلیله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج داده‌های آماری آنها نشان داد که دیوسژنین تولید شده در کالوس برگ نسبت به کالوس ریشه و ساقه بیشتر می‌باشد (۱۳). در تحقیق دیگری، نیکنام و همکاران (۱۲) تاثیر غلظت کلریدسدیم بر رشد، مقدار پروتئین، پرولین و میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز در گیاهچه‌ها و کالوس‌های حاصله از دو گونه‌ی شنبلیله را مورد بررسی قرار دادند. آپتی[۶] و همکاران (۳) تحقیقی با هدف تعیین رابطه بین پتانسیل‌های الکتروکینتیک[۷] و رشد در کشت‌های کالوس گیاه شنبلیله انجام دادند. جهت تولید کالوس از این گیاه، از سه ریزنمونه ریشه‌چه، کوتیلدون و برگ‌های جوان و محیط کشت گامبورگ تغییریافته[۸] استفاده کردند. آنها توده‌های کالوس را با تحریک مکانیکی از هم جدا کردند و در نتیجه سلول‌های مجزای بدست آمده به منظور اندازه‌گیری پتانسیل الکتروکینتیک نیز مورد استفاده قرار گرفت. مطالعات مربوط به اثرات افزایش سن روی پتانسیل الکتروکینتیک و شاخص رشد نشان داد که یک ارتباطی ما بین این دو پارامتر وجود دارد و میزان تغییر پتانسیل الکتروکینتیک با افزایش سن می‌تواند به عنوان یک پارامتر جهت مطالعه روند رشد سلول‌ها در کشت‌های کالوس مورد استفاده قرار گیرد.

از آنجاییکه تاکنون پاسخ توده‌های بومی گیاه دارویی شنبلیله به تنظیم کننده‌های رشد گیاهی جهت کالوس‌زایی و باززایی درون‌شیشه‌ای بصورت محدودی مورد بررسی قرار گرفته و همچنین کالوس‌زایی و باززایی دو توده‌ی اردستانی و نیشابوری مورد بررسی قرار نگرفته، از این رو هدف از این پژوهش، بهینه‌سازی دستورالعمل کالوس‌زایی و باززایی مناسب برای دو توده بومی گیاه دارویی شنبلیله می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ضدعفونی بذور

در این مطالعه از دو ژنوتیپ شنبلیله شامل توده بومی اردستانی و نیشابوری استفاده گردید. برای ضدعفونی بذور، ابتدا بذور در داخل بشر حاوی توری قرار داده شده و همراه با چند قطره مایع ظرفشویی به مدت ۳۰ دقیقه زیر آب جاری قرار گرفتند. سپس جهت از بین بردن آلودگی‌های میکروارگانیسمی (قارچ و باکتری) و ضدعفونی سطحی، از الکل اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و آبکشی با آب مقطر استریل شده و سپس استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد و ۵ درصد به مدت ۵ دقیقه به ترتیب برای بذور توده‌ی اردستانی و نیشابوری استفاده شد. همچنین در تمامی تیمارهای ضدعفونی از ماده توئین ۲۰، به مقدار ۱ الی ۲ قطره، به منظور تماس بهتر ماده ضدعفونی با پوشش بذر استفاده گردید. پس از ضدعفونی کردن بذور با محلول هیپوکلریت سدیم با آب مقطر استریل شسته شدند. عمل شستشو به نحوی بود که از آب مقطر استریل در سه نوبت شستشو استفاده شد.

کشت بذور

بذرهای استریل (اردستانی و نیشابوری) به تعداد ۱۰ تا ۱۲ عدد در شیشه‌های حاوی محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) کشت شدند. سپس بذرهای کشت شده در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی (شدت نور ۲۰۰۰ لوکس) و ۸ ساعت تاریکی در اتاقک رشد قرار داده شدند.

کشت ریزنمونه

برای هر کدام از توده‌ها جهت تهیه ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل از گیاهچه‌های ۸ روزه استفاده شد (شکل ۱). جهت

1- 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid
2- Kinetin
3- 6-Benzylaminopurine
4- Murashige and Skoog
5- 1-Naphthaleneacetic acid
6- Apte
7- Electrokinetic
8- Gamborgs medium modified

کالوس‌زایی و باززایی شاخه، ریزنمونه‌های توده‌های اردستانی و نیشابوری در ۴ تکرار در محیط کشت MS حاوی ترکیب غلظت‌های مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی کشت شدند. در این پژوهش از دو ترکیب هورمونی (TDZ[2] + IBA[1]) نیز استفاده شد. از ترکیب هورمونی اول در آزمایش اول و از ترکیب هورمونی دوم در آزمایش دوم استفاده شد. در ترکیب اول،IBA دارای ۴ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) و TDZدارای ۵ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر) بودند. در ترکیب دوم، IBA دارای ۴ سطح (۰، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵ میلی‌گرم در لیتر) و TDZدارای ۷ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۲۵، ۰/۳، ۰/۳۵، ۰/۴، ۰/۴۵ میلی‌گرم در لیتر) بودند. در آزمایش اول، ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل توده‌های اردستانی و نیشابوری، و در آزمایش دوم ریزنمونه هیپوکوتیل توده‌ی نیشابوری مورد استفاده شد. داخل هر پتری دیش ۸ ریزنمونه کشت گردید. بعد از استقرار ریزنمونه‌ها در محیط کشت، اطراف پتری دیش‌ها با پارافیلم بسته شد و در دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی (شدت نور ۲۰۰۰ لوکس) و ۸ ساعت تاریکی در اتاقک رشد قرار داده شدند. پس از انتقال ریزنمونه‌های کشت شده به اتاقک رشد، کنترل روزانه به منظور بررسی تغییرات در رشد و نمو، کالوس‌زایی و باززایی ریزنمونه‌ها و همچنین حذف کشت‌های آلوده انجام گرفت. در این آزمایش صفاتی از قبیل درصد تشکیل کالوس، وزن ترکالوس و درصد گیاهان باززایی شده، پس از گذشت ۴ هفته اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16، داده‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه شدند و سپس مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن[3] در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی ژنوتیپ، غلظت‌های مختلف هورمون‌های IBA و TDZ و همچنین اثرات متقابل آنها برای صفت درصد کالوس‌زایی در هر ریزنمونه کوتیلدون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سه‌گانه ژنوتیپ ×TDZ×IBA مقایسه میانگین ترکیبات تیماری با استفاده از روش مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. در ژنوتیپ اردستانی ریزنمونه‌های کوتیلدون در محیط کشت‌های فاقد هورمون TDZ کالوس‌زایی نکردند اما در ژنوتیپ نیشابوری در محیط کشت فاقد هورمون TDZ کالوس‌زایی صورت گرفت. در ژنوتیپ نیشابوری در محیط کشت‌هایی که هورمون IBA وجود نداشت کالوس‌زایی هم صورت نگرفت اما در ژنوتیپ اردستانی در محیط‌های فاقد هورمون IBA کالوس‌زایی انجام گرفت. در هر دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری ریزنمونه‌های کوتیلدون در محیط کشت MS فاقد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (شاهد) نیز کالوس‌زایی نکردند. بیشترین درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های کوتیلدون در ژنوتیپ نیشابوری مشاهده شد که در محیط کشت MS حاوی $IBAmg\ l^{-1}$ ۰/۵ + $TDZmg\ l^{-1}$ ۰/۴ بدست آمد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی ژنوتیپ و غلظت‌های مختلف هورمون‌های IBA و TDZ و اثرات متقابل ژنوتیپ ×TDZوIBA×TDZبرای صفت درصد کالوس‌زایی در هر ریزنمونه هیپوکوتیل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند.همچنین اثر متقابل ژنوتیپ × TDZ×IBA بر درصد کالوس-زایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که در هر دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری، ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در محیط کشت‌های MS فاقد تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBA و TDZ کالوس‌زایی نکردند. در ژنوتیپ اردستانی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در محیط کشت‌هایی که فاقد اکسین (IBA) بودند کالوس‌زایی نکردند اما در ژنوتیپ نیشابوری در محیط کشت فاقد اکسین هم کالوس‌زایی مشاهده شد. بیشترین درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در ژنوتیپ اردستانی مشاهده شد که در محیط کشت MS حاوی $IBAmg\ l^{-1}$ ۰/۵ + $TDZmg\ l^{-1}$ ۰/۸ با ۷۵ درصد بدست آمده بود (جدول ۲).

وزن کالوس ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی ژنوتیپ، غلظت‌های مختلف هورمون‌های IBA و TDZ و همچنین اثرات متقابل آنها بر وزن کالوس در هر ریزنمونه کوتیلدون در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین ترکیبات تیماری، بیشترین وزن کالوس ریزنمونه‌های کوتیلدون ۱/۱۲ گرم بود که در ژنوتیپ نیشابوری و در محیط کشت MS حاوی $IBAmg\ l^{-1}$ ۰/۵ + $TDZmg\ l^{-1}$ ۰/۴ مشاهده شد (جدول ۲).

1- Indole-3-butyric acid
2-Thidiazuron
3-Duncan

شکل ۱- گیاهچه‌های ۸ روزه جهت تهیه ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل

Figure 1- 8-day-old seedlings for providing cotyledon and hypocotyl explants

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر ترکیب اول IBA و TDZ بر صفات مورد اندازه‌گیری ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری

Table 1- ANOVA of the IBA and TDZ effect in first combination on measured traits in Ardestani and Neyshabouri genotypes with cotyledon and hypocotyl explants

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares				
		ریزنمونه هیپوکوتیل Hypocotyl Explant			ریزنمونه کوتیلدون Cotyledon Explant	
		باززایی Regeneration	وزن کالوس Callus weight	کالوس‌زایی Callus induction	وزن کالوس Callus weight	کالوس‌زایی Callus induction
ژنوتیپ Genotype	1	^{ns}3.90	0.25**	6246.25**	1.91**	6566.40**
TDZ	4	^{ns}15.62	0.45**	5935.46**	0.33**	2525.39**
IBA	3	^{ns}31.25	1.17**	17527.77**	0.75**	3756.51**
TDZ×ژنوتیپ TDZ × Genotype	4	^{ns}3.90	0.21**	2060.89**	0.16**	599.60**
IBA ×ژنوتیپ IBA × Genotype	3	^{ns}14.32	0.11*	780.75^{ns}	0.46**	1584.36**
TDZ × IBA	12	^{ns}18.22	0.14**	1258.78**	0.09**	507.81**
TDZ × IBA ×ژنوتیپ TDZ × IBA × Genotype	12	^{ns}27.34	0.08*	625.16*	0.08**	464.84**
اشتباه آزمایشی Error	120	0.13	0.003	62.01	0.002	14.37
ضریب تغییرات C.V(٪)		28.96	23.71	17.32	27.26	23.55

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

$^{ns, *}$ and **: Non-significant and significant at probability level of 5 and 1 %, respectively.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثـرات اصـلی ژنوتیپ، غلظت‌هـای مختلـف هورمـون‌هـای IBA و TDZ و اثـرات متقابـل ژنوتیـپ ×TDZ و TDZ×IBA بـرای صـفت وزن کـالوس ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در سطح احتمـال ۵ درصـد معنـی‌دار بودنـد، همچنین اثـر متقابـل ژنوتیـپ × IBA و ژنوتیـپ × TDZ×IBA در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میـانگین ترکیبات تیماری نشان داد که بیشـترین وزن کـالوس ریزنمونـه‌هـای هیپوکوتیل در ژنوتیپ اردستانی مشاهده شد که در محیط کشت MS حاوی ۰/۵ IBAmg l^{-1} + ۰/۸ TDZmg l^{-1} با ۰/۸۲ گرم بدست آمد (جدول ۲).

درصد باززایی ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل دو ژنوتیـپ اردستانی و نیشابوری

در هر دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری ریزنمونه‌های کوتیلدون در محیط کشت‌های حاوی سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBA و TDZ بـاززایی نکردنـد. همچنـین نتـایج حاصـل از تجزیـه واریانس داده‌های هیپوکوتیل نشـان داد کـه اثـرات اصـلی ژنوتیـپ و غلظت‌های مختلف هورمون‌های IBA و TDZ و اثرات متقابـل آنهـا برای صفت درصد باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل معنی‌دار نمی‌باشـد (جدول ۱). با وجـود عـدم معنـی‌داری هـیچ یـک از اثـرات، مقایسـه میانگین ترکیبات تیماری سه‌گانه تفاوت معنی‌داری را بین میانگین‌هـا نشان داد. بیشترین درصد باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در ژنوتیپ نیشابوری مشاهده شد که در محیط کشـت MS حـاوی ۰/۱ IBAmg l^{-1} + ۰/۴ TDZmg l^{-1} بـــا ۹/۳۷ درصـــد بـــاززایی صـــورت گرفـــت.ترکیبـــات تیمـــاری ۰ IBAmg l^{-1} + ۰/۶ TDZmgl^{-1} و ۰/۱ IBAmgl^{-1} + ۰ TDZmgl^{-1} و ۰/۱ IBAmg l^{-1} + ۰/۸ TDZmg l^{-1} بـرای ژنوتیـپ اردسـتانی و ۰ IBAmg l^{-1} + ۰/۴ TDZmg l^{-1}، ۰/۱ IBAmg l^{-1} + ۰/۸ TDZmg l^{-1}، ۰/۳ IBAmg l^{-1} + ۰/۲ TDZmg l^{-1}، ۰/۳ IBAmg l^{-1} + ۰/۶ TDZmgl^{-1}، ۰/۵ IBAmgl^{-1} + ۰ TDZmgl^{-1} و ۰/۵ IBAmgl^{-1} + ۰/۲ TDZmgl^{-1} بـرای ژنوتیپ نیشابوری با ۳/۱۲ درصد باززایی و همچنین ترکیبات تیمـاری ۰ IBAmg l^{-1} + ۰/۴ TDZmgl^{-1} و ۰/۱ IBAmgl^{-1} + ۰/۲ TDZmg l^{-1} برای ژنوتیپ اردستانی با ۶/۲۵ درصد باززایی، اختلاف معنی-داری با ترکیب تیمـاری ۰/۱ IBAmg l^{-1} + ۰/۴ TDZmg l^{-1} بـرای ژنوتیپ نیشابوری با بیشترین درصد باززایی نداشتند (جدول ۲).

بررسی تاثیر غلظت‌های دیگـری از ترکیـب هورمـونی IBA و TDZ بر صفات مورد ارزیابی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیـپ نیشابوری

از نتایج آزمایش‌هایی که در مرحله قبـل انجـام گرفـت مشـخص گردید ریزنمونه‌های هیپوکوتیـل ژنوتیـپ نیشـابوری کشـت شـده در محیط کشـت MSحـاوی ترکیـب هورمـونی TDZ + IBA واکـنش بهتری نسبت به باززایی نشان می‌دهند (در هر دو ژنوتیپ اردسـتانی و نیشابوری ریزنمونه‌های کوتیلدون باززایی نکردند). به همین منظور در آزمایشـی غلظـت‌هـای دیگـری از ترکیـب هورمـونی IBA و TDZ (جدول ۴) جهت افزایش میـزان بـاززایی ریزنمونـه‌هـای هیپوکوتیـل ژنوتیپ نیشابوری مورد استفاده قرار گرفت.

درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و اثر متقابل غلظت‌های مختلـف ترکیـب هورمـون‌هـای IBA و TDZ برای صفت درصد کالوس‌زایی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بـود (جدول ۳). ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در محیط‌های کشت فاقد اکسین (IBA) کالوس‌زایـی نکردنـد. طبـق نتـایج مقایسـه میـانگین داده‌هـا بیشترین درصد کالوس‌زایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل (۹۶/۸۷ درصـد) در محیط کشت MS حـاوی ۰/۱۵ IBAmgl^{-1} + ۰/۴۵ TDZmgl^{-1} مشاهده شد (جدول ۴).

وزن کالوس ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثـر متقابـل و اثرات اصلی غلظت‌های مختلف ترکیب هورمـون‌هـای IBA و TDZ بر وزن کالوس ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در سـطح احتمـال ۱ درصـد معنی‌دار می‌باشـد (جـدول ۳). بیشـترین وزن کـالوس ریزنمونـه‌هـای هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری (۰/۸۳ گرم) در محیط کشت MS حاوی ۰/۱۵ IBAmg l^{-1} + ۰/۲ TDZmgl^{-1} مشاهده شد (جدول ۴).

درصد باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثـر متقابـل و اثرات اصلی غلظت‌های مختلف ترکیب هورمـون‌هـای IBA و TDZ بر درصد باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل در سطح احتمـال ۱ درصـد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بیشترین درصـد بـاززایی ریزنمونـه‌هـای هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری در محیط کشت MS حاوی ۰/۰۵ IBAmgl^{-1} + ۰/۳۵ TDZmg l^{-1} با ۳۷/۵ درصـد بـاززایی صـورت گرفـت (جدول ۴). بطور کلی میزان باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیـپ نیشابوری در محیط‌های کشت حاوی ترکیب دوم تیمارهای هورمونی IBA و TDZ (جدول ۴) به مراتـب بیشـتر از ترکیـب اول تیمارهـای هورمونی IBA و TDZ (جدول ۲) بود. همچنین ریزنمونه‌هایی که در محیط کشت حاوی ترکیـب دوم تیمارهـای هورمـونی IBA و TDZ باززایی کرده بودند از رشد بیشتری برخوردار بودند.

جدول ۲-مقایسه میانگین تاثیر ترکیب اول IBA و TDZ بر صفات مورد اندازه‌گیری ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری

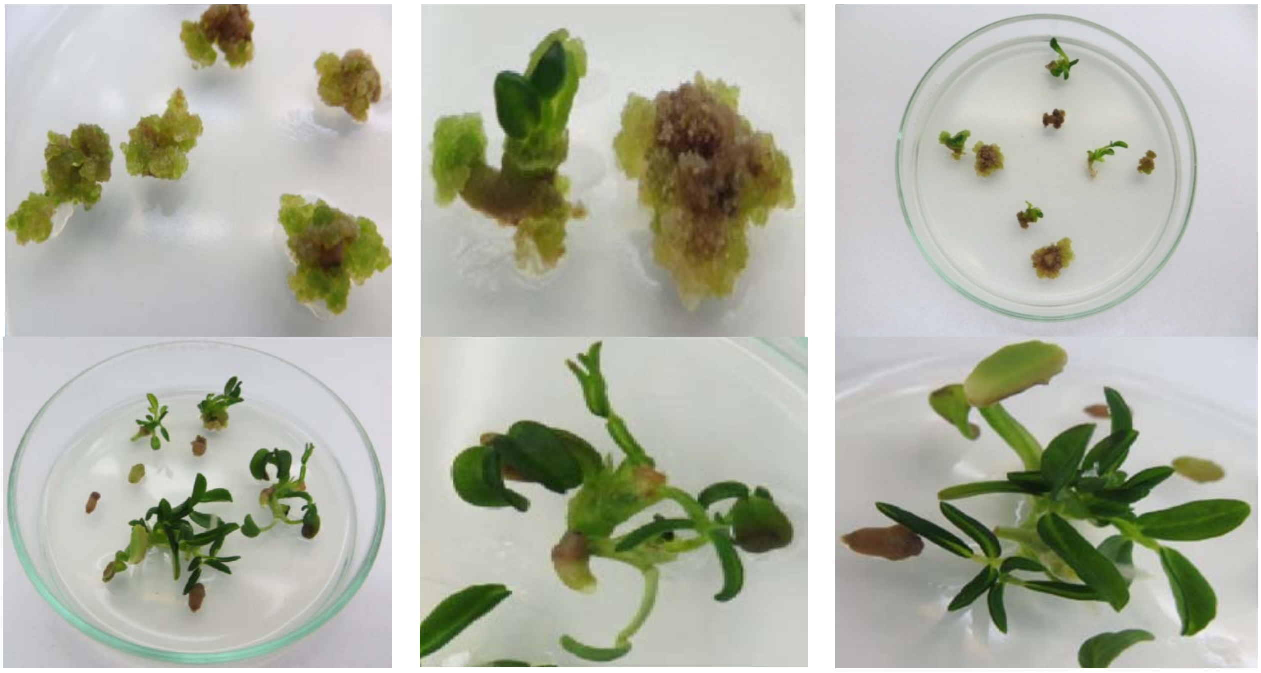
Table 2- Mean comparison of the effect of IBA and TDZ in first combination on measured traits in Ardestani and Neyshabouri genotypes with cotyledon and hypocotyl explants

ژنوتیپ Genotype	غلظت‌های مختلف هورمون different concentration of hormone (mg l^{-1})	ریزنمونه هیپوکوتیل Hypocoty Explant			ریزنمونه کوتیلدون Cotyledon Explant	
		باززایی Regeneration (%)	وزن کالوس Callus weight (g)	کالوس‌زایی Callus Production (%)	وزن کالوس Callus weight (g)	کالوس‌زایی Callus Production (%)
Ardestaniاردستانی	0 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0 IBA + 0.2 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{de}0.05	^{fg}9.37
Ardestani اردستانی	0 IBA + 0.4 TDZ	^{ab}6.25	^{j}0	^{i}0	^{de}0.07	^{efg}15.62
Ardestani اردستانی	0 IBA + 0.6 TDZ	^{ab}3.12	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0.1 IBA + 0 TDZ	^{ab}3.12	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0.1 IBA + 0.2 TDZ	^{ab}6.25	^{bcdef}0.47	^{efghi}21.87	^{de}0.06	^{efg} 18.75
Ardestani اردستانی	0.1 IBA + 0.4 TDZ	^{b}0	^{efghij}0.21	^{fghi}18.75	^{de}0.02	^{fg}6.25
Ardestani اردستانی	0.1 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{ij}0.02	^{hi}6.25	^{e}0.006	^{fg}6.25
Ardestani اردستانی	0.1 IBA + 0.8 TDZ	^{ab}3.12	^{bcdef}0.46	^{abcd}56.25	^{de}0.09	^{fg}12.50
Ardestani اردستانی	0.3 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{ij}0.06	^{ghi}12.50	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0.3 IBA + 0.2 TDZ	^{b}0	^{cdefgh}0.38	^{abcd}56.25	^{de}0.07	^{fg}12.50
Ardestani اردستانی	0.3 IBA + 0.4 TDZ	^{b}0	^{hij}0.06	^{hi}6.25	^{de}0.03	^{fg}9.37
Ardestani اردستانی	0.3 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{efghij}0.31	^{abcd}53.12	^{de}0.14	^{def}21.87
Ardestani اردستانی	0.3 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{efghij}0.24	^{ab}68.75	^{de}0.13	^{def}21.87
Ardestani اردستانی	0.5 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{efghij}0.24	^{cdefg}37.55	^{e}0	^{g}0
Ardestani اردستانی	0.5 IBA + 0.2 TDZ	^{b}0	^{ij}0.03	^{ghi}12.50	^{e}0.01	^{fg}6.25
Ardestani اردستانی	0.5 IBA + 0.4 TDZ	^{b}0	^{fghij}0.16	^{defgh}31.25	^{de}0.12	^{efg}15.62
Ardestani اردستانی	0.5 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{defghi}0.34	^{defghi}28.12	^{de}0.07	^{fg}12.50
Ardestani اردستانی	0.5 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{a}0.82	^{a}75	^{d}0.25	^{cdef}25
Neyshabouriنیشابوری	0 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0 IBA + 0.2 TDZ	^{b}0	^{j}0.008	^{hi}3.12	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0 IBA + 0.4 TDZ	^{ab}3.12	^{ij}0.02	^{hi}3.12	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0.1 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{j}0.01	^{hi}6.25	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0.1 IBA + 0.2 TDZ	^{b}0	^{ghij}0.11	^{cdefg}37.50	^{de}0.08	^{efg}15.62
Neyshabouri نیشابوری	0.1 IBA + 0.4 TDZ	^{a}9.37	^{efghij}0.29	^{bcdef}43.75	^{de}0.20	^{def}21.87
Neyshabouri نیشابوری	0.1 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{efghij}0.31	68.75^{ab}	^{d}0.26	^{bcde}34.37
Neyshabouri نیشابوری	0.1 IBA + 0.8 TDZ	^{ab}3.12	^{efghij}0.29	^{abcd}53.12	^{bc}0.54	^{bc}43.75
Neyshabouri نیشابوری	0.3 IBA + 0 TDZ	^{b}0	^{j}0	^{i}0	^{e}0	^{g}0
Neyshabouri نیشابوری	0.3 IBA + 0.2 TDZ	^{ab}3.12	^{efghij}0.22	^{abcde}50	^{d}0.25	^{cdef}25
Neyshabouri نیشابوری	0.3 IBA + 0.4 TDZ	^{b}0	^{abcd}0.62	^{abc}65.62	^{bc}0.56	^{b}53.12
Neyshabouri نیشابوری	0.3 IBA + 0.6 TDZ	^{ab}3.12	^{abc}0.68	^{abc}65.62	^{c}0.45	^{bcd}40.62
Neyshabouri نیشابوری	0.3 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{cdefg}0.40	^{abc}65.62	^{de}0.23	^{bcde}34.37
Neyshabouri نیشابوری	0.5 IBA + 0 TDZ	^{ab}3.12	^{ghij}0.08	^{defgh}31.25	^{de}0.04	^{fg}12.50
Neyshabouri نیشابوری	0.5 IBA + 0.2 TDZ	^{ab}3.12	^{cdefg}0.40	^{bcdef}43.75	^{b}0.68	^{bcde}34.37
Neyshabouri نیشابوری	0.5 IBA + 0.4 TDZ	^{b}0	^{bcde}0.50	^{abc}62	^{a}1.12	^{a}75
Neyshabouri نیشابوری	0.5 IBA + 0.6 TDZ	^{b}0	^{ab}0.75	^{abc}65.62	^{bc}0.50	^{cdef}25
Neyshabouri نیشابوری	0.5 IBA + 0.8 TDZ	^{b}0	^{abc}0.70	^{ab}68.75	^{bc}0.59	^{bcde}34.37

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p<0.05$)اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly differentbase on Duncan multiple range test ($p<0.05$).

از جمله عواملی که در تولید کالوس و بـاززایی موثرنـد، ژنوتیـپ، تنظیم کنندههای رشد، محیط کشت، نوع ریزنمونـه، سـن ریزنمونـه و شرایط محیطی می‌باشد (۶). نتایج نشان داده است که وابستگی القای کالوس و باززایی گیاه به ژنوتیپ اجتناب ناپذیر است و القای کالوس و باززایی گیاه با ژنوتیپ گیاه تغییر می‌کند. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده که پاسخ‌های متفاوت ریزنمونه‌های مختلـف یـک گیـاه بـه هورمون در یک محیط کشت در نتیجه اختلاف در خصوصـیات ویـژه درون سلولی ریزنمونه‌هـا از قبیـل بیـان ژن و سـطوح هورمـون‌هـای درون‌زاد ریزنمونه است (۶).



شکل ۲- القای کالوس و باززایی شاخساره از ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

Figure 2-Callus induction and shoot regeneration from hypocotyl explants in Neyshabouri genotype

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر ترکیب دوم IBA و TDZ بر صفات مورد اندازه‌گیری ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

Table 3- ANOVA of the IBA and TDZ effect in second combination on measured traits in Neyshabouri genotype with hypocotyl explant

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares		
		وزن کالوس Callus weight	باززایی Regeneration	کالوس‌زایی Callus induction
IBA	3	1.21**	829.61**	25258.09**
TDZ	6	0.17**	517.11**	5175.31**
IBA × TDZ	18	0.10**	234.99**	1844.46**
اشتباه آزمایشی Error	84	0.004	1.62	63.67
ضریب تغییرات C.V (٪)	-	25.09	19.03	18.38

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

**: Significant at probability level of 1 %

جدول ٤- مقایسه میانگین تاثیر ترکیب دوم IBA و TDZ بر صفات مورد اندازه‌گیری ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری

Table 4- Mean comparison of the effect of IBA and TDZ in second combination on measured traits in Neyshabouri genotype with hypocotyl explant

غلظت‌های مختلف هورمون Different concentrations of hormone ($mg\ l^{-1}$)	وزن کالوس Callus weight (g)	باززایی Regeneration (%)	کالوس‌زایی Callus induction (%)
0 IBA + 0 TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.2TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.25 TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.3TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.35TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.4 TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0 IBA + 0.45 TDZ	$^{gh}0.04$	$^{d}6.25$	$^{hi}12.50$
0.05 IBA + 0TDZ	$^{gh}0.04$	$^{d}0$	$^{hi}15.62$
0.05 IBA + 0.2 TDZ	$^{gh}0.05$	$^{d}6.25$	$^{ghi}21.87$
0.05 IBA + 0.25TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0.05 IBA + 0.3 TDZ	$^{efgh}0.19$	$^{b}21.87$	$^{fgh}34.37$
0.05 IBA + 0.35 TDZ	$^{bcd}0.44$	$^{a}37.5$	$^{abc}84.37$
0.05 IBA + 0.4 TDZ	$^{efg}0.23$	$^{b}21.87$	$^{abcd}78.12$
0.05 IBA + 0.45 TDZ	$^{cde}0.35$	$^{d}6.25$	$^{bcde}68.75$
0.1 IBA + 0TDZ	$^{h}0$	$^{d}0$	$^{i}0$
0.1 IBA + 0.2 TDZ	$^{def}0.32$	$^{d}0$	$^{bcde}62.50$
0.1 IBA + 0.25TDZ	$^{b}0.59$	$^{d}0$	$^{ab}87.50$
0.1 IBA + 0.3 TDZ	$^{efgh}0.19$	$^{cd}9.37$	$^{def}56.25$
0.1 IBA + 0.35 TDZ	$^{bcd}0.46$	$^{d}3.12$	$^{bcde}68.75$
0.1 IBA + 0.4 TDZ	$^{bcd}0.48$	$^{d}0$	$^{abcd}81.25$
0.1 IBA + 0.45 TDZ	$^{fgh}0.13$	$^{bc}15.62$	$^{efg}43.75$
0.15 IBA + 0TDZ	$^{gh}0.07$	$^{d}0$	$^{hi}18.75$
0.15 IBA + 0.2TDZ	$^{a}0.83$	$^{d}0$	$^{ab}87.50$
0.15 IBA + 0.25 TDZ	$^{bcd}0.47$	$^{cd}9.37$	$^{abcd}71.87$
0.15 IBA + 0.3 TDZ	$^{bc}0.54$	$^{cd}9.37$	$^{cde}59.37$
0.15 IBA + 0.35 TDZ	$^{bcd}0.50$	$^{b}18.75$	$^{abc}84.37$
0.15 IBA + 0.4 TDZ	$^{bcd}0.51$	$^{d}3.12$	$^{abcd}81.25$
0.15 IBA + 0.45 TDZ	$^{b}0.57$	$^{b}18.75$	$^{a}96.87$

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($p<0.05$) اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different base on Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

در این تحقیق ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل دو ژنوتیپ بومی اردستانی و نیشابوری کشت شده در محیط‌های کشت حاوی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBA + TDZ بعد از گذشت دو هفته در اکثر محیط‌های کشت به القای کالوس واکنش نشان دادند. نتایج نشان داد که جهت کالوس‌زایی وجود هورمون ضروری است به گونه‌ای که ریزنمونه‌های کوتیلدون و هیپوکوتیل ژنوتیپ‌های اردستانی و نیشابوری در محیط‌های کشت فاقد تنظیم کننده‌های رشد گیاهیIBA و TDZ(شاهد) کالوس‌زایی نکردند. در هر دو ژنوتیپ اردستانی و نیشابوری ریزنمونه‌های هیپوکوتیل به مراتب از درصد کالوس‌زایی بالاتری نسبت به ریزنمونه‌های کوتیلدون نیز برخوردار بودند. رشد کالوس در یک گونه گیاهی بر اساس نوع ریزنمونه آن گیاه متفاوت بوده است (۱۱). باززایی در شرایط درون‌شیشه‌ای به استفاده از هورمون‌های گیاهی و همچنین به توانایی بافت‌ها برای پاسخ به این تغییرات هورمونی در طول کشت وابسته است. به طور کلی کنترل فرآیندهای تمایزیابی بستگی به حضور اکسین و سایتوکنین داشته و توازن بین آن‌ها تولید اندام هوایی و ریشه را سبب می‌شود. گرچه میزان تنظیم کننده‌های رشد خارجی به ژنوتیپ و مقدار هورمون داخلی گیاه بستگی دارد (۴). در بسیاری از گونه‌های گیاهی، هورمون TDZ نسبت به سایر سایتوکنین‌ها دارای تاثیر بیشتری جهت القای باززایی درون‌شیشه‌ای می‌باشد (۹). تاثیر TDZ بر القای جوانه‌های نابجا و باززایی بستگی به سطح هورمون داخلی دارد و این تنظیم کننده رشد منجر به تنظیم سطح اکسین در گیاه می‌شود (۷).

ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ‌های اردستانی و نیشابوری کشت شده در محیط‌های کشت حاوی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی IBA و TDZ پس از گذشت ۲ هفته شروع به باززایی کردند. بطور کلی مقدار باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری به مراتب بیشتر از ژنوتیپ اردستانی بود.میزان تولید باززایی به میزان تنظیم کننده‌های رشد خارجی وابسته است و میزان تنظیم کننده‌های رشد خارجی نیز به ژنوتیپ و مقدار هورمون داخلی گیاه بستگی دارد (۱۴). طبق نتایج، بیشترین درصد باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری در

محیط کشت MS حاوی $0/05\ IBAmgl^{-1} + 0/35\ TDZmgl^{-1}$ با ۳۷/۵ درصد باززایی صورت گرفت. بطور کلی میزان باززایی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری در محیط‌های کشت حاوی ترکیب دوم تیمارهای هورمونی IBA و TDZ به مراتب بیشتر از ترکیب اول تیمارهای هورمونی IBA و TDZ بود. همچنین ریزنمونه‌هایی که در محیط کشت حاوی ترکیب دوم تیمارهای هورمونی IBA و TDZ باززایی کرده بودند از رشد بیشتری برخوردار بودند. عکس‌العمل ریزنمونه‌های مختلف بسته به نوع، مقدار و روابط هورمونی داخل اندام مورد کشت متفاوت می‌باشد. می‌توان نتیجه گرفت عکس‌العمل گیاهان مختلف، ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان و نوع ریزنمونه به دلیل برخورداری از ساختار ژنتیکی متفاوت و خاص گیاه و اثرات شرایط مختلف محیطی در بیان و تظاهر عمل ژن‌های خاص، متفاوت می‌باشد و مجموعه برآیند عوامل تاثیرگذار ذکر شده، باعث عکس‌العمل خاص گیاه جهت رشد و نمو بهینه می‌شود (۱۴). آسیم و همکاران (۱)، باززایی درون شیشه‌ای ریزنمونه‌های کوتیلدون شنبلیله را با استفاده از سایتوکنین‌های مختلف بررسی کردند. محیط کشت‌های MS به ۳ دسته تقسیم شده بودند. در دسته‌ی اول، محیط کشت تنها حاوی ۰/۰۵ تا ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر Kin و دسته‌ی دوم، محیط کشت حاوی ۰/۲۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر BAP با ۲ میلی‌گرم در لیتر NAA یا فاقد آن و در دسته‌ی سوم محیط کشت حاوی ۰/۰۵ تا ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر TDZ با ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر IBA یا فاقد آن بود. بیشترین درصد باززایی مستقیم ریزنمونه‌های کوتیلدون (۲۲/۲۲ درصد) را در محیط کشت MS حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر TDZ و فاقد IBA گزارش کردند. متفاوت بودن واکنش ریزنمونه‌های کوتیلدون برای باززایی مستقیم در ترکیب هورمونی IBA و TDZ در این آزمایش با گزارش آسیم و همکاران احتمالا به دلیل تفاوت در ژنوتیپ گیاه شنبلیله باشد.در تحقیق دیگری رضائیان و همکاران (۱۶)، کشت درون‌شیشه‌ای ریزنمونه‌های مختلف گیاه شنبلیله شامل مریستم انتهایی ریشه، مریستم انتهایی ساقه و برگ در محیط کشتMS حاوی غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر هورمون 2,4-Dدر شرایط تاریکی و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به هدف تعیین بهترین غلظت هورمونی و بهترین ریزنمونه برای ایجاد بیشترین کالوس‌زایی را مورد بررسی قرار دادند. نتایجآنهانشان داد که اثر هورمون 2,4-D در تغییرات وزن تر، وزن خشک و نسبت کالوس‌زایی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از بررسی وزن تر و خشک نشان داد که با افزایش غلظت هورمون 2,4-Dاز صفر به ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر، افزایش معنی‌داری در وزن تر و خشک ایجاد شد که نشان دهنده‌ی اثر مشخص هورمون بر وزن تر و خشک بود. بیشترین میزان وزن تر و خشکدر غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر هورمون2,4-D و کمترین میزان در شاهد بود. اما با افزایشغلظت هورمون به ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر در میزان وزن تر و خشک تا حدودی کاهش مشاهده شد. به طور کلی مشخص گردید که بهترین کالوس‌زایی ریزنمونه‌ها در محیط MS با غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D انجام شد. بهترین ریزنمونه برای تشکیل کالوس مریستم انتهایی ساقه بود و شرایط بهینه برای کالوس‌زایی، قرار گرفتن کالوس‌ها در تاریکی بود، بطوری که کالوس‌هایی که در شرایط تاریکی قرار داشتند، سفید رنگ بوده و رشد خوبی نسبت به شرایط معمولی داشتند. در مقابل کالوس‌هایی که در روشنایی رشد کردند بعد از مدتی سبز رنگ شدند و میزان رشد آنها کمتر از شرایط معمولی بود.

در پژوهشی دیگر افشاری و همکاران (۲)، به منظور مطالعه کالوس‌زایی، جنین‌زاییسوماتیکیو باززایی گیاه شنبلیله، آزمایشی انجام دادند. آنها از دو محیط کشت پایه MS و B_5، چهار ریزنمونه ساقه، برگچه حاوی دمبرگ، جنین و هیپوکوتیل و ۵ نوع هورمون شامل: 2,4-D در ۳ سطح (۰، ۱، ۲ میلی‌گرم در لیتر)، Kin در ۴ سطح (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم در لیتر)، NAA در ۴ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم در لیتر)، BAP در ۴ سطح (۰، ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر) و IBA در ۳ سطح (۰، ۰/۵، ۱ میلی‌گرم در لیتر) استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که در بررسی اثر متقابل دو هورمون 2,4-D و Kin، محیط حاوی ۲ میلی‌گرم بر لیتر 2,4-Dو ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر Kin، بهترین ترکیب هورمونی جهت القای کالوس در هر دو محیط کشت B_5و MS بوده است. بهترین ریزنمونه‌ها از نظر بیشترین وزن کالوس‌القایی در محیط MS، جنین و در محیط B_5، برگچه حاوی دمبرگ و جنین بود. در مطالعه جنین‌زایی سوماتیکی، ترکیب هورمونی شامل ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP، با بالاترین درصد جنین‌زایی، بعنوان ترکیب برتر در هر دو محیط کشت شناخته شد. از بین ریزنمونه‌ها، ریزنمونه جنین، بیشترین میزان جنین‌زایی را نشان داد. باززایی از طریق جنین‌زایی سوماتیکی تنها در ریزنمونه جنین مشاهده شد. ترکیب هورمونی شامل ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP، بهترین ترکیب هورمونی جهت القای اندام هوایی در هر دو محیط کشت بود. در تحقیق دیگری لیو[1] و همکاران (۱۰) بالاترین میزان جنین‌زایی سوماتیکی در مزوفیل برگ شنبلیله را، در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ (MS) غنی شده با ۲ میلی‌گرم بر لیتر NAA و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر BAP مشاهده کردند.

نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر عوامل ژنوتیپ، ریزنمونه و تنظیم‌کننده‌های رشد تاثیر بارزی در واکنش به القای کالوس و باززایی گیاه شنبلیله

1- Lu

داشته‌اند. بطور کلی ریزنمونه‌های هیپوکوتیل ژنوتیپ نیشابوری واکنش بهتری نسبت به باززایی نشان دادند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان پیشنهاد کرد که تیمارهای اعمال شده در این تحقیق بر روی ژنوتیپ‌های بومی دیگر شنبلیله در کشور اعمال شود و بهترین ژنوتیپ‌های پاسخ دهنده به کشت بافت جهت استفاده در مطالعات بعدی تعیین شود.

منابع

1- Aasim M., Hussain N., Umer E.M., Zubair M., Hussain S.B., Saeed S.H., Rafique T.S., and Sancak C. 2010. *In-vitro* shoot regeneration of fenugreek (*Trigonellafoenum-graecum* L.) using different cytokinins. African Journal of Biotechnology, 42: 7174-7179.

2- Afshari E., Ranjbar G.A., Kazemitabar S.K., Riasat M., and Kazemi H. 2011. Callus induction, somatic embryogenesis and plant regeneration in fenugreek (*Trigonellafoenum-graecum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(1):147-160. (In Persian with English abstract)

3- Apte S.S., Kokate C.K., and Rambhau D. 1987. Relation between electro kinetic potentials and growth in callus cultures of *Trigonellafoenum-graecum*. Journal of Biosciences, 12(4): 393-397.

4- Bhaskaran S., and Smith R.H. 1990. Regeneration in cereal tissue cultural. Crop Sciences, 30: 1329-1336.

5- Chhibba I.M., Nayyar V.K., Kanwar J.S. 2007. Influence of mode and source of applied iron on fenugreek (*Trigonellacorniculata* L.) in a typicustochrept in punjab, India. African Journal of Biotechnology, 9: 254-256.

6- Han Y., Jin X., Wu F., and Zhang G. 2011. Genotypic differences in callus induction and plant regeneration from mature embryos of barley, *Hordeumvulgare L.* Journal of Zhejiang University Science, 5: 399-407.

7- Hutchinson M.J., and Saxena P.K. 1996. Acetylsalicylic acid enhances and synchronizes thidiazuron-induced somatic embryogenesis in geranium tissue culture. Plant Cell Reproduction, 15: 512-515.

8- Khan M.B., Khan M.A., and Sheikh M. 2005. Effect of phosphorus levels on growth and yield of fenugreek. African Journal of Biotechnology, 7: 504-507.

9- Khawar K.M., Gulbitti- Onarici S., Coecue S., Erisen S., Sancak C., and Ozcan S. 2004. In vitro crown galls induced by *Agrobacterium tumefaciens* strain A281 (pTiBo542) in *Trigonellafoenum-graecum*. Biologia Plant arum, 48(3):441-444.

10- Lu D.Y., Davey M.R., and Cooking E.C. 1982. Somatic embryogenesis from mesophyll protoplasts of *Trigonella corniculata* (leguminosae). Plant Cell Reports, 1(6):278-280.

11- Magyar-Tabori K., Dobranszki J., Teixeira da., and Silva, JA. 2010. The role of cytokinins in shoot organogenesis in apple. Plant Cell Tissue culture, 101: 251-267

12- Niknam V., Razavi N., Ebrahimzadeh H., and Sharifizadeh B. 2006. Effect of Nacl on biomass, protein and proline contents and antioxidant enzymes in seedling and calli of two Trigonella species. Biologia Plant arum, 50(4): 591-596.

13- Oncina R., DelRio J.A, Gomez P., and Ortuno A. 2000. Bioproduction of diosgenin in callus cultures of *Trigonella foenum-graecum*. Journal of food Chemistry, 70(4): 489-492

14- Pattnaik S., and Chand P.K. 1996. *In vitro* propagation of the medicinal herbs *Ocimum americanum* L. syn. *O. canum Sims*. (hoary basil) and *Ocimum sanctum* L. (holy basil). Plant Cell Reproduction, 15: 846-850.

15- Provorov N.A., Soskov Y.D., Lutova L.A., Sokolova O.A., and Bairamov S.S. 1996. Investigation of the fenugreek genotypes for fresh weight, seed productivity, symbiotic activity, callus formation and accumulation of steroids. Euphytica, 88(2): 129-138.

16- Rezaeian SH., Lahoty M., and Mahmoodzadeh H. 2010. Investigation of different concentrations of 2,4-D and light conditions on *in-vitro* callus induction of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Quarterly Biological Sciences Islamic Azad University, 3(3):107-114. (in Persian)

17-Tripathi L., and Tripath J.N. 2003. Role of biotechnology in medicinal plants. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2: 243-253.

18- Zargari A. 1989. Medicinal plants.Tehran university press.pp: 176. (in persion)

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۰۰-۱۹۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 190-200
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر موقعیت فلس و نوع بستر کشت در تولید پیازچه به روش فلس جفتی در گیاه آماریلیس (*Hippeastrum × johnsonii*)

سیده مهدیه خرازی[۱] - علی تهرانی فر[۲*] - سید حسین نعمتی[۳]- عبدالرضا باقری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۵

چکیده

گیاه آماریلیس به عنوان گیاه زینتی گلدانی، فضای باز و گل شاخه بریده پرورش داده می‌شود. در شرایط عادی تعداد پیازچه‌های دختری تولید شده، بسیار کم می‌باشد. بنابراین بهبود روش‌های تکثیر سنتی این گیاه، یکی از راهکارهای مناسب جهت کوتاه کردن دوره رشدی این گیاه می‌باشد. لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر نوع بستر کشت و موقعیت قلمه‌های فلسی در پیاز مادری بر تولید پیازچه در شرایط آزمایشگاهی، به منظور افزایش سرعت تکثیر این گیاه زینتی، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۷ تکرار انجام شد. جهت اندازه‌گیری صفات وزن تر و خشک از ۳ تکرار استفاده گردید. پیازها به صورت شعاعی به ۱۲ قطعه مساوی برش داده شدند، بطوری که هر قطعه دارای بخشی از صفحه پایگاهی باشد. به منظور بررسی اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری، قطعات برش خورده به ۵ نمونه فلس جفتی تقسیم و گروه بندی شدند، بطوریکه در گروه یک، خارجی‌ترین نمونه‌های فلس جفتی و در گروه پنج، داخلی‌ترین نمونه‌های فلس جفتی قرار گرفتند. بسترهای کشت مورد استفاده در این آزمایش شامل بستر کشت ماسه، پرلایت، ورمی‌کولایت، پیت ماوس و کوکوپیت بود. در پایان آزمایش، تعداد پیازچه تولید شده در هر نمونه، قطر پیازچه، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های مختلف گیاه و میزان قهوه‌ای شدن قلمه‌های فلسی ثبت گردید. نتایج نشان داد که بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری تاثیر معنی‌داری بر کیفیت پیازچه‌های باززایی شده داشتند. بیشترین میزان وزن تر پیازچه (۱/۵۸ گرم)، وزن خشک پیازچه (۰/۲۱ گرم) و بیشترین قطر پیازچه باززایی شده (۱/۵ سانتی متر) در بستر کشت پیت ماوس و فلس جفتی گروه یک حاصل گردید. بر اساس نتایج بدست آمده چنانچه نمونه‌های فلس جفتی از فلس‌های خارجی‌تر پیاز تهیه گردند، پیازچه‌هایی با کیفیت مطلوب‌تری تولید خواهند نمود. بطورکلی جهت تکثیر آماریلیس از طریق نمونه‌های فلس جفتی، کاربرد فلس‌های جفتی گروه یک (خارجی‌ترین لایه فلس جفتی) و بستر کشت پیت ماوس توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پیت ماوس، ضریب تکثیر، قلمه‌های فلسی، قطر پیازچه

مقدمه

گیاه هیپیستروم (*Hippeastrum×hybridum*) با نام عمومی آماریلیس[5]، یکی از گیاهان پیازی زینتی می‌باشد که در اکثر نقاط دنیا به عنوان یک گیاه با ارزش زینتی عرضه می‌شود. گیاهی است از خانواده آماریلیداسه[6] و جنس هیپیستروم[7]، بومی آمریکای مرکزی و جنوبی؛ این جنس بیش از ۷۵ گونه دارد (۴).

این گیاه در کشورهای هلند، آفریقای جنوبی و ایالات متحده در مقیاس تجاری پرورش داده می‌شود (۱۶). هلند بزرگ ترین تولیدکننده این گیاه زینتی است (۵) و در سال ۱۹۸۹ نزدیک به ۱۰۹ هکتار زیر کشت گلخانه ای پرورش آماریلیس داشت که یک سوم آن را برای تولید گل شاخه بریده و بقیه آن را برای تولید پیاز استفاده می‌کرد. در سال ۱۹۹۱، ۵۴ میلیون شاخه گل آماریلیس تولید نمود که بیشتر آن را به کشورهای اروپایی صادر نمود (۴). همچنین میزان فروش گل شاخه بریده آماریلیس در سال ۲۰۱۲، در بازارهای معروف هلند به نام‌های فلورا هلند[8] و پلنشن[9] به ترتیب برابر با ۳۵/۷۲ میلیون و ۱/۰۲ میلیون شاخه بود (۱۲ و ۱۳).

گیاه آماریلیس توسط بذر، پیازچه‌های پاجوش و روش فلس

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیأت علمی گروه بیوتکنولوژی گیاهان زینتی، جهاد دانشگاهی واحد مشهد
۲ و ۳- استاد و استادیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: tehranifar@um.ac.ir)
۴- استاد گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.50883

5- Amaryllis
6- Amaryllidaceae
7- *Hippeastrum*
8- Flora Holland
9- Plantion

برداری تکثیر می‌گردد (۱۸). تکثیر این گیاه با روش جنسی جنبه تجاری نداشته و اغلب به منظور تولید ارقام جدید به کار می‌رود (۴ و ۱۱). در شرایط طبیعی پیازهای آماریلیس تنها تعداد اندکی پیازچه پاجوش تولید می‌کنند که از نظر تجاری روند کندی برای ازدیاد می‌باشد. به عبارتی هر پیاز تنها ۲ تا ۳ پیازچه در یک فصل رشد تولید می‌نماید (۶). پیازچه‌ها پس از دو تا سه سال گل می‌دهند (۲، ۳ و ۴). البته برخی از ارقام نیز فاقد توانایی تولید پیازچه می‌باشند (۲۰). نظر به اینکه تولید پیازچه در سطح تجاری در شرایط مزرعه ای و گلخانه ای کم می‌باشد، چندین روش برای تکثیر و افزایش تعداد پیازچه‌های دختری وجود دارد که عبارتند از: فلس برداری[1] و گرفتن قلمه‌های فلسی[2]. از روش‌های ذکر شده روش فلس برداری کاربرد بیشتری داشته و در مقایسه با سایر روش‌های تکثیر سنتی بازده بالاتری دارند.

یکی از مشکلات اصلی تولید آماریلیس، پایین بودن ضریب تکثیر به روش طبیعی و همچنین دوره رشد طولانی مورد نیاز جهت تولید پیازهای گل دهنده قابل فروش می‌باشد. بنابراین بهبود روش‌های تکثیر سنتی، یکی از راهکارهای مناسب جهت کوتاه کردن دوره رشدی این گیاه در شرایط گلخانه می‌باشد (۲۵).

از جمله عوامل تاثیرگذار بر سرعت تکثیر پیاز، نوع بستر کشت و موقعیت قلمه‌های فلسی در گیاه مادری می‌باشد که با انتخاب مناسب این عوامل، می‌توان شاهد افزایش ضریب تکثیر بود. بستر کشتی که جهت تکثیر قلمه‌های فلسی بکار می‌رود، باید تهویه مناسبی داشته باشد و بتواند آب را به میزان کافی در اختیار گیاه قرار دهد (۲۴). یوان و همکاران (۲۳) در بررسی خود نشان دادند که بستر کشت ورمی‌کولایت و پرلایت جهت تکثیر قلمه‌های فلسی هیپستروم ویتاتوم (آماریلیس) نسبت به بستر کشت ماسه مناسب تر می‌باشد. این در حالی است که سیلبربوش و همکاران (۱۹) بستر کشت ماسه را جهت پرورش پیازهای هیپستروم مورد استفاده قرار دادند. نتایج پژوهش ویتومسکا و همکاران (۲۲) در سال ۲۰۰۵، نشان داد که جهت تکثیر قلمه‌های فلسی گیاه هیپستروم، کاربرد بستر کشت پرلایت نسبت به بستر کشت پرلایت همراه با پیت، نتایج بسیار مطلوب تری را به همراه داشت. با این حال النجار و الناشارتی (۷) گزارش کردند که بستر کشت خاک برگ یا بستر کشت خاک برگ همراه با ماسه (به نسبت حجمی مساوی)، بهترین بستر کشت جهت تکثیر گیاه آماریلیس با کیفیت مطلوب می‌باشد. افراس و همکاران (۸)، در رابطه با تاثیر قلمه‌های فلسی بر تکثیر پیاز مادری گزارش نمودند، هنگامیکه پیاز مادری به قطعات ریزتری تقسیم می‌گردد، تعداد پیازهای دختری افزایش می‌یابد. اما با این حال، وزن و محیط پیاز، تعداد و طول برگ آنها کاهش می‌یابد. همچنین این پیازچههای کوچک تولیدی، به زمان بیشتری جهت تکثیر نیاز خواهند داشت. هرچه پیاز مادری به تعداد قطعات بیشتری تقسیم گردد، میزان ماده غذایی که جهت رشد پیازچه، به هر قطعه اختصاص می‌یابد، کمتر خواهد بود. بنابراین نحوه تهیه قلمه‌های فلسی نیز یکی از عوامل تاثیرگذار می‌باشد (۸).

در حال حاضر، تقریبا تمام پیاز آماریلیس مورد نیاز در کشور، از خارج تامین می‌گردد، بنابراین تامین آن در داخل از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر، بررسی‌های انجام شده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر نشان می‌دهد که تا کنون گزارش‌های اندکی مبنی بر تکثیر این گیاه زینتی در ایران، منتشر شده است. بنابراین ارائه دستورالعمل‌های تکثیر سریع و مقرون به صرفه این گیاه زینتی جهت تولید انبوه آن، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. لذا این آزمایش با هدف بررسی اثر نوع بستر کشت و موقعیت قلمه‌های فلسی در پیاز مادری بر تولید پیازچه در شرایط آزمایشگاهی، برای افزایش سرعت تکثیر این گیاه زینتی از طریق روش فلس جفتی صورت گرفت تا بتوان از آن به عنوان مقدمه‌ای برای شروع این تحقیقات در کشور، با هدف نهایی تولید انبوه با صرفه اقتصادی استفاده نمود و از این طریق از خروج ارز از کشور، جهت ورود پیاز گیاهان زینتی جلوگیری نمود.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این پژوهش، پیاز آماریلیس (*Hippeastrum × johnsonii*) بعد از خشک شدن قسمت‌های هوایی گیاه از گلخانه ای در شهرستان کاشمر جمع آوری گردید. پس از انتقال پیازها به آزمایشگاه، ابتدا دو لایه از فلس‌های خارجی پیاز، ریشه ها و یک سوم قسمت بالایی پیاز حذف گردید و پس از شستشو، پیازها به صورت شعاعی به ۱۲ قطعه مساوی برش داده شد، بطوری که هر قطعه دارای بخشی از صفحه پایگاهی باشد. جهت بررسی اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری، قطعات برش خورده به ۵ نمونه فلس جفتی تقسیم و گروه بندی شدند، بطوریکه در گروه یک، خارجی‌ترین نمونه‌های فلس جفتی و در گروه پنج، داخلی‌ترین نمونه‌های فلس جفتی قرار گرفتند و گروه‌های دیگر نیز بین این دو گروه قرار گرفتند بدین ترتیب که گروه دو، دومین لایه فلس جفتی، گروه سه، سومین لایه فلس جفتی و گروه چهار، چهارمین لایه فلس جفتی را به خود اختصاص دادند. سپس تمامی قلمه‌های فلسی در محلول ۰/۱ درصد کاربندازول بمدت ۲۵ دقیقه غوطه‌ور گردیدند و پس از این مرحله، آب سطحی قلمه ها با استفاده از دستمال کاغذی استریل گرفته شد. بسترهای کشت مورد استفاده در این آزمایش شامل بستر کشت ماسه، پرلایت، ورمی‌کولایت، پیت ماوس و کوکوپیت بود. به منظور حذف آلودگی‌های احتمالی از بسترهای کشت، ابتدا تمامی بسترها، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اُتوکلاو شدند. پس از آن

1- Scaling
2- Cuttage

قلمه‌های فلسی در ظروف پلاستیکی شفاف منفذدار حاوی بسترهای کشت مختلف، در اتاقک رشد با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و شرایط روشنایی قرار گرفتند. در پایان آزمایش، برداشت فلس‌های حاوی پیازچه پس از ۱۰۰ روز انجام شد و در آزمایشگاه، تعداد پیازچه تولید شده در هر نمونه، قطر پیازچه، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های مختلف گیاه و میزان پوسیدگی قلمه‌های فلسی ثبت گردید. این آزمایش بصورت فاکتوریل (۵×۵) با ۲ عامل، موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری (۵ سطح) و نوع بستر کشت (۵ سطح) در قالب طرح کاملا تصادفی و با ۷ تکرار انجام شد. جهت اندازه‌گیری صفات وزن تر و خشک از ۳ تکرار استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثر ساده نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر صفات مورد ارزیابی

تعداد، طول، وزن تر و خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع بستر کشت بر صفات تعداد، طول، وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). در بین انواع مختلف بستر کشت‌های مورد بررسی، بستر کشت پیت ماوس با میانگین ۱/۱۴ و بسترکشت کوکوپیت با میانگین ۰/۱۲، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد برگ را تولید نمودند. از لحاظ طول برگ تولید شده نیز اختلاف معنی‌داری بین بستر کشت‌های مختلف مشاهده گردید و بیشترین طول برگ (۵/۸۲ سانتی متر) در بستر کشت پیت ماوس مشاهده گردید. سایر بستر کشت‌های مورد استفاده، از لحاظ طول برگ تولیدی اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند (شکل ۱).

بررسی مقایسه میانگین اثر نوع بستر کشت بر وزن تر برگ نیز نشان داد که بستر کشت پیت ماوس با میانگین ۰/۵۲ گرم، بیشترین میزان وزن تر را به خود اختصاص داد و بین بستر کشت‌های ماسه و پرلیت و همچنین بستر کشت‌های ورمی‌کولایت و کوکوپیت از این لحاظ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. همچنین نتایج مندرج در شکل ۱ نشان می دهد که بستر کشت تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ تولید شده داشت، بطوریکه بیشترین میزان وزن خشک برگ در تیمار پیت ماوس با میانگین ۰/۰۳۳ گرم و کمترین میزان آن در بستر کوکوپیت با میانگین ۰/۰۰۲ گرم مشاهده گردید. جمیل و همکاران (۱۴) از بسترهای کشت مختلف جهت تکثیر پیاز آماریلیس استفاده نمودند و تاثیر معنی‌دار نوع بستر کشت را بر تعداد و طول برگ تولیدی گزارش نمودند.

بر اساس نتایج بدست آمده اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر تعداد، طول، وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). از لحاظ تعداد برگ تولیدی، همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد، خارجی‌ترین فلس‌های جفتی (فلس جفتی گروه یک)، بیشترین میزان برگ و داخلی‌ترین فلس‌های جفتی (فلس جفتی گروه پنج)، کمترین میزان برگ را تولید نمودند و با افزایش شماره گروه ها، روندی کاهشی در رابطه با این صفت مشاهده گردید. با این حال بین فلس‌های جفتی گروه یک و دو و همچنین فلس‌های جفتی گروه چهار و پنج از این لحاظ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز بر میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی

Table 1- ANOVA of the effects of medium and twin scale position in the bulb on mean squares of measured traits

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	قطر پیازچه Bulblet diameter	تعداد پیازچه Bulblet number	وزن گیاهچه باززا شده Plantlet weight	تعداد برگ Leaf number	طول برگ Leaf length	تعداد فلس قهوه ای شده Number of brown scale	تعداد ریشه Root number	طول ریشه Root length
بستر کشت Medium	4	0.0781*	0.008ns	3.120**	5.27**	146.95**	4.141**	1.905**	65.208**
موقعیت فلس جفتی Twin scale position	4	2.368**	0.051*	10.454**	3.65**	70.15**	6.448**	2.684**	72.870**
بستر کشت × موقعیت فلس جفتی Medium ×Twin scale position	16	0.049*	0.008ns	1.259**	0.306ns	6.712ns	6.460**	8.976ns	8.976ns
خطا Error	150	0.023	0.017	0.0318	0.227	6.046	0.186	0.550	7.249
ضریب تغییرات CV		16.13	12.79	19.14	21.49	25.74	18.54	24.13	23.52

ns بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و * و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

ns :Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively

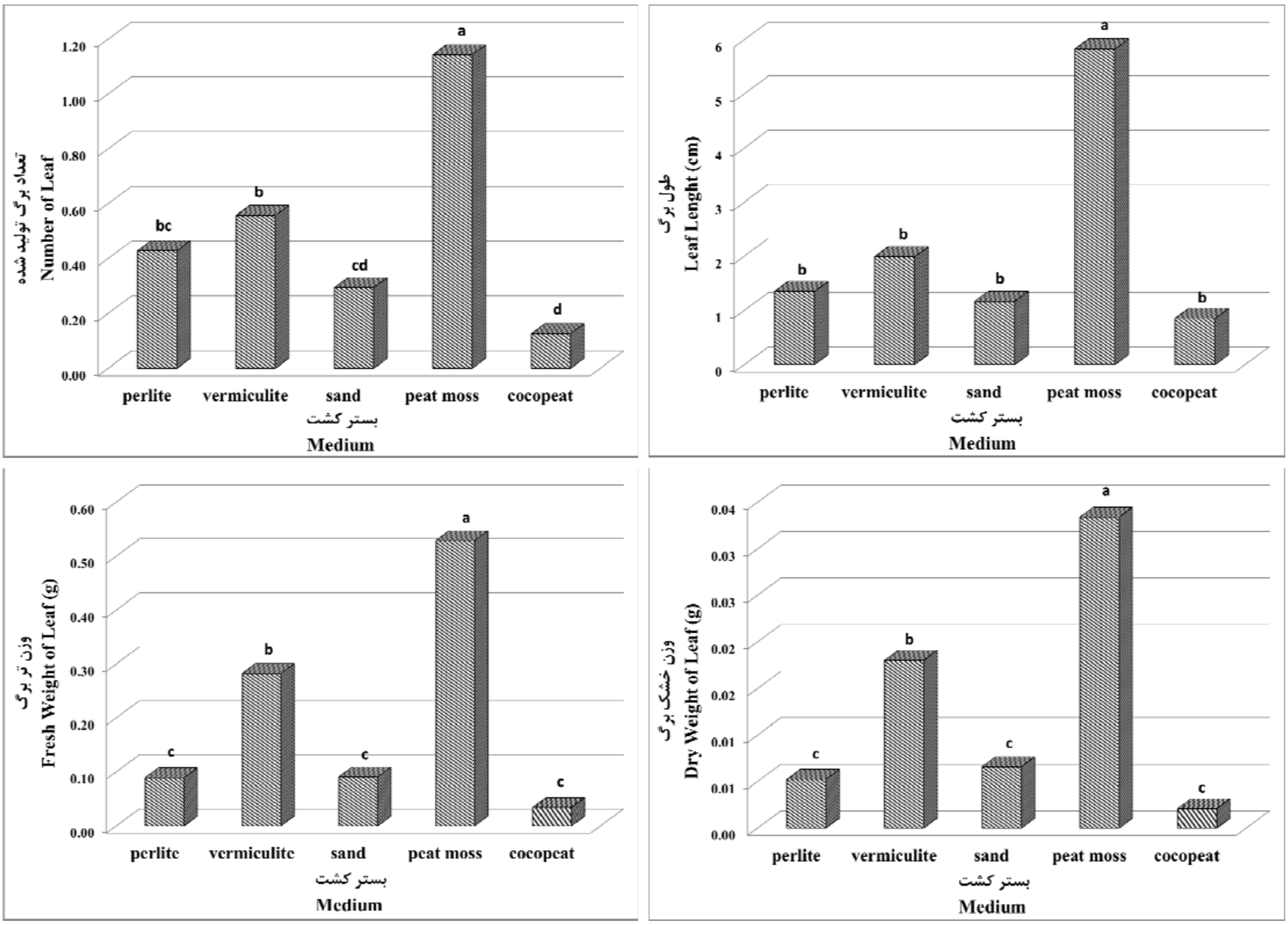
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز بر میانگین مربعات صفات مربوط به وزن تر و خشک اندام‌های گیاه

Table 2- ANOVA of the effects of medium and twin scale position in the bulb on mean squares of fresh and dry weights of different organs of plant

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن تر پیازچه Bulblet fresh weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک پیازچه Bulblet dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
بستر کشت Medium	4	0.6230**	0.1027**	0.0263**	0.0024**	0.0020**	0.00025**
موقعیت فلس جفتی Twin scale position	4	0.2091**	2.7070**	0.0238**	0.00088**	0.0349**	0.000169**
بستر کشت × موقعیت فلس جفتی Medium ×Twin scale position	16	0.0209ns	0.0503**	0.0093**	0.000079ns	0.0016**	0.000079**
خطا Error	50	0.0133	0.02111	0.00039	0.000056	0.00020	0.000023
ضریب تغییرات CV		13.24	17.54	15.84	24.35	21.34	23.83

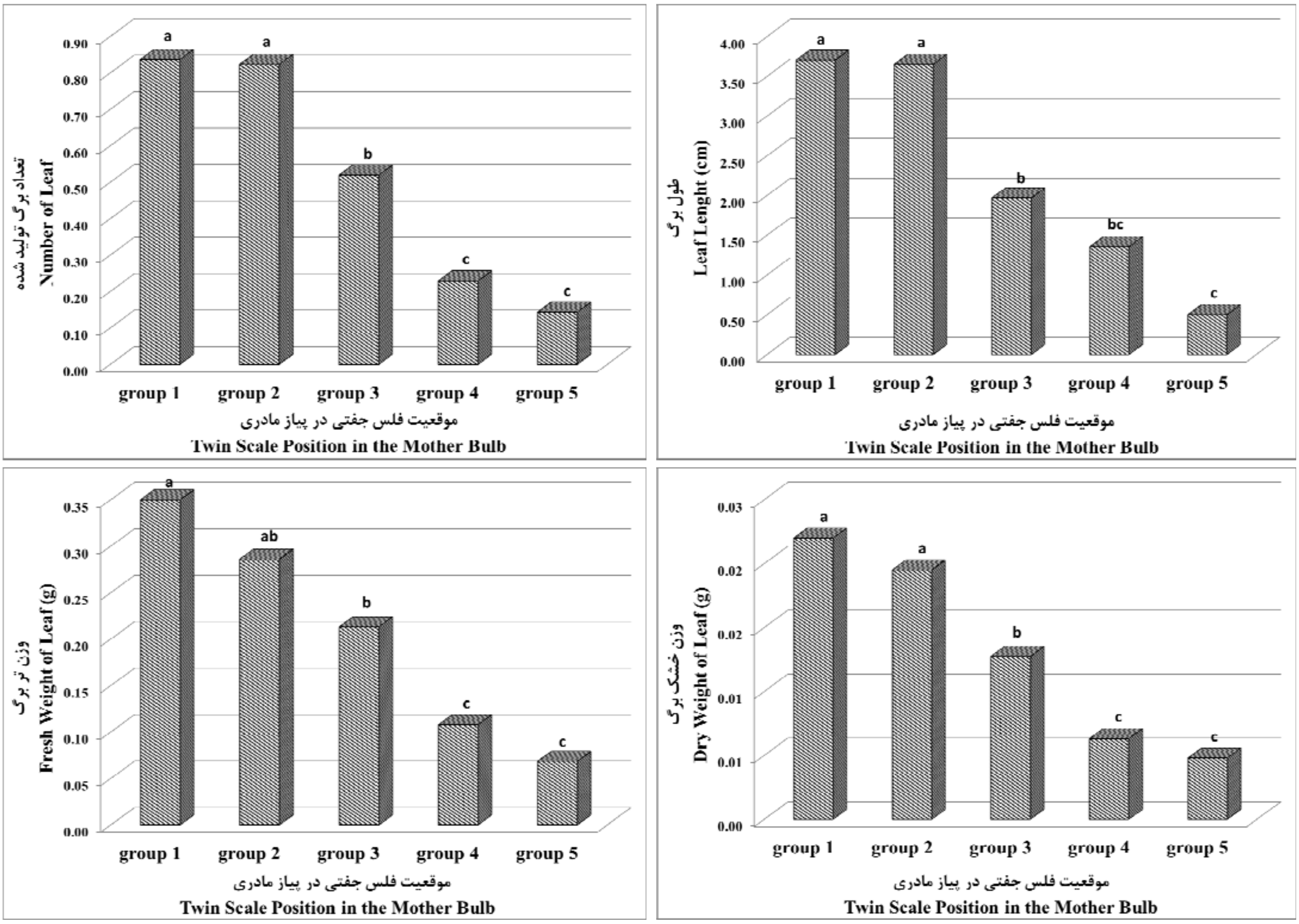
ns بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و * و ** به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha= 0.05$ & $\alpha= 0.01$, respectively



شکل ۱- اثر نوع بستر کشت بر تعداد، طول، وزن تر و خشک برگ در ریزنمونه‌های فلس جفتی آماریلیس

Figure 1- Effect of medium on leaf number, leaf length, leaf fresh and dry weight of amaryllis twin scales.



شکل ۲- اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر تعداد، طول، وزن تر و خشک برگ در ریزنمونه‌های فلس جفتی آماریلیس

Figure 2- Effect of twin scale position in the mother bulb on leaf number, leaf length, leaf fresh and dry weight of amaryllis twin scales

در رابطه با طول برگ تولیدی نیز عکس العمل گروه‌های مختلف فلس جفتی متفاوت بود و فلس‌های جفتی گروه یک (۳/۷۰ سانتی‌متر) و گروه دو (۳/۶۵ سانتی متر)، بیشترین و فلس جفتی گروه پنج (۰/۵۰ سانتی متر)، کمترین میزان طول برگ را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). در ارزیابی اثر گروه‌های مختلف فلس جفتی بر وزن تر برگ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف مشاهده گردید، بطوریکه خارجی‌ترین لایه فلس جفتی (گروه یک)، بیشترین وزن تر برگ را تولید نمود. با این حال بین فلس‌های جفتی گروه یک و دو اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نگردید. از لحاظ وزن خشک برگ تولیدی نیز روندی مشابه وزن تر مشاهده گردید و بیشترین میزان وزن خشک برگ، به فلس جفتی گروه یک با میانگین ۰/۰۲۲ گرم، اختصاص داشت. نتایج نشان داد که چنانچه نمونه‌های فلس جفتی از لایه‌های خارجی تر پیاز آماریلیس تهیه گردند، منجر به افزایش وزن تر و خشک برگ تولیدی خواهند شد (شکل ۲).

جمیل و همکاران (۱۴) گزارش کردند هرچه پیاز مادری به قطعات بیشتری تقسیم گردد، تعداد و طول برگ‌های تولیدی در پیازچه‌های دختری کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر نیز فلس‌های جفتی تهیه شده از لایه‌های داخلی پیاز، کوچکتر می‌باشند و ذخیره مواد غذایی کمتری را به خود اختصاص می‌دهند و پیازچه‌هایی با تعداد برگ کمتر تولید نمودند.

نتایج مطالعات هانگ و همکاران (۱۰) نشان داد هنگامیکه طول فلس‌های جفتی ۲۰ میلی‌متر باشد، درصد ظهور سومین برگ‌های پیاز، ۶۰ درصد خواهد بود ولی زمانیکه طول فلس‌های جفتی به ۱۰ میلی‌متر کاهش یابد، درصد ظهور سومین برگ‌های پیاز، تنها ۱۰

درصد خواهد بود. همچنین در این حالت چهارمین برگ‌های پیاز ظهور نخواهند یافت و تنها در صورتی که طول فلس‌های جفتی ۲۰ میلی‌متر باشد، چهارمین برگ ها نیز ظهور می یابند. بنابراین بزرگتر بودن فلس‌ها به این معنی است که ذخایر غذایی فلس‌های بزرگتر نسبت به فلس‌های کوچکتر، بیشتر می‌باشد که به رشد و نمو پیازچه‌های دختری جدید کمک می‌نماید. آندراد رودریگز و همکاران (۱) در سال ۲۰۱۵، روش‌های مختلف تکثیر پیاز آماریلیس را مورد بررسی قرار دادند و اختلاف معنی‌داری را بین این روش ها مشاهده نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که بین صفات تعداد برگ تولیدی و قطر پیازچه باززایی شده و همچنین بین تعداد برگ و وزن پیازچه باززایی شده همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، بطوریکه پیازهایی با قطر و وزن بیشتر، تعداد برگ بیشتری را تولید نمودند. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که چنانچه نمونه‌های فلس جفتی از لایه‌های بیرونی پیاز تهیه گردند، پیازهایی با قطر و وزن بیشتری تولید می‌نمایند که در نتیجه قادر به تولید تعداد برگ بیشتری نیز می‌باشند.

تعداد پیازچه باززایی شده

از لحاظ تعداد پیازچه باززایی شده نیز بین گروه‌های مختلف فلس جفتی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده گردید. بطوریکه بیشترین تعداد پیازچه باززایی شده (۱/۰۸) در فلس جفتی گروه یک مشاهده گردید و بین سایر گروه‌های فلس جفتی از این لحاظ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).

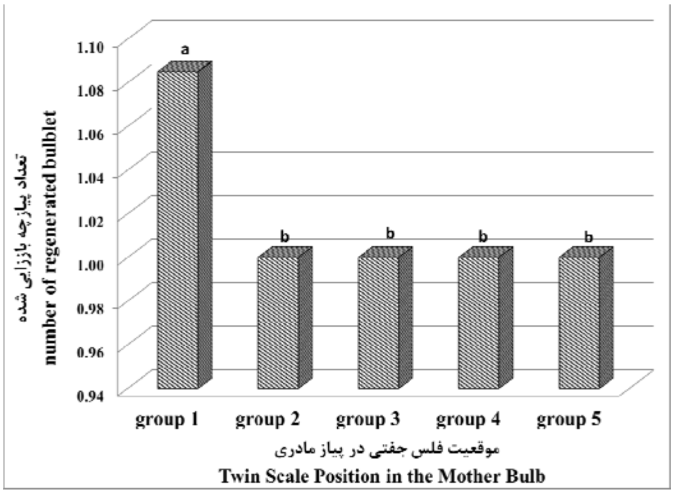
تومبولاتو و همکاران (۲۱) بیان نمودند که نمونه‌های فلس جفتی تهیه شده از فلس‌های خارجی پیاز نسبت به فلس‌های داخلی پیاز آماریلیس، پیازچه‌های بیشتری را تولید نمودند. نتایج پژوهش هانگ و همکاران (۱۰) نیز موید این یافته می‌باشد. بنابراین می‌توان اظهار داشت که جهت حصول بیشترین تعداد پیازچه باززایی شده، کاربرد فلس جفتی گروه یک مناسب تر می‌باشد. فنل و همکارن (۹) بیان نمودند که اندازه و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری تاثیر قابل توجهی بر میزان باززایی فلس‌های جفتی گیاه کرینیوم (از خانواده آماریلیداسه) دارد. بطوریکه فلس‌های جفتی با اندازه بزرگتر و تهیه شده از لایه‌های میانی پیاز مادری، پیازچه‌هایی با تعداد و قطر بیشتری را تولید نمودند. نتایج مطالعات پاداشت و همکاران (۱۷) نشان داد که فلس‌های بیرونی پیاز سوسن چلچراغ تعداد پیازچه‌های بیشتری را در مقایسه با فلس‌های میانی و درونی تولید نمودند. در پژوهش انجام شده توسط هانگ و همکاران (۱۰) نیز مشخص گردید که تعداد پیازچه باززایی شده از فلس‌های جفتی لایه‌های خارجی پیاز نسبت به لایه‌های میانی و داخلی بیشتر بود. همچنین چنانچه طول فلس جفتی کمتر از ۱۰ میلی‌متر باشد، توسعه پیازچه‌ها صورت نمی‌گیرد. زیرا میزان نمو پیازچه ها تحت تاثیر میزان ذخایر غذایی فلس‌های جفتی می‌باشد. هرچه فلس‌ها بزرگتر باشند، میزان ذخایر غذایی آنها بیشتر خواهد بود که به نمو پیازچه ها کمک می‌نمایند. بنابراین فلس‌های جفتی خارجی بعلت بزرگتر بودن حاوی عناصر غذایی بیشتری نیز هستند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان قهوه ای شدن فلس‌های جفتی داشت ولی با این حال پس از پایان دوره آزمایش تمامی نمونه‌های فلس جفتی باززا شدند و بروز این علائم قهوه‌ای شدن مانع از باززایی نمونه ها نگردید. در واقع با گذشت زمان و شروع به رشد پیازچه‌های جدید، مواد مغذی موجود در فلس‌های پیاز مادری صرف تغذیه پیازچه‌های دختری می‌گردد و به مرور زمان فلس‌های پیاز مادری قهوه‌ای رنگ می‌شوند و تخلیه مواد غذایی در آنها صورت می‌گیرد (۱۰). بنابراین قهوه‌ای شدن فلس‌های پیاز مادری تاثیر منفی بر میزان رشد پیازچه‌های جدید نداشت (داده ها نشان داده نشده‌اند).

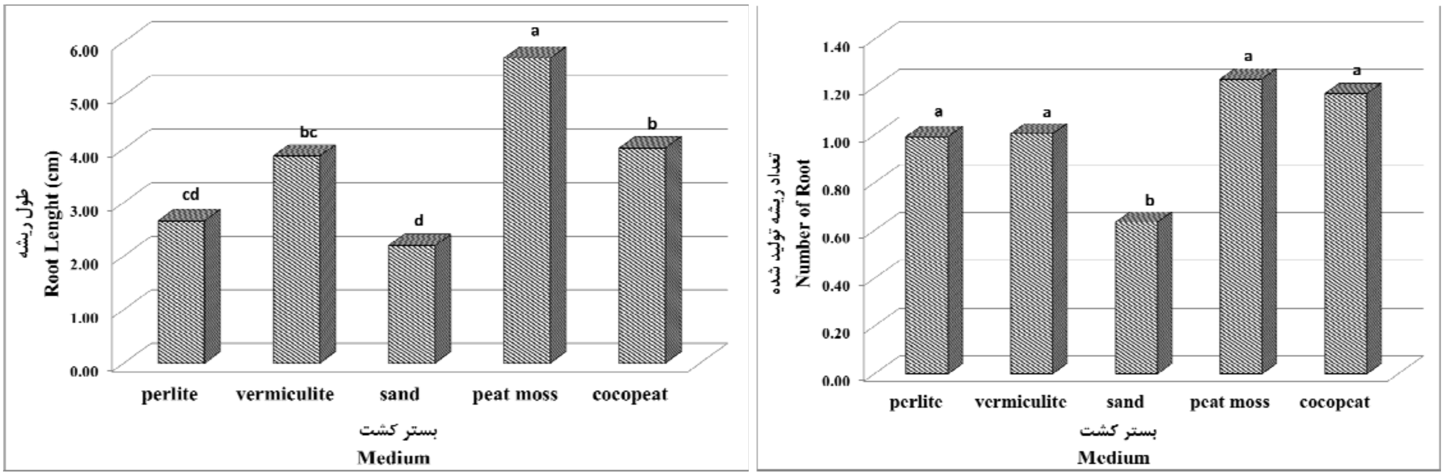
تعداد و طول ریشه

بررسی مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که بستر کشت تاثیر معنی‌داری بر تعداد ریشه تولیدی در سطح احتمال یک درصد داشت. بیشترین تعداد ریشه تولیدی در بستر کشت پیت ماوس با میانگین ۱/۲۳ و کمترین میزان آن در بستر کشت ماسه با میانگین ۰/۶۳ مشاهده گردید (شکل ۴). پاداشت و همکاران (۱۷) نیز در سال ۱۳۸۳ تاثیر انواع مختلف بستر کشت را بر تکثیر سوسن چلچراغ از طریق روش فلس برداری بررسی نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که بیشترین تعداد ریشه تولیدی در بستر کشت حاوی پیت و پرلیت مشاهده گردید.

از لحاظ طول ریشه تولیدی نیز اثر بستر کشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، بطوریکه بیشترین میانگین (۵/۶۹ سانتی متر) در بستر کشت پیت ماوس و کمترین میزان آن (۲/۱۹ سانتی متر) در بستر کشت ماسه مشاهده گردید. بین بستر کشت‌های ورمی‌کولایت و کوکوپیت و همچنین بستر کشت‌های پرلیت و ماسه از این لحاظ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۴). پاداشت و همکاران (۱۷) نیز تاثیر معنی‌دار نوع بستر کشت را بر طول ریشه تولیدی گزارش نمودند.



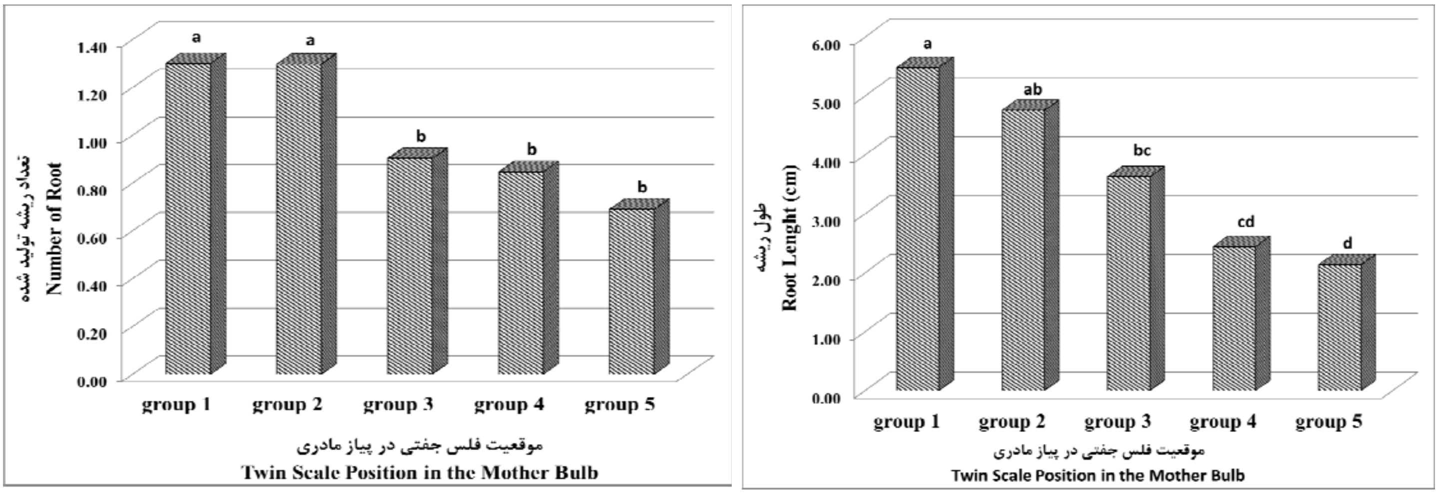
شکل ۳- اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر تعداد پیازچه باززایی شده در نمونه‌های فلس جفتی آماریلیس
Figure 3- Effect of twin scale position in the mother bulb on the number of regenerated bulblet of amaryllis twin scales



شکل ٤- اثر نوع بستر کشت بر تعداد و طول ریشه تولید شده در نمونه‌های فلس جفتی آماریلیس
Figure 4- Effect of medium type on the number and length of produced roots of amaryllis twin scales

نتایج تجزیه واریانس حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر صفات تعداد و طول ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج بدست آمده خارجی‌ترین فلس جفتی، بیشترین میانگین تعداد و طول ریشه را به خود اختصاص داد ولی با این حال بین لایه یک و دو اختلاف معنی‌داری از لحاظ این دو صفت مشاهده نگردید و از سوی دیگر داخلی‌ترین فلس جفتی کمترین میزان این صفات را به خود اختصاص داد و با افزایش شماره لایه‌های فلس جفتی یک روند کاهشی در رابطه با این دو صفت مشاهده گردید (شکل ۵).

تولید تعداد ریشه بیشتر در فلس‌های جفتی خارجی پیاز در مقایسه با فلس‌های جفتی داخلی پیاز نیز گزارش شده است (۲۱). در پژوهش هانگ و همکاران (۱۰) نیز مشخص گردید که فلس‌های جفتی تهیه شده از لایه‌های خارجی پیاز، در مقایسه با فلس‌های جفتی میانی و داخلی، تعداد ریشه بیشتری را تولید نمودند. تومبولاتو و همکاران (۲۱) در سال ۱۹۹۴ نیز نتایج مشابهی را در رابطه با تعداد ریشه تولیدی گزارش نمودند. این در حالی است که نتایج پژوهش پاداشت و همکاران (۱۷) در رابطه با تکثیر گیاه سوسن چلچراغ نشان داد که فلس‌های میانی تعداد ریشه های بیشتری را تولید می‌نمایند.



شکل ۵- اثر موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر تعداد و طول ریشه تولید شده در نمونه‌های فلس جفتی آماریلیس
Figure 5- Effect of twin scale position in the mother bulb on the number and length of produced roots of amaryllis twin scales

اثر متقابل نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر صفات مورد ارزیابی

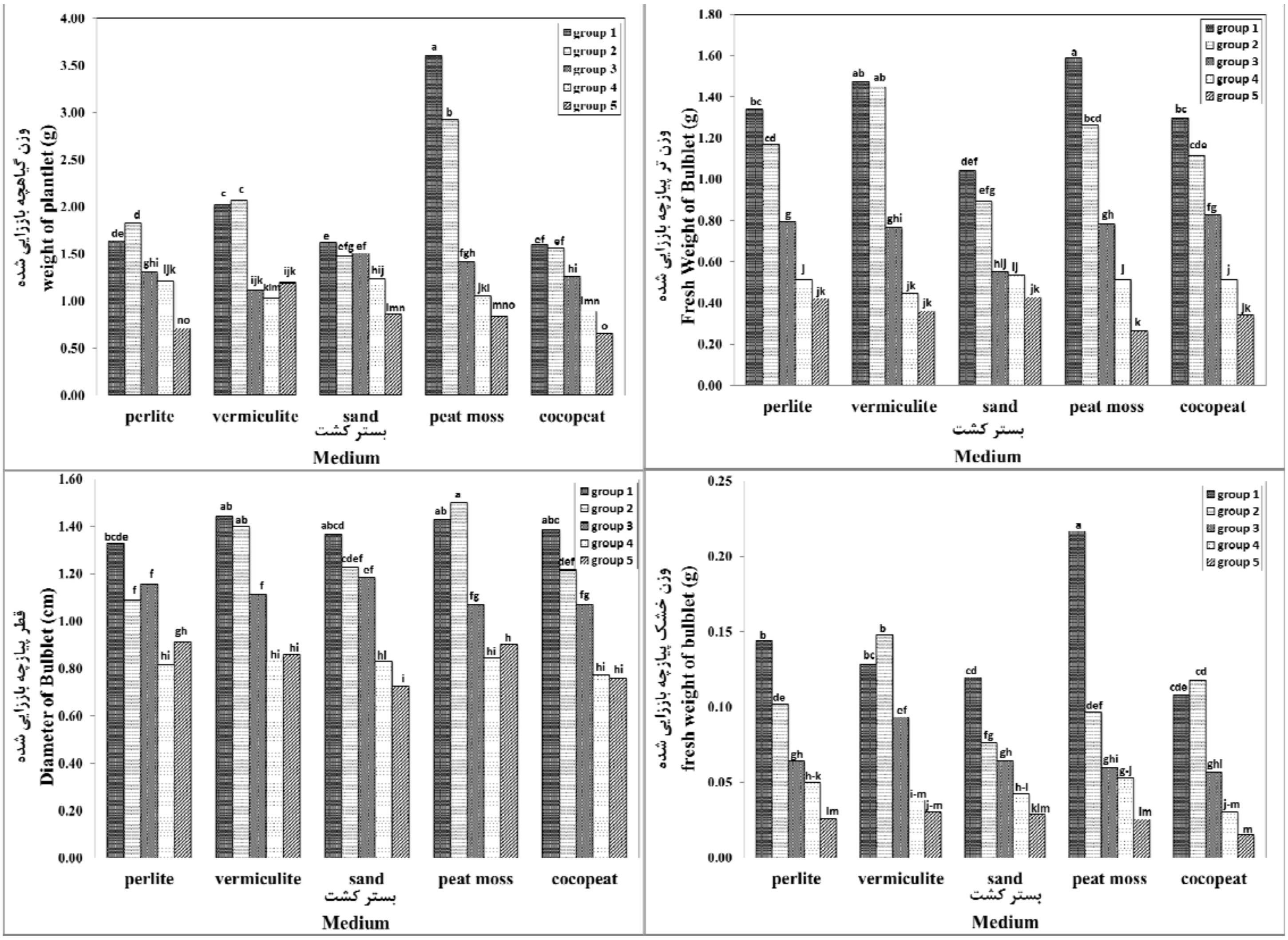
نتایج آزمایش نشان داد که نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری تاثیر معنی‌داری بر وزن گیاهچه باززایی شده در سطح احتمال یک درصد داشت و بیشترین وزن گیاهچه باززایی شده در تیمار پیت ماوس و فلس جفتی گروه یک (۳/۶۰ گرم) و کمترین میزان آن (۰/۶۶گرم) در تیمار کوکوپیت و فلس جفتی گروه پنج مشاهده گردید. در بستر کشت پیت ماوس با تغییر لایه‌های فلس جفتی از گروه دو به گروه سه، کاهش بسیار شدیدی در وزن گیاهچه باززایی شده مشاهده گردید. بطور کلی همانگونه که در شکل ۶ مشاهده می‌گردد، در تمامی بسترهای کشت، لایه‌های خارجی تر پیاز، گیاهچه هایی با میانگین وزن بیشتری تولید نمودند. جمیل و همکاران (۱۴) گزارش کردند هرچه پیاز مادری به قطعات بیشتری تقسیم گردد، وزن گیاهچه تولیدی کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر نیز فلس‌های جفتی تهیه شده از لایه‌های بیرونی پیاز، سطح مقطع بزرگتری دارند و ذخیره مواد غذایی بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند و گیاهچه هایی با وزن بیشتر در مقایسه با لایه‌های داخلی پیاز تولید می‌نمایند.

از لحاظ قطر پیازچه باززایی شده، اثر نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بستر کشت پیت ماوس و فلس جفتی گروه دو (۱/۵ سانتی متر) بیشترین قطر پیازچه را به خود اختصاص داد و کمترین میزان قطر پیازچه در بستر کشت ماسه و فلس جفتی گروه پنج (۰/۷۲ سانتی متر) مشاهده گردید. نتایج مندرج در شکل ۶ نشان می دهد که در نمونه‌های فلس جفتی گروه یک، بین انواع مختلف بستر کشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید و در تمامی انواع بستر کشت، چنانچه نمونه‌های فلس جفتی از لایه‌های داخلی تر پیاز تهیه گردند، پیازچه‌هایی با قطر کمتر تولید می‌نمایند.

زنگ و همکاران (۲۴) اثر بستر کشت‌های پیت، ورمی‌کولایت، پرلیت و خاک اره را بر تکثیر فلس‌های جفتی آماریلیس مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که از لحاظ قطر پیازچه باززایی شده، بستر خاک اره و پس از آن بستر پیت، بیشترین میانگین ها را به خود اختصاص دادند. از لحاظ موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری، نتایج پژوهش هانگ و همکاران (۱۰) نشان داد که موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری تاثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر قطر پیازچه باززایی شده نداشت. پاداشت و همکاران (۱۷) نیز تفاوت قابل توجهی بین انواع فلس‌ها از لحاظ قطر پیازچه باززایی شده مشاهده ننمودند.

در رابطه با وزن تر پیازچه باززایی شده، گروه‌های مختلف فلس جفتی عکس العمل متفاوتی نسبت به بستر کشت‌های مختلف از خود نشان دادند، بطوریکه بیشترین میزان وزن تر پیازچه باززایی شده در بستر کشت پیت ماوس و فلس جفتی گروه یک (۱/۵۸گرم) و کمترین میزان آن در همان بستر کشت و فلس جفتی گروه پنج (۰/۲۶ گرم) مشاهده گردید. در بستر کشت ورمی‌کولایت، بین فلس‌های جفتی گروه یک و گروه دو اختلاف معنی‌داری از این لحاظ مشاهده نگردید ولی با افزایش شماره گروه فلس‌های جفتی از گروه دو به سه، کاهش چشم‌گیری در میزان وزن تر پیازچه باززایی شده مشاهده گردید. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فلس‌های جفتی گروه یک، در تمامی بستر کشت‌ها بیشترین میزان وزن تر پیازچه باززایی شده را به خود

اختصاص دادند (شکل ۶).



شکل ٦- اثر متقابل نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر صفات مورد ارزیابی در نمونه‌های فلس جفتی آماریلیس
Figure 6- Effect of medium type and twin scale position in the bulb on the traits of amaryllis twin scales

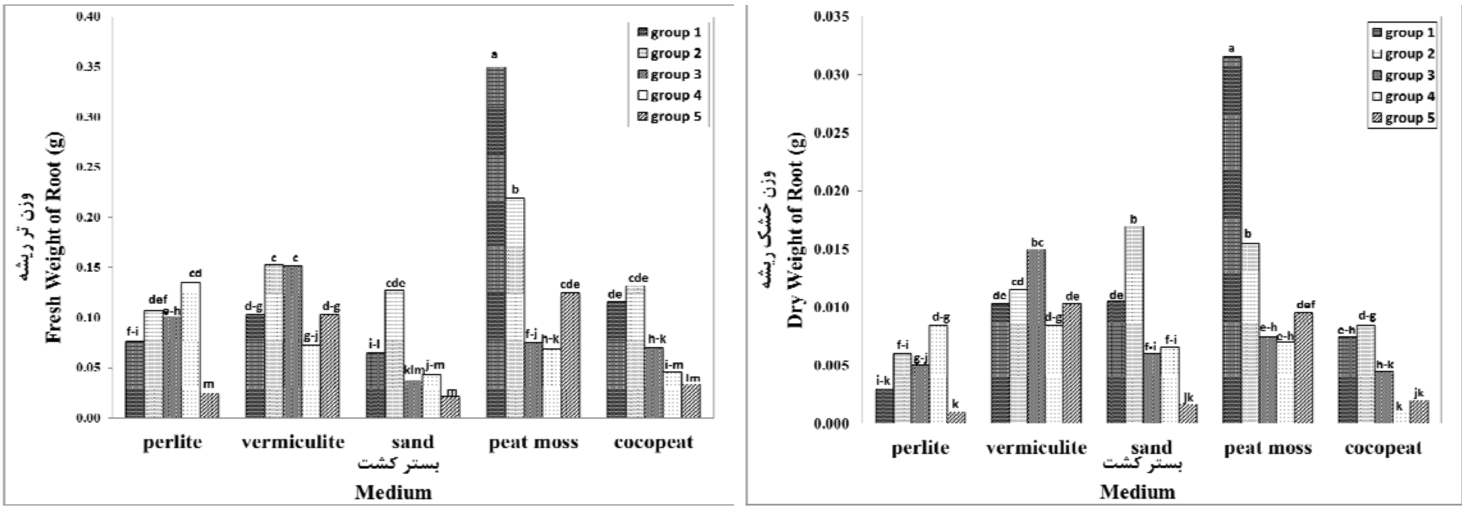
در پـژوهش انجـام شـده توسـط زنـگ و همکـاران (۲۴)، تـاثیر معنی‌دار نوع بستر کشت بر وزن پیازچه باززایی شده آماریلیس گزارش گردید و بیشترین میانگین‌هـای وزن پیازچـه بـاززایی شـده، در بسـتر خاک اره و سپس بستر پیت مشاهده گردید. پاداشت و همکـاران (۱۷) نیز تاثیر انواع مختلف بستر کشت را بر تکثیـر گیـاه سوسـن چلچـراغ مورد ارزیابی قرار دادند و بهترین بستر کشت را از لحـاظ وزن پیازچـه باززایی شده، بستر کشت خاک باغ به همراه پوسـت درختـان معرفـی نمودند. نتـایج پـژوهش مارینـانجلی و همکـاران (۱۵) نشـان داد کـه فلس‌های میانی پیاز لیلیوم، پیازچه‌هایی با وزن تر بیشتر در مقایسه بـا فلس‌های بیرونی و درونی تولید نمودند که بـا نتـایج پـژوهش حاضـر مغایر می‌باشد.

بررسی مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که اثر متقابل نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی بر وزن خشک پیازچه بـاززایی شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار مـی‌باشـد و بطـور کلـی در اکثر بسترهای کشت مورد استفاده، خارجی‌ترین لایه‌های فلس جفتـی بیشترین میزان وزن خشک پیازچه باززایی شده را به خـود اختصـاص داده اند و هرچه نمونه ها از لایه‌هـای داخلـی تـر تهیـه شـده باشـند، میزان وزن تر آنها کاهش می‌یابد. در بـین تیمارهـای مـورد بررسـی، بیشترین میزان وزن خشک پیازچه باززایی شده در بستر کشـت پیـت ماوس و فلس جفتی گروه یک (۰/۲۱گرم) کمترین میزان آن در بستر

کشت کوکوپیت و فلس جفتی گروه پنج (۰/۰۱ گرم) مشاهده گردید (شکل ۶). در پژوهش انجام شده توسط مارینانجلی و همکاران (۱۵) مشخص گردید که بیشترین میزان وزن خشک پیازچه باززایی شده، در فلس‌های جفتی میانی بدست آمد که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

ارزیابی اثر نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر وزن تر ریشه نشان داد که اثرات متقابل این دو عامل تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر ریشه تولید شده داشت، بطوریکه بیشترین وزن تر ریشه در تیمار پیت ماوس و فلس جفتی گروه یک (۰/۳۵ گرم) و کمترین میزان آن در تیمار ماسه و فلس جفتی گروه یک (۰/۰۲۱ گرم) مشاهده گردید (شکل ۷).

از لحاظ وزن خشک ریشه تولیدی اثر متقابل نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، بطوریکه فلس جفتی گروه یک در بستر کشت پیت ماوس با میانگین ۰/۰۳۱۵ گرم، بیشترین وزن خشک ریشه و فلس جفتی گروه پنج در بستر کشت پرلیت با میانگین ۰/۰۰۱۰ گرم، کمترین مقدار آن را به خود اختصاص دادند (شکل ۷).



شکل ۷- اثر نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری بر وزن تر و خشک ریشه در ریزنمونه‌های فلس جفتی آماریلیس
Figure 7- effect of type of medium and scale position in the mother bulb on root fresh and dry weight of amaryllis twin scales

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان نمود که از عوامل موثر در باززایی قلمه‌های فلسی آماریلیس در شرایط برون شیشه‌ای[1]، نوع بستر کشت و موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری می‌باشد. در این پژوهش بین بستر کشت‌های مختلف از نظر کیفیت پیازچه باززایی شده، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید و بهترین بستر کشت از این لحاظ، بستر کشت پیت ماوس می‌باشد. در رابطه با موقعیت فلس جفتی در پیاز مادری، می‌توان اظهار داشت که برای بدست آوردن پیازچه‌هایی با قطر و وزن بیشتر و با کیفیت مطلوب‌تر، کاربرد خارجی‌ترین لایه‌های فلس جفتی مناسب‌تر می‌باشد. بطور کلی جهت تکثیر آماریلیس از طریق نمونه‌های فلس جفتی در شرایط برون شیشه‌ای، کاربرد فلس‌های جفتی گروه یک (خارجی‌ترین لایه فلس جفتی) و بستر کشت پیت ماوس توصیه می‌گردد.

منابع

1- Andrade-Rodríguez M., Guillén-Sánchez D., Villegas-Torres O.G., Ayala-Hernández J.J., López-Martínez V., and Vargas-Araujo J. 2015. Bulb cutting methods to propagate *Hippeastrum hybridum* Hort. Revista Chapingo Serie Horticultura, 21:57-69.
2- Brown S.P., and Black R.J. 2007. Amaryllis, University of Florida, IFAS Extension.

1 - *In vivo*

3- Clemson Extension, 1995. Understanding and producing amaryllis. Clemson Extension. Horti. L 63.

4- De Bruyn M.H. 1997. Micropropagation of amaryllis (*Hippeastrum*×*hybridum*). In: Bajaj, Y.P.S. Biotechnology in Agriculture and Forestry 40, High-Tech and Micropropagation VI. Springer Verlag, Heidelberg, New York, pp 1-13.

5- De Gelder A. 1990. Variety evaluation of *hippeastrum*. Acta Horticulture, 226: 273-275.

6- Dohare S.R., 1989. Amaryllis and Hippeastrum. In: Commercial Flowers. T. K. Bose, R.G. Maiti, R.S. Dhva, (Eds.). Naya prokash, Calcutta, 573-593.

7- El-Naggar A.H., and El-Nasharty A.B. 2009. Effect of growing media and fertilization on growth, flowering, bulbs productivity and chemical constituents of *Hippeastrum vittatum*, Herb. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 6:360-371.

8- Ephrath E., Ben-Asher J., Baruchin F., Alekperov C., Dayan E., and Silberbush M. 2001. Various cutting methods for the propagation of *Hippeastrum* bulbs. Biotronics, 30:75-83.

9- Fennell C.W., 2013. *Crinum moorei*: propagation and secondary metabolite production *in vitro*. University of KwaZulu-Natal. Thesis for the degree of Ph.D in Botany.

10- Huang C.W., Okubo, H., and Uemoto S. 1990a. Importance of two scales in propagating *Hippeastrum hybridum* by twin scaling. Scientia horticulturae, 42(1-2):141-149.

11- Huang C.W., Okubo, H., and Uemoto S. 1990b. Comparison of the bulblet formation from twin scales and single scales in *Hippeastrum hybridum* cultured *in vitro*. Scientia horticulturae, 42(1-2):151-160.

12- Hanks G. 2015. A review of production statistics for the cut flower and foliage sector 2015 (part of AHDB Horticulture funded project PO BOF 002a). The national cut flower center, AHDB.

13- Hubner S. 2014. International Statistics flowers And Plants 2014. Volume 62, center for Business Management in Horticulture and applied research, leibniz University Hanover, Germany.

14- Jamil M.K., Rahman M.M., and Rahman M.M. 2014. Effect of Bulb Cutting and Pot Medium on Propagation of Hippeastrum (*Hippeastrum hybridum* Hort.). Journal of Ornamental Plants, 4(3): 123-132.

15- Marinangeli P.A., Hernández L.F., Pellegrini C.P., and Curvetto N.R. 2003. Bulblet Differentiation after Scale Propagation of *Lilium longiflorum*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128(3): 324-329. 2003.

16- Meerow A.W., Broscht T.K., and Kane M.E. 1991. *Hippeastrum* breeding at the University of Florida. Herberita, 47: 4-10.

17- Padasht M.N., Khalighi A., Naderi R., and Mousavi A. 2005. The investigation of different methods for culturing and propagation of Chelcheragh lily (*Lilium ledebourii*), native of Iran, and its introduction possibility as a new floricultural crop. Islamic Azad University, Science and Research Unit. Thesis for the degree of Ph.D in horticulture (in Persian with English abstract).

18- Sharifi A., Moshtaghi N., and Bagheri A. 1994. Applied Plant tissue culture, Jahad daneshgahi Mashhad publisher, Mashhad (in Persian).

19- Silberbush M., Ephrath J.E., Alekperov Ch., and Ben-Asher J. 2003. Nitrogen and potassium fertilization interactions with carbon dioxide enrichment in *Hippeastrum* bulb growth. Scientia Horticulturae, 98:85-90.

20- Smith R.H., Burrow J., and Kurten K. 1999. Challenges associated with micropropagation of *Zephyranthes and Hippestarum* sp. (Amaryllidaceae). *In Vitro* Cellular and Developmental Biology - Plant, 35(4): 281-282.

21- Tombolato A.F.C., Azevedo C., and Nagai V. 1994. Effects of Auxin Treatments on *in Vivo* Propagation of *Hippeastrum hybridum* Hort. by Twin Scaling. Hort science, 29(8):922.

22- Witomska M., Ilczuk A., and Zalewska I. 2005. Effect of cutting size on propagation efficiency of *Hippeastrum* × *chemielii* by scale cuttings. Propagation of Ornamental Plants, 4:205-209.

23- Yuan Y.L., Zhang Y.L., Zhao J.L., Zhao J. 2008. Study on the method of scale propagation of *Amaryllis vittata*. Journal of Northwest A & F University, Natural Science Edition, 36:108-112.

24- Zhang W., Song L., Teixeira da silva J.A., and Sun H. 2013. Effects of temperature, plant growth regulators and substrates and changes in carbohydrate content during bulblet formation by twin scale propagation in *Hippeastrum vittatum* Red Lion. Scienntia Horticulturae, 160:230-237.

25- Zhu Y., Lui K.S., and Yiu J.C. 2005. Effect of cutting method on bulb production of *Hippeastrum hybridum*in in Taiwan. Acta Horticulturae, 673: 531-535.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 201-215
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 215-201
شاپا: 4730 - 2008

ارزیابی ویژگی‌های زراعی و مورفولوژیک توده‌های اسفناج بومی ایران در استان اصفهان

پیمان جعفری[1]* - امیرهوشنگ جلالی[2]

تاریخ دریافت: 1394/09/04
تاریخ پذیرش: 1395/05/06

چکیده

به منظور بررسی مقدماتی ویژگی‌های زراعی و مورفولوژیک 107 توده اسفناج ایرانی (100 توده موجود در بانک ژن و 7 توده دیگر)، پژوهشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان طی سال‌های 1391و 1392 انجام شد. در سال اول پژوهش بر اساس ویژگی‌های برگ (رنگ، چروکیدگی، طول و عرض)، درصد بوته‌های نر و ویژگی‌های بذر، 25 توده از میان توده‌ها انتخاب شدند. در سال دوم آزمایش، 25 توده انتخابی با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار از نظر ویژگی‌های عملکرد تازه، عملکرد ماده خشک، طول وعرض برگ، تعداد برگ و مقدار نیترات مقایسه شدند. 35 درصد از توده‌های اسفناج استفاده شده در این پژوهش دارای رنگ برگ کاملاً سبز بودند و درصد بوته‌های نر از 32 درصد تا 60 درصد در توده‌های مختلف نوسان داشت. بیشترین مقدار عملکرد تازه برگ را رقم ورامین 88 با مقدار 32/59 تن در هکتار تولید نمود. سه توده TN-69-153، TN-69-140 و Varamin- prickly از نظر عملکرد تازه و عملکرد ماده خشک جزو توده‌های برتر تشخیص داده شدند. سه توده TN-69-58، TN-69-101 و TN-69-70 کمترین مقادیر نیترات را داشتند. نتایج این پژوهش نشان داد در میان 107 توده مطالعه شده، ویژگی‌های متنوع و مفید فراوانی از قبیل عملکرد بالا و مقدار نیترات پایین قابل تشخیص و جداسازی است و از این ویژگی‌ها می توان در زمینه‌های اصلاحی و زراعی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: دمبرگ،عملکرد، ماده خشک، نیترات

مقدمه

اسفناج به عنوان یکی از مهم‌ترین سبزی‌های برگی، سرشار از کلسیم، فسفر، پتاسیم، ویتامین C و بتاکاروتن بوده و خاستگاه اولیه آن به احتمال زیاد ایران بوده است (4) . سالیانه بیش از 30 درصد از سطح زیر کشت سبزیجات برگی در ایران به کشت اسفناج اختصاص می‌یابد و معمولاً از نظر رتبه تولید جهانی، بعد از کشورهای چین، آمریکا، ترکیه، اندونزی و فرانسه قرار می‌گیرد (8). اسفناج محصول فصل سرد محسوب می گردد و امکان کشت آن هم در پاییز و هم در اوایل بهار وجود دارد، با این تفاوت که کشت بهاره آن باید 50 تا 60 روز قبل از وقوع تابستان‌های گرم انجام شود (13).

مناطق مختلف ایران از تنوع ژنتیکی وسیعی در رابطه با توده‌های اسفناج برخوردار بوده که می‌توان از آن در شناسایی توده‌های با پتانسیل عملکرد بالا و همچنین مقاومت به بیماری‌ها و آفات استفاده کرد. این تنوع از بعد جهانی عمدتا از نظر مولکولی (11) و از نظر توده‌های داخل کشور از جنبه‌های مختلف مثل زراعی– مورفولوژیک و مولکولی (3 و 16) مورد توجه پژوهشگران بوده است. در پژوهشی که به منظور بررسی عملکرد و صفات زراعی 121 توده اسفناج ایرانی صورت گرفت، این توده‌ها به 6 خوشه تقسیم‌بندی شدند به گونه‌ای که خوشه‌های 1 و 2 کمترین و خوشه‌های 3 و 6 بیشترین ارزش را از نظر صفات زراعی، مورفولوژیک و فیزیولوژیک داشتند (6). در پژوهش‌دیگری 54 توده اسفناج ایرانی از نظر ویژگی‌های مختلف زراعی بررسی شدند و سه عامل ویژگی‌های برگ، عملکرد و درصد گل‌های ماده، 76/8 درصد از تنوع موجود بین توده‌ها را توضیح داد (16). در مقایسه‌ی44 توده بومی اسفناج ایرانی از نظر 21 صفت مورفولوژیک، توده‌ها به چهار گروه تقسیم شدند که در گروه اول توده‌ها از نظر شکل برگ و درصد بوته‌های ماده مشابه بودند، در گروه دوم تعداد و شکل برگ، طول دمبرگ، طول دوره رشد و وزن تر بوته‌ها مشابه بودند، در گروه سوم وزن تر و طول دوره رشد تشابه

1- مربی پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Peimanjafari @ yahoo.com)
2- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.51614

داشت و در گروه چهارم درصد ماده خشک توده‌ها یکسان بود و نهایتا توده ورامین 2 با میانگین وزن‌تر 84/43 گرم در هر بوته بیشترین وزن تر را در بین توده‌ها داشت (7). از میان پنج توده بومی شیروان،کرج، ورامین، بروجرد و همدان بالاترین مقدار عملکرد را توده بومی همدان با 2128 گرم محصول در متر مربع تولید نمود (1).

بخش عمده آمونیم جذب شده در گیاه با ترکیبات آلی موجود در ریشه ترکیب شده و معمولا به شکل آزاد در گیاه دیده نمی‌شود در حالی که نیترات به راحتی در آوندهای چوبی حرکت کرده و در واکوئل‌های ریشه و اندام‌های هوایی ذخیره می‌شود (5). سبزیجات برگی و به ویژه اسفناج از منابع اصلی جذب نیترات محسوب شده و در بسیاری از مواقع حدود 70 درصد از کل نیترات جذب شده در رژیم غذایی هر فرد در روز از طریق سبزیجات برگی تأمین می‌گردد (19). سبحان اردکانی و همکاران (20) با جمع‌آوری و اندازه‌گیری مقدار نیترات موجود در انواع سبزی‌ها شامل تره‌فرنگی (*Allium porrum*)، ریحان (*Ocimum basilicum*)، شنبلیله (*Trigonella foenum*)، پیاز (*Allium cepa*)، کلم (*Brassica deracea*)، خیار(*Cucumis sativa*) و هویج (*Daucus carota*) در7 شهر در استان اصفهان، بیشترین مقدار نیترات تجمع یافته را در اسفناج و با دامنه‌ای از 1626 تا 3890 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر گزارش نمودند. این مقادیر بیشتر از دامنه‌ی مجاز 345 تا 3890 گزارش شده برای این محصول بود (21).

با توجه به سطح زیر کشت و نیاز روزافزون کشاورزان به بذور مرغوب و پرمحصول اسفناج و همچنین با عنایت به این که در برخی از سال‌ها بیش از 500 هزار دلار صرف وارد کردن بذور ارقام خارجی اسفناج می‌گردد (9) پژوهش در مورد توده‌های بسیار متنوع داخلی و جداسازی توده‌های مرغوب از نظر عملکرد، زودرسی، بازار پسندی و مقدار نیترات اندام‌های هوایی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش نیز جداسازی توده‌های بومی اسفناج ایرانی با صفات مطلوب جهت استفاده در کارهای اصلاحی، حفظ ژن‌های مفید و ارائه ژنوتیپ‌های برتر اسفناج از نظر عملکرد بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی مقدماتی صفات زراعی، صفات مورفولوژیک و مقدار نیترات 100 توده اسفناج ایرانی موجود در بانک ژن سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و 5 توده غالب مورد کشت در منطقه اصفهان (توده محلی شهرضا و توده محلی نجف آباد و کاشان) و 2 توده شاهد (رقم ورامین 88 و جمعیت پیشرفته بذر خاردار ورامین) پژوهشی به مدت دو سال (1392-1391) در مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان واقع در کبوترآباد واقع در 25 کیلومتری شرق اصفهان با طول جغرافیایی 51 درجه و 51 دقیقه شرقی و عرض جغرافیای 31 درجه و 32 دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا 1545 متر اجرا شد. بر اساس آمار 20 ساله هواشناسی این ایستگاه، متوسط بارندگی و دمای سالیانه این ایستگاه به ترتیب برابر 110 میلی متر و 25 درجه سانتی‌گراد است. بافت خاک محل آزمایش لومی و شوری، اسیدیته و مقدار ماده آلی خاک به ترتیب برابر 3/5 دسی زیمنس بر متر، 7/9 و 0/3 درصد بود. مقادیر نیترژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب برابر با 0/075 درصد، 250 میلی‌گرم در کیلوگرم و 14/6 میلی‌گرم در کیلوگرم بود.

هدف سال اول آزمایش جداسازی اولیه توده‌های برتر اسفناج از نظر صفات زراعی بود. تاریخ کاشت سال اول آزمایش 30 شهریور ماه بود و کشت به صورت جوی و پشته‌ای (دو ردیف در هر پشته) و به روش خشکه‌کاری انجام شد. هر توده برروی دو خط کاشت 2 متری با فاصله بوته 25 سانتیمتر و فاصله ردیف 30 سانتیمتر کشت شد. آبیاری مزرعه بلافاصله انجام و در حدود 10 روز بعد از کشت مزرعه به صورت یکنواخت سبز شد.کلیه مراقبت‌های زراعی از قبیل تنک،کود دهی سرک و وجین علف‌های هرز در طول دوره رشد به صورت یکنواخت در همه کرت‌های آزمایشی انجام شد و در حین رشد و در پایان رشد رویشی صفات مورد نظر که شامل نوع بذر (صاف-خاردار)، عرض پهنک برک، رنگ برگ، وضعیت چروکیدگی سطح برگ، ضخامت سطح برگ، حالت دمبرگ (ایستاده، نیمه ایستاده و خوابیده)، طول دمبرگ، شکل پهنک برگ، شکل نوک برگ، درصد گلدهی در زمان رشد رویشی و نیز تعداد بوته ی نر و ماده بر اساس دیسکریپتور موجود برای اسفناج که در بخش تحقیقات بانک ژن گیاهی تهیه شده است یاد داشت برداری شد (16). بر این اساس توده هایی که از نظر وضعیت رشدی و همچنین بازار پسندی وضعیت بهتری داشتند و همچنین فاقد هرگونه گلدهی در زمان رشد رویشی بوده و ضمنا درصد گل نر در آنها زیر 40 درصد بود به عنوان توده‌های برتر جهت اجرای طرح در سال بعد انتخاب شدند.

تعداد 25 توده برتر انتخابی در سال اول پژوهش، در سال دوم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار مورد مقایسه آماری قرار گرفتند. کشت به صورت جوی و پشته‌ای و در طرفین پشته‌های 60 سانتیمتری انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل دو خط کشت به طول 5 متر و فاصله خطوط از یکدیگر 30 سانتیمتر در نظر گرفته شد. کاشت اسفناج در 15 شهریور ماه 92 انجام و برداشت محصول در مورخه 20 آبان ماه انجام شد. پس از توزین محصول برداشتی برای اندازه‌گیری برداری سایر صفات ذکر شده از تعداد 10 بوته که بطور تصادفی انتخاب شدند استفاده شد. صفاتی که در این مقایسه آماری مورد بررسی قرار گرفت عبارت بود از: عملکرد محصول، عملکرد وزن خشک، تعداد برگ، طول برگ، عرض پهنک برگ، طول دمبرگ و

میزان نیترات در اندام‌های هوایی در زمان برداشت، مقدار نیترات نمونه‌ها با استفاده از دستگاه یون آنالایزر (Ion Analyser Jenway 3040, England) بر روی نمونه‌های کامل بوته (برگ و دمبرگ) خشک شده در اون بر اساس میزان نیترات به میلی گرم در هر کیلوگرم ماده خشک اندام‌های هوایی اندازه گیری و ثبت شد. برای اندازه گیری درصد ماده خشک بوته، 10 بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و به مدت 48 ساعت در آون با دمای 70 درجه سلسیوس قرار گرفت. تجزیه آماری داده ها، همبستگی صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار(SAS 9.4) انجام و مقایسات میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از سال اول پژوهش در جدول 1 نشان داده شده است. یازده ویژگی در این جدول برای انتخاب توده‌های

برتر مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس داده‌های جدول، رنگ پهنک برگ از سبز تیره تا سبز روشن و درصد چروکیدگی آن از کاملا چروکیده تا چروکیدگی کم متغیر بود. معمولا ارقام اسفناج با درصد چروکیدگی برگ کمتر مقدار نیترات کمتری نیز دارند و بین چروکیدگی سطح برگ و درصد نیترات رابطه مستقیم وجود دارد (2). بنابراین طبیعی است که عدم چروکیدگی برگ به عنوان یک صفت کیفی مطلوب مورد توجه پژوهشگران باشد. از سوی دیگر اسفناج‌های با برگ های صاف دارای درصد ماده خشک بیشتری هستند (2). در این پژوهش درصد بوته‌های نر از 32 درصد تا 60 درصد در توده‌های مختلف نوسان داشت. درصد پایین گل نر (کمتر از 40 درصد) به عنوان یک صفت مطلوب برای انتخاب توده‌ها در نظر گرفته شد. اسفناج گیاهی دو پایه و تترامورفید (چهار شکلی) است وتظاهر جنسیت از نر بودن تا ماده بودن کامل متغیر است (16).

21/5 درصد از توده‌های مورد مطالعه در این پژوهش دارای دم برگ‌هایی با حالت ایستاده (عمودی) بوده و 25/2 درصد از آن‌ها دارای دم برگ‌های طویل بودند (جدول 1). صفت طویل بودن طول دم برگ و برافراشته بودن آن صفتی مطلوب از نظر برداشت مکانیزه محسوب می گردد (14). البته در رابطه با ارقامی که تجمع نیترات در آنها زیاد بوده و یا در مواردی که مدیریت استفاده از کودهای نیتروژن‌دار به خوبی انجام نگردد، طول بیشتر دم‌برگ یک صفت نامطلوب خواهد بود زیرا تجمع نیترات در دم‌برگ نسبت به پهنک برگ اسفناج بیشتر است (12). 35/5 درصد از توده‌های اسفناج استفاده شده در این پژوهش دارای رنگ برگ کاملا سبز بودند. رنگ برگ، در سبزیجات برگی از اهمیت بالایی برخوردار است. وجود رنگدانه‌های مختلف می‌تواند رنگ برگ و بازار پسندی آن را تحت تاثیر قرار دهد. در اسفناج معمولا رنگ سبز مربوط به رنگدانه‌های کلروفیل (a و b) بوده که مانع بروز رنگ رنگدانه‌های کارتنوئید می‌شود (10). گزارش شده است که وجود رنگ سبز تیره می‌تواند با درصد بالای بوته‌های ماده ارتباط داشته باشد (2). در برخی از پژوهش‌ها نیز رنگ سبز تیره در اسفناج را صفتی مفید و بازارپسند برای اسفناج‌های منجمد شده تشخیص داده اند (7).

با توجه به صفات بررسی شده در جدول 1 ، تعداد 25 توده برای آزمایش سال دوم انتخاب شدند (جدول2). نتایج تجزیه واریانس صفات در سال دوم آزمایش در جدول 3 نشان داده شده است. 25 توده انتخابی از نظر صفات عملکرد تازه، عملکرد ماده خشک، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، تعداد برگ و مقدار نیترات از نظر آماری (در سطح احتمال 1 درصد) با هم تفاوت داشتند.

مقایسه میانگین مربوط به صفات عملکرد خشک وتر و طول برگ در جدول 4 ذکر شده است. طول برگ دامنه ای از 11 سانتیمتر در رقم کاشان تا 18 سانتیمتر در تودهTN-69-101 (جمع آوری شده از لرستان) داشت. بین صفت طول برگ در توده (TN-69-101) با توده‌های (TN-69-140، TN-69-78، TN-69-137، TN-69-149 ، TN-69-31، TN-69-138 ، TN-69-79 ، TN-69-70، TN-69-172) از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

در پژوهشی به منظور بررسی صفات زراعی توده‌های اسفناج، طول پهنک برگ در سه توده کاشان، شهرضا و نجف آباد به ترتیب 15/50، 11/50 و 9/50 سانتیمتر بود و هر سه توده از این نظر تفاوت معنی‌دار داشتند (3). ارقام و توده‌های محلی می‌توانند با توجه به شرایط آب و هوایی ویژگی های رشدی متفاوتی نشان دهند. به عنوان مثال طول پهنک توده کاشان در یک پژوهش (3) 10/08 سانتیمتر و در پژوهش دیگری (7) 12/2 سانتیمتر بود. این دو پژوهش در شرایط آب و هوایی کرج انجام شده‌اند که به مراتب خنک‌تر از اصفهان است. در دامنه دمایی 16-5 درجه سانتی‌گراد ویژگی های فتوسنتز برگ اسفناج تغییر معنی‌داری نداشته اما ویژگی های مورفولوژیک برگ به طور چشم گیری تغییر می کند (5). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول برگ و عرض برگ مشاهده شد ($0/78^{**}$) (جدول 5). به طور مشابه در مقایسه 44 توده اسفناج ایرانی همبستگی معنی‌داری بین طول و عرض پهنک برگ گزارش شده است ($0/829^{**}$) (7).

عملکرد ماده خشک در توده‌های آزمایشی دامنه‌ای از 1/11 (TN-69-57) تا 3/41 (TN-69-172) تن در هکتار داشت. هفت توده دیگر (TN-69-140، TN-69-79، TN-69-88، Varamin-prickly، TN-69-149، TN-69-78، TN-69-153) نیز مقادیر بالایی از عملکرد ماده خشک را داشتند و از این نظر تفاوتی با توده (TN-69-172) نداشتند (جدول4).

جدول۱- صفات مورفولوژیک و زراعی اندازه گیری شده در توده‌های مختلف اسفناج در سال اول آزمایش

Table 1– Morphological and agronomic measured traits in different spinach landraces in the first year of study

ردیف Row	توده Landrace	محل جمع آوری Site of collection	درصد بوته های نر Percentage of male plants	نوع بذر Seed type	درصد گلدهی در زمان رشد رویشی Flowering percentage in vegetation stage	شکل نوک برگ Leaf tips shape	شکل پهنک Blade shape	طول دمبرگ Petiole Length	حالت دمبرگ Petiole status	ضخامت پهنک Blade Thickness	چروکیدگی برگ Wrinkling Leaf	رنگ پهنک برگ Leaf color	عرض پهنک Blade width
1	TN-69-5	Kerman	43	S	(−)	CI	TR	SH	C	T	L	DG	N
2	TN-69-6	Yazd	44	S	30	SHA	TR	LO	ST	F	L	LG	N
3	TN-69-7	Yazd	41	S	(−)	SHA	TR	M	C	M	S	LG	N
4	TN-69-8	Mazandaran	44	P	10	SHA	TR	LO	ST	M	M	DG	N
5	TN-69-9	Yazd	42	S	(−)	SHA	TR	M	C	T	H	DG	N
6	TN-69-15	Mazandaran	43	S	(−)	CI	O	M	C	T	H	MG	W
7	TN-69-16	Mazandaran	45	S	(−)	SHA	TR	M	C	H	M	DG	N
8	TN-69-19	Mazandaran	46	P	(−)	SHA	TR	M	C	F	M	DG	N
9	TN-69-20	Yazd	51	P	(−)	SHA	TR	M	C	M	M	DG	N
10	TN-69-21	Yazd	48	S	(−)	SHA	TR	M	C	M	M	DG	N
11	TN-69-22	Yazd	37	P	(−)	CI	TR	SH	C	T	H	LG	W
12	TN-69-23	Yazd	46	P	(−)	SHA	TR	M	C	T	S	DG	N
13	TN-69-26	Yazd	44	S	(−)	SHA	TR	LO	ST	T	M	DG	N
14	TN-69-27	Yazd	43	S	(−)	SHA	TR	SH	C	T	H	LG	N
15	TN-69-28	Golestan	55	S	100	SHA	TR	LO	ST	F	S	LG	W
16	TN-69-31	Fars	37	P	(−)	CI	TR	SH	C	T	M	DG	W
17	TN-69-32	Fars	45	S	(−)	CI	TR	LO	SE	M	S	DG	W
18	TN-69-33	Fars	43	S	(−)	CI	TR	M	C	M	M	DG	N
19	TN-69-34	Fars	49	P	(−)	SHA	TR	SH	C	T	M	DG	N
20	TN-69-35	Fars	44	S	(−)	SHA	TR	M	C	T	S	DG	N
21	TN-69-38	Mazandaran	49	P	(−)	SHA	TR	SH	C	T	M	DG	N
22	TN-69-42	Yazd	42	S	(−)	SHA	TR	M	ST	F	M	LG	W

جدول۱ – ادامه ...
Table 1- continues ...

ردیف Row	توده Landrace	محل جمع آوری Site of collection	درصد بوته های نر Percentage of male plants	نوع بذر Seed type	درصد گلدهی در زمان رشد رویشی Flowering percentage in vegetation stage	شکل نوک برگ Leaf tips shape	شکل پهنک Blade shape	طول دمبرگ Petiole Length	حالت دمبرگ Petiole status	ضخامت پهنک Blade Thickness	چروکیدگی برگ Wrinkling Leaf	رنگ پهنک برگ Leaf color	عرض پهنک Blade width
23	TN-69-44	Yazd	45	S	30	SHA	TR	LO	ST	M	M	LG	W
24	TN-69-56	Yazd	50	S	50	SHA	TR	LO	ST	T	H	LG	N
25	TN-69-57	Hamadan	39	S	(-)	CI	O	M	C	T	S	LG	W
26	TN-69-58	Lorestan	37	S	(-)	CI	O	M	C	T	H	LG	W
27	TN-69-59	Mazandaran	43	S	(-)	SHA	TR	SH	C	T	S	DG	N
28	TN-69-60	Mazandaran	44	S	(-)	SHA	TR	M	C	T	L	LG	N
29	TN-69-61	Mazandaran	41	S	(-)	CI	TR	SH	C	T	L	LG	N
30	TN-69-62	Yazd	55	S	70	SHA	TR	LO	ST	F	S	LG	M
31	TN-69-63	Yazd	46	S	(-)	CI	TR	M	ST	T	L	LG	M
32	TN-69-64	Mazandaran	44	S	(-)	CI	O	M	C	T	L	LG	N
33	TN-69-65	Mazandaran	49	S	(-)	CI	TR	M	C	T	L	DG	N
34	TN-69-66	Yazd	45	S	(-)	CI	TR	M	ST	M	L	LG	M
35	TN-69-67	Hamadan	46	S	(-)	CI	TR	SH	C	F	L	LG	N
36	TN-69-68	Esfahan	41	S	(-)	CI	TR	SH	C	F	H	DG	N
37	TN-69-70	Hamadan	35	S	(-)	CI	O	SH	C	T	H	DG	W
38	TN-69-71	Yazd	40	S	(-)	SHA	TR	SH	C	F	L	LG	N
39	TN-69-72	Yazd	40	S	(-)	CI	TR	M	C	T	H	DG	N
40	TN-69-73	Kerman	34	S	(-)	CI	TR	LO	C	T	M	DG	W
41	TN-69-74	Lorestan	36	S	(-)	CI	TR	SH	C	M	H	DG	W
42	TN-69-75	Yazd	45	S	(-)	SHA	TR	SH	C	M	M	DG	N
43	TN-69-76	Hamadan	39	S	(-)	CI	O	SH	C	F	H	LG	W
44	TN-69-78	Tehran	38	S	(-)	CI	O	M	ST	F	H	LG	W

جدول ۱ - ادامه ...

Table 1- continues .

ردیف Row	توده Landrace	محل جمع آوری Site of collection	درصد بوته های نر Percentage of male plants	نوع بذر Seed type	درصد گلدهی در زمان رشد رویشی Flowering percentage in vegetation stage	شکل نوک برگ Leaf tips shape	شکل پهنک Blade shape	طول دمبرگ Petiole Length	حالت دمبرگ Petiole status	ضخامت پهنک Blade Thickness	چروکیدگی برگ Wrinkling Leaf	رنگ پهنک برگ Leaf color	عرض پهنک Blade width
45	TN-69-79	Systan and Baluchestan	38	S	(−)	CI	O	M	ST	F	H	LG	W
46	TN-69-80	Ghom	45	S	(−)	CI	O	SH	C	T	H	DG	W
47	TN-69-81	Ghom	37	S	(−)	CI	O	M	C	F	M	LG	W
48	TN-69-82	Markazi	54	S	(−)	CI	TR	LO	C	T	M	DG	W
49	TN-69-83	Khorasan razavi	50	S	(−)	CI	O	SH	C	T	H	LG	M
50	TN-69-84	Hamadan	47	S	(−)	CI	O	SH	C	M	H	DG	W
51	TN-69-86	East azarbayjan	43	S	(−)	SHA	TR	LO	ST	F	L	DG	N
52	TN-69-87	East azarbayjan	53	S	(−)	CI	TR	M	C	T	H	DG	M
53	TN-69-88	East azarbayjan	38	S	(−)	CI	TR	M	C	M	M	LG	W
54	TN-69-89	Lorestan	44	P	(−)	CI	TR	M	C	M	H	LG	W
55	TN-69-90	Lorestan	50	S	30	CI	TR	M	C	F	S	LG	M
56	TN-69-91	Lorestan	48	S	30	SHA	TR	M	C	F	L	DG	M
57	TN-69-92	Lorestan	45	S	10	CI	TR	LO	C	F	M	DG	W
58	TN-69-95	East azarbayjan	42	S	(−)	SHA	TR	M	C	F	L	LG	N
59	TN-69-96	East azarbayjan	46	S	20	SHA	TR	LO	C	T	H	LG	N
60	TN-69-97	East azarbayjan	38	S	(−)	CI	O	SH	C	T	H	LG	W
61	TN-69-98	North Korasan	48	P	(−)	CI	TR	M	C	M	H	LG	W
62	TN-69-99	North Korasan	54	P	30	SHA	TR	M	C	T	S	LG	N
63	TN-69-101	Lorestan	34	S	(−)	CI	O	SH	C	M	M	LG	W
64	TN-69-102	Golestan	45	S	(−)	CI	TR	SH	C	H	H	LG	W
65	TN-69-108	West Azarbayjan	42	S	(−)	SHA	TR	M	C	M	H	LG	W
66	TN-69-133	Khorasan razavi	44	S	(−)	SHA	TR	M	ST	F	M	LG	N

جدول۱ – ادامه ...

Table 1- continues .

ردیف Row	توده Landrace	محل جمع آوری Site of collection	درصد بوته های نر Percentage of male plants	نوع بذر Seed type	درصد گلدهی در زمان رشد رویشی Flowering percentage in vegetation stage	شکل نوک برگ Leaf tips shape	شکل پهنک Blade shape	طول دمبرگ Petiole Length	حالت دمبرگ Petiole status	ضخامت پهنک Blade Thickness	چروکیدگی برگ Wrinkling Leaf	رنگ پهنک برگ Leaf color	عرض پهنک Blade width
67	TN-69-134	Khorasan razavi	60	S	70	CI	TR	M	ST	F	M	LG	N
68	TN-69-135	Tehran	40	S	(-)	SHA	TR	SH	C	F	L	LG	N
69	TN-69-137	Lorestan	35	S	(-)	CI	TR	LO	ST	M	M	LG	W
70	TN-69-138	Lorestan	36	S	(-)	SHA	TR	LO	ST	M	M	LG	W
71	TN-69-139	Lorestan	36	S	(-)	CI	TR	M	ST	F	L	LG	W
72	TN-69-140	Lorestan	35	S	10	CI	O	LO	ST	F	S	LG	W
73	TN-69-141	Lorestan	40	P	10	CI	TR	M	C	F	S	LG	W
74	TN-69-143	Lorestan	45	S	50	CI	O	SH	C	T	M	LG	W
75	TN-69-145	West Azarbayjan	41	S	(-)	CI	TR	M	C	T	M	LG	W
76	TN-69-149	Hamadan	35	P	50	CI	TR	SH	C	T	M	LG	W
77	TN-69-151	Chaharmahal and Bakhtyari	44	S	10	CI	TR	LO	C	M	M	DG	N
78	TN-69-152	Chaharmahal and Bakhtyari	41	S	10	CI	TR	M	C	M	M	LG	W
79	TN-69-153	Chaharmahal and Bakhtyari	34	S	(-)	CI	O	LO	C	F	H	LG	N
80	TN-69-154	Chaharmahal and Bakhtyari	41	S	(-)	SHA	TR	SH	C	M	M	LG	N
81	TN-69-155	Lorestan	51	S	70	CI	TR	LO	C	F	L	LG	W
82	TN-69-158	Lorestan	60	S	80	SHA	TR	SH	ST	F	M	DG	N
83	TN-69-159	Lorestan	47	S	40	CI	TR	M	C	H	H	LG	W
84	TN-69-160	Lorestan	45	S	20	CI	TR	SH	C	F	M	DG	W
85	TN-69-161	Khorasan razavi	42	S	10	SHA	TR	SH	C	T	H	LG	N
86	TN-69-162	Khorasan razavi	41	P	(-)	CI	TR	M	C	T	H	LG	M
87	TN-69-163	Khorasan razavi	38	S	(-)	SHA	TR	SH	C	F	L	LG	W
88	TN-69-164	Khorasan razavi	32	S	10	SHA	TR	LO	C	F	L	LG	M

جدول ۱ - ادامه ...

Table 1- continues .

ردیف Row	توده Landrace	محل جمع آوری Site of collection	درصد بوته های نر Percentage of male plants	نوع بذر Seed type	درصد گلدهی در زمان رشد رویشی Flowering percentage in vegetation stage	شکل نوک برگ Leaf tips shape	شکل پهنک Blade shape	طول دمبرگ Petiole Length	حالت دمبرگ Petiole status	ضخامت پهنک Blade Thickness	چروکیدگی برگ Wrinkling Leaf	رنگ پهنک برگ Leaf color	عرض پهنک Blade width
89	TN-69-165	Khorasan razavi	41	P	5	SHA	TR	SH	C	M	H	DG	W
90	TN-69-166	Khorasan razavi	41	S	(-)	SHA	TR	SH	C	F	M	LG	N
91	TN-69-171	Kordestan	43	S	(-)	CI	TR	M	C	M	H	LG	W
92	TN-69-172	Ghazvin	39	S	(-)	CI	TR	M	C	M	H	LG	W
93	TN-69-173	West Azarbayjan	44	S	20	SHA	TR	LO	C	F	L	DG	N
94	TN-69-174	West Azarbayjan	42	S	(-)	CI	TR	M	C	F	H	LG	N
95	TN-69-178	Kusestan	45	S	(-)	SHA	TR	M	C	F	H	LG	W
96	KC-312005	-	44	S	(-)	CI	TR	LO	C	F	H	LG	M
97	KC-312008	-	46	S	15	SHA	TR	LO	C	F	M	LG	N
98	KC-312013	-	47	P	(-)	SHA	TR	LO	C	F	L	DG	N
99	KC-312017	-	46	S	(-)	CI	TR	SH	C	F	H	LG	M
100	KC-312019	-	47	S	(-)	CI	TR	SH	C	M	H	DG	N
101	Shahreza	-	45	S	(-)	SHA	TR	SH	C	M	M	DG	M
102	Ardestan	-	45	S	10	SHA	TR	M	C	F	M	LG	W
103	Kashan	-	37	S	(-)	CI	O	SH	ST	F	M	LG	W
104	Varamin88	-	39	S	(-)	SHA	TR	LO	ST	S	M	LG	W
105	Rehnan	-	43	S	(-)	SHA	O	LO	C	F	M	LG	W
106	Mobarake	-	56	S	70	SHA	TR	SH	ST	F	H	LG	N
107	Var.- prickly	-	39	P	(-)	SHA	TR	LO	C	F	H	LG	W

علائم اختصاری عبارتند ازباریک (N)، پهن(W)، متوسط(M)، کم(L)،زیاد(H)، ضخامت(T)، نازکی(F)، خوابیده(C)، ایستاده(ST)، نیمه ایستاده(SE)، کوتاه(SH)، بلند(LO)، تخم مرغی(O)، مثلثی(TR)، گرد(CI)، صاف(S)، خاردار(P)، تیز(SHA)، سبز تیره(DG) و سبز روشن(LG).

The symptoms are: Narrow(N), Wide(W), Medium(M), Low(L), High(H), Thick(T), Fragile(F), Creepy(C), Standing(ST), Semierect(SE), Short(SH), Long(LO), Oval(O), Triangular(TR), Circular(CI), Smooth(S), Prickly(P), Sharp(SHA), Dark Green(DG), and Light Green(LG).

جدول 2- توده‌های برتر انتخاب شده از توده‌های اسفناج در اولین سال مطالعه

Table2- Superior landraces of selected from spinach landraces in the first year of study

ردیف Row	توده landrace	ردیف Row	توده landrace	ردیف Row	توده landrace
1	TN-69-22 (yazd)	10	TN-69-79	19	TN-69-149
2	TN-69-31	11	TN-69-81	20	TN-69-153
3	TN-69-57	12	TN-69-88	21	TN-69-163
4	TN-69-58	13	TN-69-97	22	TN-69-172
5	TN-69-70	14	TN-69-101	23	Varamin- prickly
6	TN-69-73	15	TN-69-137	24	Varamin-brodleaf
7	TN-69-74	16	TN-69-138	25	Kashan
8	TN-69-76	17	TN-69-139	-	-
9	TN-69-78	18	TN-69-140	-	-

جدول3 - تجزیه واریانس صفات در توده‌های مختلف اسفناج

Table 3 – ANOVA of traits in different spinach landraces

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) عملکرد تازه Fresh yield	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	طول دمبرگ Petiole length	تعداد برگ Leaf number	نیترات $NO3^{-}$
تکرار Replication	2	22.66^{ns}	0.573^{ns}	4.01^{ns}	2.04^{ns}	9.73^{ns}	2.29^{ns}	63116.9
توده landrace	24	61.58^{**}	1.11^{**}	9.69^{**}	5.40^{**}	22.02^{**}	6.00^{**}	556843^{**}
خطا Error	48	14.64	0.072	1.55	1.07	3.30	1.90	56062.4
ضریب تغییرات CV %		16.16	11.30	8.63	9.72	10.75	10.04	18.41

ns: غیرمعنی دار، *: معنی دار در سطح احتمال 5 درصد، **: معنی دار در سطح 1درصد

ns :Non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

بیشترین مقدار عملکرد تازه را رقم ورامین 88 با مقدار 32/59 تن در هکتار تولید نمود که با شش توده (TN-69-73، Varamin- prickly، TN-69-74، TN-69-153، TN-69-140، TN-69-58) از نظر آماری تفاوتی نداشت. نکته قابل توجه اینکه فقط سه توده TN-69-153، TN-69-140 و Varamin- prickly (توده پیشرفته خاردار ورامین) هم از نظر عملکرد تازه و هم از نظر عملکرد ماده خشک جزو توده‌های برتر بودند و علیرغم همبستگی معنی‌دار بین دو صفت وزن خشک و وزن‌تر (جدول 5) همیشه داشتن وزن تازه (تر) بیشتر با بیشتر بودن وزن خشک همراه نیست. این مطلب بیانگر تفاوت مقدار آب موجود در بافت‌های ارقام مختلف است. نتایج مشابهی مبنی بر برتری عملکرد توده بذر خاردار ورامین گزارش شده و این توده در یک پژوهش با تولید 84/43 گرم عملکرد تک بوته (7) و همچنین در پژوهش دیگری با تولید 2467 گرم عملکرد در هر متر مربع بیشترین عملکرد را نسبت به سایر توده‌ها داشته است (3). تفاوت عملکرد ارقام و توده‌های مختلف اسفناج در سایر پژوهش‌ها نیز مورد تاکید بوده و به طور مثال در پژوهش احمدی و همکاران (1) توده بومی همدان با تولید 2128 گرم محصول در متر مربع در مقایسه با چهار توده بومی شیروان، کرج، ورامین و بروجرد بالاترین مقدار عملکرد را تولید نمود. در پژوهشی دو ساله در استان بوشهر، اسفناج رقم ویروفلی در شرایط بهینه زراعی از نظر آبیاری و تراکم عملکردی معادل 39/06 تن در هکتار داشت (15).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات طول برگ، عملکرد ماده خشک و عملکرد تر در توده‌های اسفناج

Table4- Mean comparison of leaf length, dry matter yield and fresh yield, in spinach landraces

شماره توده Lan.No.	عملکرد تر Fresh yield (t. ha^{-1})	توده Landrace	رتبه Rank	شماره توده Lan.No.	ماده خشک Dry matter (t. ha^{-1})	توده Landrace	رتبه Rank	شماره توده Lan.No.	طول برگ (cm) length Leaf	توده Landrace	رتبه Rank
24	32.59	Varami88	a	22	3.41	TN-69-172	a	14	18.00	TN-69-101	a
6	31.20	TN-69-73	ab	18	3.20	TN-69-140	a	18	17.00	TN-69-140	ab
23	30.48	Var.- prickly	a-c	10	3.06	TN-69-79	ab	9	16.33	TN-69-78	a-c
7	28.74	TN-69-74	a-d	12	3.03	TN-69-88	a-c	15	16.00	TN-69-137	a-d
20	28.50	TN-69-153	a-d	23	2.98	Var.- prickly	a-d	19	15.87	TN-69-149	a-e
18	28.20	TN-69-140	a-d	19	2.96	TN-69-149	a-d	2	15.83	TN-69-31	a-e
4	26.70	TN-69-58	a-e	9	2.91	TN-69-78	a-d	16	15.67	TN-69-138	a-e
19	24.87	TN-69-149	b-f	20	2.91	TN-69-153	a-d	10	15.67	TN-69-79	a-e
12	24.80	TN-69-88	b-f	14	2.60	TN-69-101	b-e	5	15.67	TN-69-70	a-e
8	24.69	TN-69-76	b-f	8	2.54	TN-69-76	c-e	22	15.67	TN-69-172	a-e
13	24.26	TN-69-97	b-f	13	2.52	TN-69-97	c-e	24	15.17	Varami88	b-f
2	24.04	TN-69-31	b-f	24	2.48	Varami88	de	23	15.00	Var.- prickly	b-f
10	23.14	TN-69-79	c-f	15	2.40	TN-69-137	ef	20	14.50	TN-69-153	c-g
14	22.82	TN-69-101	d-f	25	2.38	Kashan	ef	3	14.33	TN-69-57	c-g
9	22.21	TN-69-78	d-f	16	2.35	TN-69-138	ef	7	14.00	TN-69-74	c-g
15	21.87	TN-69-137	d-f	4	2.33	TN-69-58	ef	17	13.83	TN-69-139	c-j
3	21.82	TN-69-57	d-f	2	2.19	TN-69-31	e-g	1	13.67	TN-69-22	d-k
25	21.65	Kashan	d-f	7	2.15	TN-69-74	e-h	11	13.50	TN-69-81	e-k
22	21.22	TN-69-172	d-g	5	1.94	TN-69-70	f-i	13	13.33	TN-69-97	f-l
16	20.37	TN-69-138	e-g	17	1.79	TN-69-139	g-j	12	13.00	TN-69-88	g-l
5	19.38	TN-69-70	e-g	6	1.69	TN-69-73	h-j	21	12.67	TN-69-163	h-l
1	18.60	TN-69-22	fg	21	1.68	TN-69-163	h-j	4	12.33	TN-69-58	i-l
11	18.16	TN-69-81	fg	11	1.49	TN-69-81	i-k	8	11.67	TN-69-76	j-l
17	17.99	TN-69-139	fg	1	1.43	TN-69-22	jk	6	11.33	TN-69-73	kl
21	14.21	TN-69-163	g	3	1.11	TN-69-57	k	25	11.10	Kashan	l

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

In each column, means of with common letters are not significantly different at 5 percent level

جدول 5- ضرایب همبستگی صفات مختلف مورد مطالعه در توده‌های انتخابی اسفناج

Table 5- The correlation coefficient of different traits studied in selected spinach landraces

ردیف Row	صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7
1	عملکرد Yield	1	1					
2	ماده خشک Dry matter	0.04^{*}	$0. 4^{*}$					
3	طول برگ Leaf length	0.01^{ns}	0.32^{ns}	1				
4	عرض برگ Leaf width	0.14^{ns}	017^{ns}	0.78^{**}	1			
5	طول دمبرگ Petiole length	0.32^{ns}	0.47^{*}	0.38^{ns}	0.30^{ns}	1		
6	تعداد برگ Leaf number	0.14^{*}	0.08^{ns}	0.31^{ns}	0.22^{ns}	0.24^{ns}	1	
7	نیترات Nitrate	0.21^{ns}	1	-0.01^{ns}	0.08^{ns}	-0.07^{ns}	0.04^{ns}	1

ns: غیرمعنی دار، *: معنی دار در سطح 5درصد، **: معنی دار در سطح 1درصد

ns :Non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

توده (TN-69-78) با 17 عدد برگ، بیشترین و توده -TN-69) (22 با 11/33 عدد برگ، کمترین تعداد برگ را در بین توده‌های مختلف آزمایشی تولید کردند (جدول 6). تعداد برگ یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در اسفناج محسوب می‌شود و همان‌طور که در جدول 5 نیز دیده می‌شود، این صفت همبستگی معنی‌داری با عملکرد تر و عملکرد ماده خشک داشته است. طول دمبرگ یکی دیگر از صفات مهم در اسفناج است که در این پژوهش از 12 تا 21/3 سانتیمتر در بین توده‌های مختلف تغییر می‌کرد. تودهTN-69-97 به همراه یازده توده دیگر در یک گروه آماری قرار گرفته و بالاترین طول دمبرگ را داشتند. صفت طول دمبرگ با هیچ یک از صفات بررسی شده در این پژوهش همبستگی معنی داری را نشان نداده است. صفت طویل بودن طول دم برگ و برافراشته بودن آن صفتی مطلوب از نظر برداشت مکانیزه محسوب می گردد (17) و توده های پر محصول پژوهش حاضر دارای چنین صفت مطلوبی بودند.

عرض پهنک برگ در توده TN-69-31 معادل 12/38 سانتیمتر بود و به همراه 11 توده دیگر به طور معنی دار عرض پهنک بیشتری نسبت به سایر توده‌ها داشت (جدول 6). توده کاشان با عرض پهنک 7/83 سانتیمتر کمترین عرض پهنک را در بین توده‌های آزمایشی داشت. در سایر پژوهش‌ها در بین توده‌های بومی اسفناج ایرانی کمترین (6/6 سانتیمتر) و بیشترین (11/48 سانتیمتر) عرض پهنک برگ به ترتیب برای دو توده ورامین2 و رهنان گزارش شده است (7).

گروه‌بندی توده‌ها بر اساس تجزیه کلاستر در شکل 1 نشان داده شده است. در دندروگرام حاصل ازتجزیه خوشه، تیمارهای مورد مطالعه براساس تشابه متغیرهای مورد بررسی به 2 خوشه عمده گروه بندی شدند. تیمارهای 1 ، 7 ، 19 ، 24 و 20 در یک گروه و سایر جمعیت‌های اسفناج درکلاستر دیگر قرار گرفته اند، یعنی تشابه ژنتیکی بین آنها مشاهده نشده است. خوشه دوم که شامل سایر تیمارهاست، نیز میزان تشابه متفاوت می‌باشد. یعنی تیمارهای (2، 13 ،9، 17، 22) و (3، 25 ، 16 ،23، 11) و (12، 15) و(4، 14 ، 5) و (6 ، 8 ، 21 ،10، 18) در کلاسترهای جداگانه قرار گرفته اند.

از نظر مقدار نیترات موجود در اندام‌های هوایی، توده -TN-69 153 با مقدار 1708 میلی گرم نیترات به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک، بیشترین مقدار نیترات را داشت (شکل 2). سه توده TN-69-74، TN-69-22 و TN-69-149 به ترتیب با 1485، 1482 و 1427 میلی گرم نیترات به ازاء هر کیلوگرم ماده خشک از این نظر در رتبه دوم قرار گرفتند. چروکیدگی برگ TN-69-153، TN-69-149، -TN 69-74 و TN-69-22 به ترتیب زیاد، متوسط، متوسط و زیاد بود (جدول 1). معمولا ارقام اسفناج با درصد چروکیدگی برگ کمتر مقدار نیترات کمتری نیز دارند و بین چروکیدگی سطح برگ و درصد نیترات رابطه مستقیم وجود دارد (2). مقایسه مقدار نیترات 9 ژنوتیپ اسفناج در دهلی نو هندوستان نشان داد مقدار نیترات دامنه‌ای از 998 تا 2674 میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر داشت و مقدار آن وابسته به منشأ جغرافیایی ژنوتیپ‌ها بود (19). حد مجاز نیترات مصرفی بستگی تام به رژیم غذایی مصرفی فرد دارد.

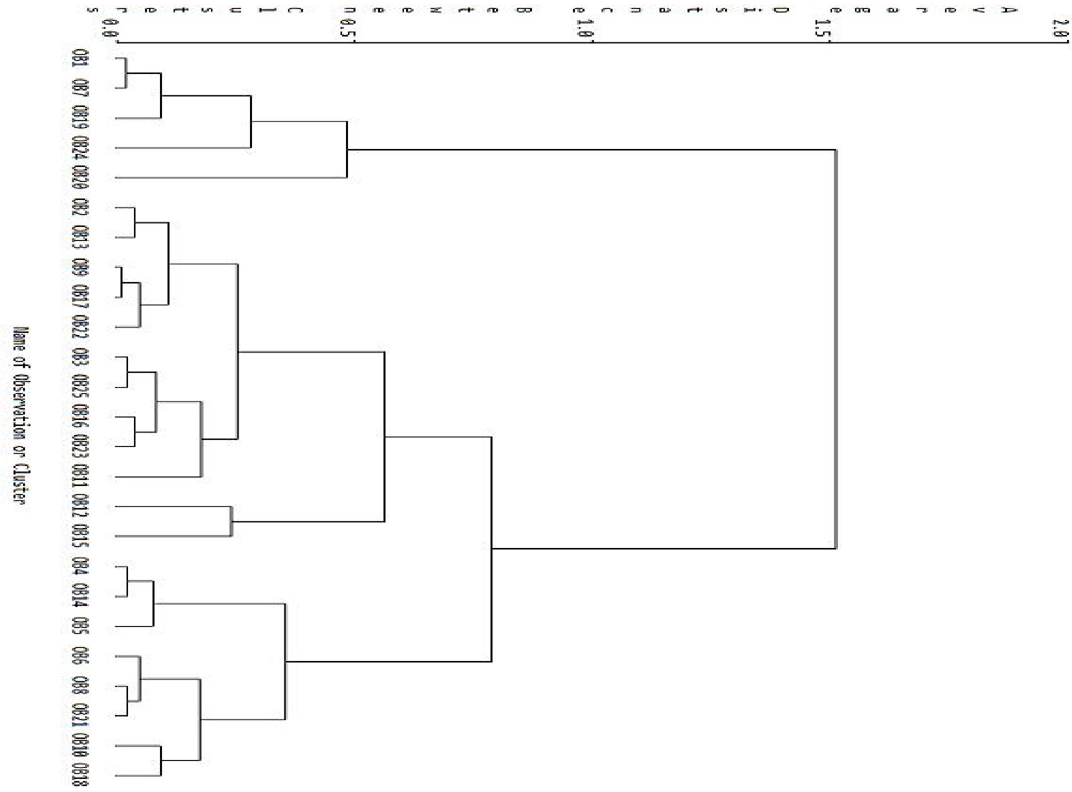
جدول ٦- مقایسه میانگین صفات تعداد برگ، طول دمبرگ و عرض برگ در توده‌های اسفناج

Table 6: Mean comparison of leaf number, petiole length and leaf width, in spinach landraces

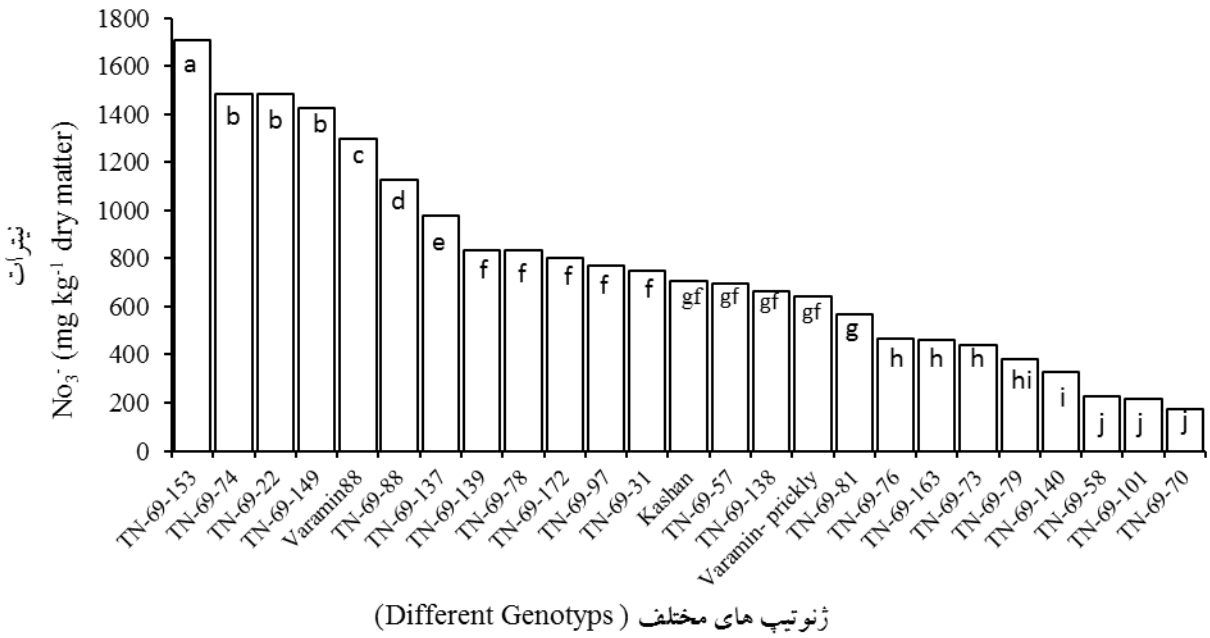
شماره توده Lan.No.	توده Landrace	عرض برگ Leaf width (cm)	رتبه Rank	شماره توده Lan.No.	توده Landrace	طول دمبرگ Petiole length (cm)	رتبه Rank	شماره توده Lan.No.	تعداد برگ Leaf number	توده Landrace	رتبه Rank
2	12.38	TN-69-31	a	13	21.33	TN-69-97	a	9	17.00	TN-69-78	a
9	12.67	TN-69-78	ab	14	21.00	TN-69-101	ab	22	16.00	TN-69-172	ab
14	12.33	TN-69-101	a-c	19	20.33	TN-69-149	ab	14	15.67	TN-69-101	a-c
7	12.00	TN-69-74	a-d	15	19.67	TN-69-137	a-c	19	14.67	TN-69-149	a-d
18	12.00	TN-69-140	a-d	23	19.33	Var.- prickly	a-d	20	14.67	TN-69-153	a-d
24	12.00	Var.brodleaf	a-d	7	19.00	TN-69-74	a-e	6	14.67	TN-69-73	a-d
22	11.67	TN-69-172	a-e	5	19.00	TN-69-70	a-e	15	14.67	TN-69-137	a-d
5	11.67	TN-69-70	a-e	6	18.67	TN-69-73	a-e	10	14.33	TN-69-79	b-d
15	11.33	TN-69-101	a-e	4	18.67	TN-69-58	a-e	17	14.33	TN-69-139	b-d
23	11.00	Var.- prickly	a-e	10	18.33	TN-69-70	a-e	24	14.33	Varami88	b-d
10	10.83	TN-69-79	a-e	16	18.00	TN-69-138	a-e	13	14.00	TN-69-97	b-e
12	10.67	TN-69-88	a-e	9	17.83	TN-69-78	a-e	8	14.00	TN-69-76	b-e
1	10.67	TN-69-22	b-f	2	17.67	TN-69-31	b-f	25	14.00	Kashan	b-e
19	10.43	TN-69-149	c-g	1	16.33	TN-69-22	c-g	11	13.67	TN-69-81	b-e
17	10.33	TN-69-139	c-g	17	16.00	TN-69-139	d-h	7	13.67	TN-69-74	b-e
3	10.33	TN-69-57	c-g	18	15.67	TN-69-140	e-h	5	13.67	TN-69-70	b-e
13	10.00	TN-69-97	d-h	8	15.67	TN-69-76	e-h	23	13.33	Var.- prickly	b-e
8	10.00	TN-69-76	d-h	20	15.67	TN-69-153	e-h	18	13.00	TN-69-140	c-e
16	9.83	TN-69-138	e-h	24	15.33	Var.brodleaf	f-i	16	13.00	TN-69-138	e-c
11	9.80	TN-69-81	e-h	3	14.33	TN-69-57	g-i	12	12.33	TN-69-88	de
4	9.17	TN-69-58	f-i	22	13.33	TN-69-172	hi	3	12.00	TN-69-57	de
20	9.17	TN-69-153	f-i	25	13.33	Kashan	hi	4	12.00	TN-69-58	de
21	8.67	TN-69-163	g-i	12	13.00	TN-69-88	hi	21	12.00	TN-69-163	de
6	8.50	TN-69-73	hi	11	13.00	TN-69-81	hi	2	11.33	TN-69-31	e
25	7.83	Kashan	i	21	12.00	TN-69-163	i	1	11.33	TN-69-22	e

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

In each column, means of with common letters are not significantly different at 5 percent level



شکل 1-گروه بندی توده‌های اسفناج به روش AVERAGE
Figure 1- Grouping of spinach landraces with AVERAGE method



شکل 2- مقایسه مقدار نیترات در توده‌های مختلف اسفناج
Figure1- Comparison of nitrate content in different spinach landraces

برخی از پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد از 93 میلی‌گرم در روز نیترات مصرفی در روز برای یک فرد بالغ، 33 درصد مربوط به سیب زمینی، سبزیجات برگی سبز رنگ 21 درصد، سایر سبزیجات 15 درصد، نوشیدنی‌ها 8/5 درصد، محصولات گوشتی 4/2 درصد، غلات متفرقه 2/1 درصد، نان 1/6 درصد و سایر موارد 5/1 درصد بوده است (22). با توجه به این که افراد در سنین مختلف از نظر وزن متفاوت هستند تعیین یک عدد مشخص به عنوان حد بحرانی نیترات برای یک فرد خالی از اشکال نیست و بر این اساس کمیسیون غذایی اتحادیه اروپا مقدار جذب قابل قبول نیترات برای هر فرد را بر اساس وزن هر فرد مشخص کرده و مقدار آن را 3/65 میلی‌گرم به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن اعلام نموده است (18).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی وسیعی در میان توده‌های اسفناج مورد بررسی در این پژوهش وجود داشته و می‌توان با توجه به هدف‌های اصلاحی متفاوت از آنها به عنوان هسته اصلاحی اولیه استفاده نمود. این توده‌ها در صورت انجام سلکسیون و خالص سازی (با در نظر گرفتن استانداردهای لازم ایزولاسیون جهت تولید بذر) می‌توانند پس از تکثیر به عنوان جمعیت‌های خالص سازی شده نیز در دسترس کشاورزان و تولید کنندگان قرار گیرند. توده‌هایی مثل TN-69-153، TN-69-140 و Varamin-prickly (توده پیشرفته خاردار ورامین) هم از نظر عملکرد تازه و هم از نظر عملکرد ماده خشک جزو توده‌های برتر در این پژوهش بودند. سه توده TN-69-58، TN-69-101 و TN-69-70 نیز با توجه به مقادیر کم نیترات می‌توانند مورد توجه صنایع تبدیلی باشند. به هر صورت وجود تنوع قابل ملاحظه برای توده‌های مطالعه شده، فرصت ارزشمندی است که می‌توان از آن هم بهره علمی و هم منفعت اقتصادی برد.

سپاس‌گزاری

نگارندگان مقاله از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان برای حمایت‌هایی که از اجرای این تحقیق نموده‌اند تشکر و قدر دانی می‌نمایند.

منابع

1- Ahmadi H., Akbarpour V., Dashti F., and Shojaeian A. 2010. Effect of different levels of nitrogen fertilizer on yield, nitrate accumulation and several quantitative attributes of five Iranian spinach accessions. American Eurasian Journal Agriculture and Environment Science, 8:468-473.
2- Arshi Y. 2000. Genetic improvement of vegetable crops. Mashhad Jahad Daneshghahi, 725 p. (In Persian).
3- Asadi, H., and Hasandokht, M. 2007. Study of genetic diversity on Iranian spinach genotypes. Journal of Agricultural Sciences, 38:257-265 (In Persian).
4- Avsar B. 2011. Genetic diversity of Turkish spinach cultivars. A master dissertation graduate school of engineering and sciences. Izmir Institute of Technology, Turkey, 256pp.
5- Boese S.R., and Huner N.P.A. 1990. Effect of growth temperature and temperature shifts on spinach leaf morphology and photosynthesis. Plant Physiology, 94:1830-1836.
6- Ebadi-Segheloo A., Asadi G., Mohebodini M., Janmohammadi M., Nouraein A., and Sabaghnia M. 2014. The use of some morphological traits for the assessment of genetic diversity in spinach landraces. Plant Breeding and Seed Sci. 69: 69-80.
7- Eftekhari A., and Hasandokht M.R., Fatahemoghadam M.R., and Kashi A. 2010. Iran spinach genetic diversity using morphological characteristics. Iranian Journal of Horticultural Science, 41:83-93 (In Persian).
8- FAOSTAT.2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011) FAO, faostat.fao.org/.
9- Imani M. 2008. Evaluate and compare the performance of advanced Varamin spinach, obtained from Varamin mass. Final report of the research project, Varamin Agricultural Research Center. Registration number of (85. 916) in the Center of Agricultural Scientific Evidence.45pp.
10- Kidmose U., Edelenbos M., Norbak R., and Christensen L.P. 2002. Colour stability in vegetables". In Color in Food: Improving Quality. D.B. MacDougall, Ed. CRC Press, Wood head Publishing Limited, Cambridge, U.K., pp. 179–232.
11- Kuwahara K., Suzuki R., Ito Y., Mikami M T., and Onodera Y. 2013. An analysis of genetic differentiation and geographical variation of spinach germplasm using SSR markers. Plant Genetic Research 11:1-6.
12- Lorenz O.A. 1978. Potential levels in edible plant parts. In: D.R. Nilsen et al. (eds). Nitrogen in Environment. Soil Plant Nitrogen relationships, Academic Press, New York, USA 210-220 pp.
13- Maroufi K., Farahani H.A., and Moaven, P. 2011. Effects of hydropriming on seedling vigor in spinach. Advances in Environmental Biology, 5:2224-2227.
14- Peyvast G.H. 2006. Olericulture. Daneshpazir Press, 487p (In Persian).

15- Pouzshiraze M., and Rakhshandehro M. 2007. Effects of irrigation, plant density and planting methods on yield of spinach (case study in Bushehr). Journal of Soil and Water, 22:187-198(In Persian).
16- Sabaghnia N., Asadi-Gharneh H.A., and Janmohammadi M. 2014. Genetic diversity of spinach landraces collected in Iran using some morphological traits. Acta Agriculture Slovenia, 103:101-111.
17- Salunkhe D.K., Bilon H.R., and Reddy N.R.1991.Storage, processing and nutrition quality of fruits and vegetables.Vol.1.CRC press. Boca Raton. 285p.
18- Scientific Committee on Food. 1995. Opinion on nitrate and nitrite, Annex 4 to Document III/5611/95, European Commission (ed.), Brussels, p. 20.
19- Shahid Umar A., Iqbal M. and Abrol Y.P. 2007. Are nitrate concentrations in leafy vegetables within safe limits? Current Science, 92:355-360.
20- Smatanova M., Richter R., and Hlusek J. 2004. Spinach and pepper response to nitrogen and sulphur fertilization. Plant and Soil Environment, 50:303-308.
21- WHO. 1978. Nitrates, nitrates and N-Nitrozo compounds. Geneva, Environmental Health Criteria 5.
22- Ysart G., Miller P., Barrett G., Farrington D., Lawrance, P., and Harrison N. 1999. Dietary exposures to nitrate in the UK. Food Additives and Contaminants, 16: 521-532.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 216-225
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۲۲۵-۲۱۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تاثیر تنش خشکی بر کیفیت ظاهری، خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ۳ گونه‌چمن بومی

رامین مهدوی[1*]- مهدی پارسا[2]- علی گزانچیان[3]- حمیدرضا خزاعی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

چکیده

توسعه فضای سبز شهری و چمنکاری از جمله نیازهای بشر امروز است که عامل محدودکننده در این امر کمبود آب می‌باشد. این کمبود بر توسعه، کیفیت و انتخاب نوع پوشش گیاهی تاثیر مستقیم می‌گذارد. از اینرو آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی برای سنجش مقاومت گونه‌های چمن بومی و انتخاب گونه مناسب روی گونه‌های بومی *Brumos tomentellus*، *Festuca rubra*، *F. arundinacea* و رقم تجاری Super sport (شاهد) و سه سطح رطوبتی ۸۵ درصد (شاهد)، ۶۵ درصد و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در شرایط گلخانه انجام گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین طول شاخساره در تنش خشکی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی در گونه *F. arundinaceae* و کمترین مقدار در چمن سوپر اسپورت، همچنین صفت عرض برگ بیشترین و کمترین مقدار در شرایط تنش به ترتیب در گونه *B. tomentellus* و چمن سوپر اسپورت مشاهده شد. گونه *F. arundinaceae* تحت شرایط تنش خشکی بهترین کیفیت ظاهری و بیشترین میزان کلروفیل a و کل را به خود اختصاص داد. تحت تنش خشکی کمترین نشت یونی (۲۵/۶۶ درصد) در گونه *F.rubra*، بیشترین مقدار محتوای آب نسبی در گونه *F. arundinaceae* (۷۷/۸۰ درصد)، بیشترین میزان پرولین برگ در گونه *B. tomentellus* و کمترین مقدار در چمن سوپر اسپورت مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده میتوان گفت گونه‌های چمن بومی در شرایط تنش خشکی عملکرد و کیفیت بهتری از چمن‌های وارداتی مانند سوپر اسپورت را دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش خشکی، چمن بومی، چمن وارداتی، نشت یونی

مقدمه

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و روند رو به رشد شهرنشینی و تراکم جمعیت در واحدهای عمودی به نام آپارتمان و کمبود فضای سبز احساس نیاز فراوان به احداث باغستان‌ها و پارک‌های بزرگ شهری شده است. یکی از مهمترین اجزا در این بوستان‌های شهری عنصری به نام چمن است که با طراوت و سرسبزی خود با پوششی یکدست و لطیف و ایجاد هوایی مطبوع در پارک‌ها می‌شود. چمن جزو گیاهان پرمصرف و دارای نیاز آبی بالا می‌باشد (۵). این گیاه جهت رشد مطلوب و حفظ شادابی خود نیاز به آبیاری روزانه و در بعضی روزهای گرم تابستان نیاز به چند نوبت آبیاری نیز دارد. از طرف دیگر با توجه به برداشت‌های نابجا از منابع آب زیرزمینی و خشکسالی‌های اخیر سبب شده تامین نیاز آبی در بحث فضای سبز جزو دغدغه‌های همیشگی مدیران شهری و سایر دست اندکاران این بخش باشد. از اینرو استفاده از چمن‌های بومی مقاوم به خشکی و در عین حال دارای زیبایی بصری از اهمیت و مزیت‌های نسبی زیادی در این زمینه برخوردار است (۱۴).

ایران یکی از غنی‌ترین کشورهای دنیا از نظر ذخایر توارثی گیاهان می‌باشد. خانواده گرامینه با ۳۹۷ گونه از ۱۱۵ جنس از پراکنش بسیار بالایی در سطح کشور برخوردار است (۱۴). لذا به نظر می‌رسد با وجود چنین تنوع بالایی نباید تنها به گونه‌های محدود و وارداتی که بعضا مصرف آب بالایی دارند و هزینه نگهداری آنها زیاد است، تکیه کرد. مطمئناً در بین چمن‌های بومی موجود در نقاط مختلف کشور (۱۴) گونه‌های سازگار به شرایط اقلیمی و متحمل به

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Mahdavi-r@mashhad.ir)
۳- استادیار پژوهش، گروه زراعت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.56264

تنش‌های حاصل از آن نیز وجود دارند. در هر اقلیم باید چمن مناسب با آن اقلیم کاشته شود. از طرف دیگر گونه چمن باید متناسب با نوع بهره‌برداری و کاربرد آن انتخاب شود.

تنش خشکی یکی از عوامل اصلی محدودکننده رشد گراس‌های چمنی در نواحی خشک و نیمه خشک می‌باشد (۵). تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، بیوماس، رشد و در نهایت عملکرد گیاه می‌شود (۱، ۶ و ۲۲). گراس‌های چمنی می‌توانند توسط مکانیسم‌هایی نظیر فرار، خواب، اجتناب و تحمل تحت شرایط تنش خشکی زنده بمانند. مکانیسم‌های فرار و خواب در گراس‌های چمنی ابزاری تخصصی برای جلوگیری از تنش خشکی می‌باشند. در صورتی که اجتناب و یا تحمل در حقیقت خشکی را به تعویق می‌اندازند (۵).

در گیاهان گرامینه، خشکی باعث اختلال شدید اما موقت در سیستم آوندی ساقه طی دوره طویل شدن میانگره‌ها می‌شود (۳۲). در بسیاری از گراس‌های مقاوم به خشکی، کاهش رشد در اندام هوایی و افزایش وزن ریشه در پاسخ به تنش خشکی اتفاق می‌افتد که دلیل آن انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به سمت ریشه‌ها می‌باشد که این فرآیند سبب گسترش بیشتر ریشه‌ها و در نتیجه مقاومت به تنش خشکی می‌شود. یکی از مکانیسم‌های مهم چمن‌ها در جلوگیری از آسیب تنش خشکی توانایی آنها در تولید سیستم ریشه عمیق و گسترده و افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی می‌باشد (۳۲). در مطالعه باستوک و بایوکتاس (۳) تنش آبیاری منجر به کاهش یکنواختی و کاهش درصد پوشش سطح چمن شد. در این مطالعه تنش شدید آبیاری منجر به کاهش رشد و وزن خشک ریشه گردید ولی تنش اندک، رشد بهتر را فراهم نمود. در بین ارقام تال فسکیو، رقم میلینیوم[1] و ربل اکسدا[2] به ترتیب بهترین و بدترین عملکرد و کیفیت را در قطع آبیاری تا رسیدن به ۵۰ درصد سبزینگی را داشتند (۱۹ و ۲۰). وایت و همکاران (۳۵) با بررسی روابط آبی در زوی شیا گراس دریافتند که بعضی از ارقام با وجود اینکه مصرف آب بالاتری نسبت به ری گراس چند ساله که مصرف آب در آن پایین است، کیفیت بصری بهتری را نشان نمی‌دهند. در بین گراس‌ها ژنوتیپ‌هایی که فعالیت فیزیولوژیکی مطلوب‌تری را در تنش خشکی نشان دادند از درجه کیفی بالاتری برخوردار هستند (۱۰).

با توجه به بالا بودن سطح تعرق در گراس‌ها (۱۷) در چمن‌هایی که هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد و میزان تبخیر بسیار کم می‌شود محتوای نسبی آب در هنگام تنش به خوبی حفظ شده و کارایی مصرف آب افزایش یافته و تداوم پایداری چمن در این شرایط زیاد می‌شود (۲۸). داکوستا و همکاران (۱۰) با بررسی اثر تنش خشکی بر کنتاکی بلوگراس عنوان نمودند که محتوای کلروفیل یکی از فاکتورهای مهم برای تعیین ظرفیت فتوسنتزی و کارکرد مناسب فتوسیستم I و II می‌باشد. در برخی از گراس‌ها با وجود ریشه‌های کم عمق، تنظیم اسمزی و سازوکارهای بیوشیمیایی دیگری ایجاد می‌شود که باعث پایدار شدن غشا می‌گردد (۸). در تال فسکیو کنترل اتلاف آب از برگ‌ها و توسعه ریشه‌ها برای جذب آب بیشتر و تعادل اسمزی باعث افزایش مقاومت به خشکی می‌شود (۱۲). گزانچیان و همکاران (۱۴) با تحقیق بر روی گراس‌های پایا عنوان کردند که یکی از عوامل اصلی در ایجاد مقاومت به خشکی در مرحله اولیه رشد رویشی ارسال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به ریشه‌ها و گسترش آنها در هنگام تنش است. ژیانگ و هوانگ (۱۸) بیان کردند که خشکی باعث کاهش در کیفیت چمن‌های فصل سرد می‌شود که پیامد آن کاهش در رشد ریشه، پتانسیل آب برگ، پایداری غشا سلولی، میزان فتوسنتز، کارایی فتوشیمیایی و کاهش در ذخیره‌سازی کربوهیدرات‌ها می‌شود. فو و همکاران (۱۳) با بررسی اثرات مختلف آبیاری روی چهار گونه چمن برموداگراس، زویشیاگراس، کنتاکی بلوگراس و تال فسکیو پی بردند که تنش خشکی باعث ناپایداری غشاء سلولی در برگ‌ها شده و به دنبال آن افزایش نفوذپذیری برای خروج یون‌ها صورت می‌گیرد که هر چه میزان خشکی بیشتر باشد به همان نسبت نیز نشت الکترولیت افزایش می‌یابد. سلاح ورزی و همکاران (۲۷) بیان نمودند که توده بومی تال فسکیو نسبت به ارقام همنام وارداتی خود در شرایط تنش شدید خشکی با داشتن محتوای پرولین بیشتر، پتانسیل اسمزی خود را پایین نگه داشته و کمترین مقدار نشت یون‌ها و تخریب غشاء سلولی را در شرایط تنش نشان می‌دهند. کارو و دانکن (۹) و ژیانگ و هوانگ (۱۸) در مطالعه بر روی گراس‌ها به این نتیجه رسیدند که با کاهش محتوای نسبی آب، کیفیت چمن نیز کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد.

هدف از انجام این پژوهش بررسی مقاومت گونه‌های چمن بومی به تنش کم آبیاری و اندازه‌گیری کیفیت ظاهری آنها جهت استفاده در فضای سبز شهری بوده است. همچنین با مقایسه ارقام تجاری و گونه‌های بومی می‌توان نسبت به جایگزینی گونه‌های بومی با ارقام تجاری و وارداتی اقدام نمود که این گونه‌های بومی را می‌توان به عنوان چمن کم نهاده معرفی کرد.

مواد و روش‌ها

تهیه و کاشت مواد گیاهی

در این آزمایش سه گونه چمن بومی *Festuca rubra*، *F. arundincea* و *Bromus tomentllus* به همراه چمن وارداتی Super sport جهت بررسی‌های فیزیولوژیکی در گلخانه مورد مطالعه قرار گرفتند. جهت کشت گیاهان از لوله‌های P.V.C به قطر ۹ و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر به عنوان گلدان استفاده شد که با ۷۰ درصد خاک

1- Millennium
2- Rebel Exeda

مزرعه، ۲۰ درصد پیت ماوس و ۱۰ درصد ماسه پر شدند. ۱۰ نشاء از مزرعه در هر گلدان کشت شد. گیاهان تا اعمال تنش به مدت ۴۵ روز در محیط گلخانه به طور معمول آبیاری گردیدند. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و سطوح آبیاری شامل: ۸۵ درصد ظرفیت زراعی (سطح شاهد)، ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی، در نظر گرفته شد. هر گلدان با ۷۴۰۰ گرم خاک پر شد. با توجه به اینکه درصد رطوبت وزنی خاک مورد آزمایش در حالت ظرفیت زراعی ۱۸/۲ درصد بود، مقدار آب نگهداری شده برای هر یک از سطوح ظرفیت زراعی تعیین گردید. بنابراین بوسیله توزین روزانه تمامی گلدان‌ها در ساعت ۱۰ صبح، وضعیت رطوبتی آنها مشخص گردید. بدین ترتیب نقصان رطوبتی خاک با اضافه نمودن آب به درصدهای ظرفیت زراعی مدنظر رسید (۲۷).

اندازه‌گیری صفات مورد بررسی

پس از اعمال تنش خشکی، ۵ عدد برگ جوان با گسترش کامل در هر گلدان برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ انتخاب شد که این پارامترها بوسیله کولیس ورنیه و خط کش اندازه‌گیری گردید. محتوای نسبی آب گیاه از فرمول زیر محاسبه شد (معادله ۱):

RWC=(Fw-Dw)/(Tw-Dw)*۱۰۰

Fw=وزن تر Dw=وزن خشک Tw=وزن آماس یافته

برای این منظور قطعات برگی به ابعاد تقریبی ۵×۵ میلیمتر تهیه شد و ابتدا وزن تر نمونه محاسبه و سپس وزن آماس پس از ۴ ساعت خیساندن در آب مقطر و وزن خشک پس از قرار گرفتن در آون ۷۵ درجه و مدت ۴۸ ساعت توسط ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و در فرمول بالا قرار داده شد. نشت الکترولیت بر اساس روش بلوم و ابرکن (۸) محاسبه شد. قطعات برگی با اندازه ۱ سانتیمتر تهیه و سپس این قطعات شست و شو شده و همراه با ۱۰ میلیلیتر آب مقطر در لوله آزمایش قرار داده و لوله‌ها را به مدت ۱۸ ساعت بوسیله شیکر شدیدا تکان داده و در این مرحله هدایت الکتریکی اولیه (Ci) بوسیله دستگاه هدایت سنج، اندازه‌گیری شده و سپس لوله‌های آزمایش جهت کشته شدن یاخته‌های برگی به اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه به مدت ۱۵ دقیقه انتقال داده شد و پس از سرد شدن محتویات داخل لوله‌های آزمایش هدایت الکتریکی ثانویه (Cs) نیز اندازه‌گیری گردید. در نهایت مقادیر نشت الکترولیت از طریق رابطه زیر محاسبه شد (معادله ۲):

EL = (Ci/Cs)×۱۰۰

برای اندازه‌گیری کلروفیل از دستگاه اسپکتروفتومتر و روش هیلی و همکاران (۱۵) با استفاده از روابط زیر اندازه‌گیری شد (معادله ۳).

Chl a (µg/ml) = (۱۲/۵OD ۶۶۳) − (۲/۵۵OD۶۴۵)

Chl b (µg/ml) = (۱۸/۲۹OD ۶۴۵) − (۲/۵۸OD۶۶۳)

Chl (total) = Chl a + Chl b

Chl= کلروفیل

۶۴۵OD= میزان جذب نور در طول موج ۶۴۵ نانومتر

۶۶۳OD=میزان جذب نور در طول موج ۶۶۳ نانومتر

برای اندازه‌گیری پرولین برگ‌ها از روش بیتس و همکاران (۴) با اندکی تغییرات استفاده شد. به این ترتیب که نمونه تازه با استفاده از نیتروژن مایع خرد شده و با سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد همورن می‌گردد. مخلوط حاصل در دمای اتاق نگهداری شده تا به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای درآید. پس از گذراندن مخلوط حاصل از کاغذ صافی به آن اسید استیک و معرف اسیدی ناین هیدرین ۲ اضافه شده و به مدت یک ساعت در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده می‌شود، به منظور توقف واکنش، لوله‌ها در مخلوط آب و یخ قرار داده شده و ۴ میلی لیتر تولوئن به هر کدام از آنها اضافه می‌گردد. به منظور جداسازی اسیدآمینه پرولین، ورتکس انجام می‌شود. پس از آن فاز قرمز رنگ حاوی اسید آمینه پرولین که به صورت جداگانه‌ای در بالا قرار گرفته، جدا شده و جذب مایع رنگی حاوی پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت غلظت واقعی پرولین هر نمونه با استفاده از نمونه‌های استاندارد تهیه شده از پرولین خالص با وزن مولکولی ۱۱۵/۵ محاسبه می‌شود. کیفیت چمن‌ها با روش بصری، مطابق برنامه جهانی ارزیابی گراس‌ها[1] اندازه‌گیری شد، در این روش از اعداد ۱ تا ۹ جهت سنجش کیفیت استفاده می‌شود، عدد ۱ حالتی را نشان می‌دهد که برگ گراس‌ها ۱۰۰ درصد خشکیده و پژمرده شده و یا ۱۰۰ درصد خواب و بدون قابلیت رشد مجدد باشد. ولی در مقابل عدد ۹ گراس‌های متحمل به خشکی را با ویژگی‌هایی نظیر برگ‌های کاملا شاداب، عدم خواب و قابلیت کامل رشد مجدد پس از تنش خشکی نشان می‌دهد (۳۳). تجزیه آماری اطلاعات به وسیله نرم افزار JMP8 انجام و نمودارها بوسیله نرم افزار اکسل رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد بررسی شامل اثرات تنش خشکی، گونه و اثر متقابل تنش خشکی و گونه در جدول ۱ آورده شده است. اثر گونه بر همه صفات مورد بررسی به غیر از کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر تنش خشکی بر همه صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل گونه و تنش خشکی بر همه صفات مورد بررسی به غیر از کلروفیل b

1- National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)

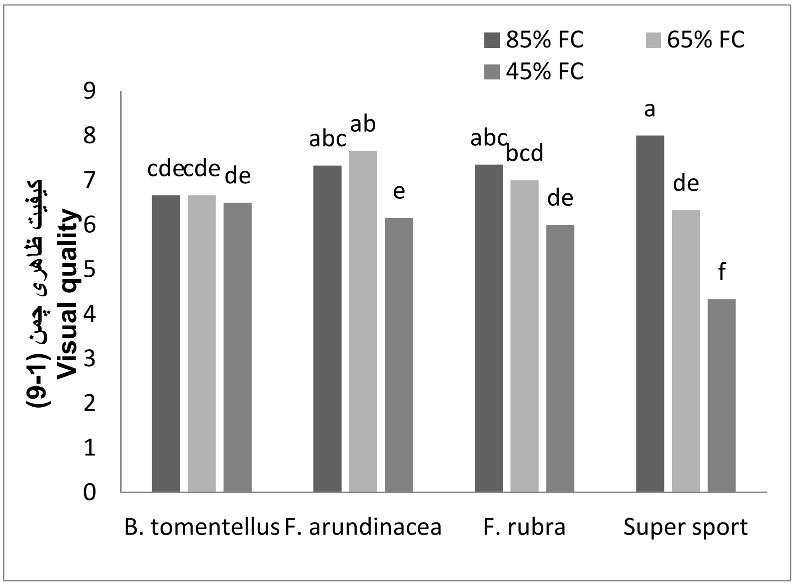
معنی‌دار بود (جدول ۱).

طول برگ

اثر گونه بر طول برگ معنی‌دار بود بطوریکه بیشترین طول برگ از گونه تال فسکیو (۸/۴۶ سانتی متر) حاصل شد. بیشترین طول برگ از تنش خشکی ۶۵ درصدظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۲). بیشترین (۷/۴۶ سانتی متر) طول برگ تحت شرایط تنش خشکی از گونه تال فسکیو و تنش ۶۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین (۳/۶۳ سانتی متر) طول برگ از چمن سوپر اسپورت و تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۳). رشد سلول مهم‌ترین فرآیندی است که تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. سلاح ورزی و همکاران (۲۷) گزارش کردند که طول برگ گیاه تال فسکیو در تنش خشکی در مقایسه با گیاهان شاهد بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. اولین علامت کمبود آب، کاهش فشار تورژسانس است که منجر به کاهش رشد و نمو گیاه و برگ از طریق کاهش تقسیم و طویل شدن سلول‌ها می‌گردد (۲۱). تحت شرایط کمبود آب شدید، طویل شدن سلول گیاهان عالی به دلیل اختلال در جریان ورود آب از آوند چوبی به سلول‌های در حال رشد اطراف آوند متوقف می‌شود . اختلال در تقسیم میتوز سلول و طویل شدن سلول باعث کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و رشد تح تشرایط تنش خشکی می‌شود (۲۴).

عرض برگ

بیشترین (۳/۵۵ میلی متر) و کمترین (۱/۶۱ میلی متر) عرض برگ به ترتیب از گونه‌های *B. tomentellus* و سوپر اسپورت حاصل شد. میزان عرض برگ تحت شرایط تنش‌های خشکی کاهش یافت بطوریکه کمترین عرض برگ (۲/۱۴ میلی متر) از تیمار ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی، بیشترین (۳/۵۰ میلی متر) و کمترین (۱/۳۰ میلی متر) عرض برگ به ترتیب از گونه‌های *B. tomentellus* و چمن سوپر اسپورت و از تیمارهای تنش ۶۵ و ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۳). کاهش عرض برگ تحت شرایط تنش خشکی توسط سلاح ورزی و همکاران (۲۶) در تال فسکیو گزارش شده است. این پاسخ گیاه به تنش خشکی از طریق مکانیسم اجتناب، باعث کاهش هدر رفت آب برگ‌ها شده و از افت بیشتر کیفیت گیاه در صورت تداوم تنش خشکی جلوگیری می‌کند. ژانگ و همکاران (۳۶) گزارش کردند که تحت شرایط تنش خشکی در گیاهان متحمل، سنتز آبسزیک اسید در ریشه افزایش یافته و به برگ‌ها جهت لوله‌ای شدن برگ منتقل می‌شود.



شکل ۱- تاثیر تنش خشکی بر کیفیت ظاهری گونه های بومی چمن

Figure 1- The effect of drought stress on visual qualityof native grass species

جدول ۲- اثرات تنش خشکی بر کیفیت ظاهری و خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گونه های بومی چمن.
Table 2- The effect of drought stress on traitsof native grass species.

تیمار Treatment	محتوای نسبی آب برگ RWC (%)	پرولین (µmol/gFW)Proline	تشت یونی Electron leakage (%)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (µmol/gFW)	کلروفیل b Chlorophyll b (µmol/gFW)	کلروفیل a Chlorophyll a (µmol/gFW)	کیفیت ظاهری چمن Visual quality	عرض برگ Leaf wide (mm)	طول برگ Leaf length (cm)
گونه Species									
B. tomentellus	72.92 a	2.82 a	25.66 b	27.45 ab	9.16 a	18.29 ab	6.61 ab	3.55 a	5.67 a
F. arundinacea	72.95 a	2.74 a	27.55 b	27.92 ab	9.10 a	18.81 ab	7.05 a	2.72 b	6.47a
F. rubra	70.81 b	2.91 a	27.77 b	28.83 a	9.38 a	19.44 a	6.77 a	2.13 c	5.48 bc
Super sport	57.70 c	1.75 b	39.33 a	24.95 b	7.83 a	17.11 b	6.22 b	1.61 d	5.16 c
تنش خشکی Drought stress									
85% FC	77.98 a	1.67 c	20.66 a	29.54 a	9.82 a	19.71 a	7.33 a	2.84 a	b5.88
65% FC	72.56 b	2.40 b	b24.08	28.28 a	8.98 ab	19.29 a	6.91 b	2.53 b	a6.75
45% FC	55.24 c	3.60 a	45.50 c	24.04 b	7.80 b	16.24 b	5.75 c	2.14 c	c4.46

اعدادی که در هر ستون و برای هر عامل دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند.
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on LSD test.

جدول ۱- تجزیه واریانس تنش خشکی بر صفات مورد بررسی گونه های بومی چمن.
Table 1- ANOVA of drought stress on traits of native grass species.

		میانگین مربعات(MS)								
منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی Df	پرولین Proline	محتوای نسبی آب برگ RWC	تشت یونی Electron leakage	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	کیفیت کلی Visual quality	عرض برگ Leaf wide	طول برگ Leaf length
گونه Species	3	2.64**	484.17**	350.32**	24.85^{ns}	4.44^{ns}	8.79^{ns}	1.09**	6.25**	2.80**
تنش خشکی Drought stress	2	11.37**	1693.22**	2174.08**	99.35**	12.31*	43.16**	8.08**	1.47**	16.04**
تنش خشکی× گونه Drought stress × Species	6	0.78**	282.41**	206.93**	28.33*	2.21^{ns}	15.67**	1.78**	0.12**	1.71**
خطا Error	24	0.14	3.54	5.16	11.60	2.64	4.06	0.22	0.02	0.15

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
ns, * and **: any significant and significant at P 5 and 1% respectively.

کیفیت ظاهری چمن

نتایج این پژوهش نشان داد که گونه تال فسکیو در بین گونه‌های مورد مطالعه دارای بیشترین کیفیت ظاهری چمن (۷/۰۵) بود. تنش خشکی کیفیت ظاهری چمن را کاهش داد بطوریکه کمترین مقدار آن در تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی، بهترین کیفیت ظاهری چمن (۷/۶۶) از گونه تال فسکیو و تنش خشکی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل۱). نتایج تاتاری و همکاران (۳۱) و احمدی و همکاران (۲) بر روی گیاه علف گندمی و بیان و جیانگ (۷) بر روی گیاه پوآ پراتنسیس نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش کیفیت ظاهری چمن و افزایش درصد برگ‌های زرد شده می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. همچنین احمدی و همکاران (۲) گزارش کردند که تیمار تنش خشکی موجب کاهش شاخص رنگ، کاهش کیفیت ظاهری و درصد خشکیدگی برگ در گیاه لولیوم پرنه شد. علت اصلی کاهش کیفیت چمن، کاهش سبزینه گیاه به دلیل تجزیه کلروفیل و کاهش آن تحت شرایط تنش خشکی می باشد (۲۷).

کلروفیل a، b و کل

بیشترین مقادیر کلروفیل a و کل از گونه *F. rubra* بدست آمد و اثر گونه بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نشد. تنش خشکی باعث کاهش میزان کلروفیل a، b و کل شد بطوریکه کمترین مقادیر آن از تیمار ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی، مقادیر کلروفیل a، b و کل بین گونه‌های *B. tomentellus*، تال فسکیو و *F. rubra* معنی‌دار نشد ولی اختلاف آنها با چمن سوپر اسپورت در تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی معنی‌دار شد (جدول ۳). سلاح ورزی و همکاران (۲۵) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش مقادیر کلروفیل a، b و کل در گیاه تال فسکیو شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. بطور کلی، مقدار کلروفیل به عنوان یک معیار مناسب برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه است. ترکیبات دارای اکسیژن فعال در زمان خشکی در سلول تولید شده که سبب تخریب سیستم فتوسنتزی و در نهایت تجزیه کلروفیل می‌شوند (۲۹). علاوه بر این، در گیاهان تحت تنش خشکی، میزان آنزیم تخریب کننده کلروفیل افزایش (کلروفیلاز) پیدا می‌کند که منجر به تجزیه کلروفیل می‌شود (۱۸).

جدول ۳- تاثیر تنش خشکی بر صفات مورد بررسی گونه های بومی چمن.
Table 3- The effect of drought stress on traits of native grass species.

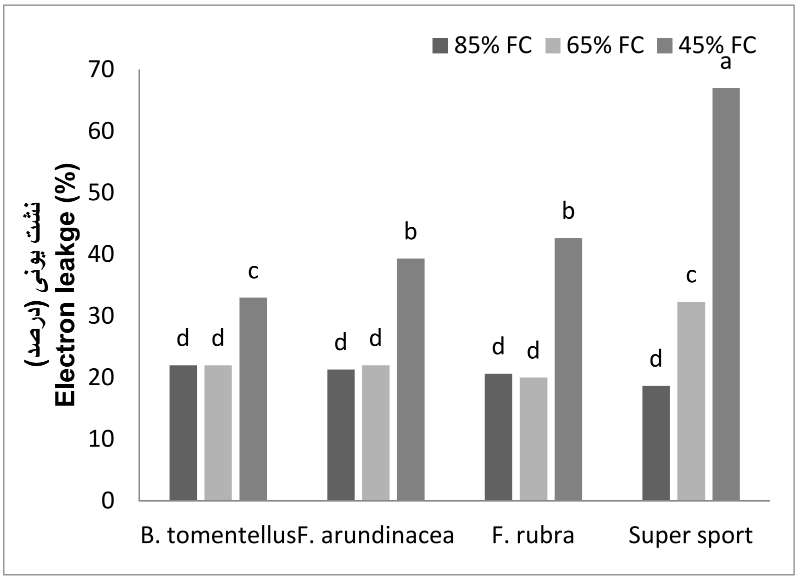
گونه Species	سطوح رطوبتی Moisture level	کلروفیل کل Total Chlorophyll	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length
B. tomentellus	85% FC	27.90a	9.98a	17.92a	3.83a	5.46c
	65% FC	27.18a	8.58a	18.59a	3.50b	7.16ab
	45% FC	27.28a	8.92a	18.36a	3.33b	4.40d
F. arundinacea	85% FC	29.82a	10.11a	19.71a	3.33b	6.53b
	65% FC	28.87a	8.87a	18.99a	2.73c	7.46a
	45% FC	26.06a	8.33a	17.72a	2.10de	5.43c
F. rubra	85% FC	30.22a	9.77a	20.44a	2.26d	5.00cd
	65% FC	30.13a	9.87a	20.26a	2.30d	7.06ab
	45% FC	26.14a	8.50a	17.64a	1.83ef	4.40d
Super sport	85% FC	30.20a	9.42a	20.78a	1.93e	6.53b
	65% FC	27.94a	8.61a	19.32a	1.60f	5.33c
	45% FC	16.70b	5.46a	11.23b	1.30g	3.63e

اعدادی که در هر ستون و برای هر عامل دارای حداقل یک حرف مشابه هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.
Numbers followed by he same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on LSD test

نشت یونی

اثر گونه بر نشت یونی معنی دار بود به‌طوری‌که کمترین (۲۵/۶۶ درصد) و بیشترین (۳۹/۳۳ درصد) مقادیر آن به ترتیب از گونه‌های *B. tomentellus* و چمن سوپر اسپورت بدست آمد (جدول ۲). تنش خشکی باعث افزایش نشت یونی شد بطوریکه بیشترین مقدار آن از شدیدترین تیمار تنش (۴۵ درصد ظرفیت زراعی) بدست آمد (جدول ۲). کمترین تنش یونی از گونه *F. rubra* و تنش خشکی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۲). افزایش نشت یونی با پیشرفت تنش توسط تاتاری و همکاران (۳۱) در گیاه *Agropyron desertorum* گزارش شده است. عامل اصلی در تحمل به هدر رفت

آب است و افزایش نشت یونی نشان دهنده بروز آسیب غشایی است (۲ و ۸). سلاح ورزی و همکاران (۲۵) بیان نمودند که توده بومی تال فسکیو در شرایط تنش شدید خشکی با داشتن محتوای پرولین بیشتر، پتانسیل اسمزی خود را پایین نگه داشته و کمترین مقدار نشت یون‌ها و تخریب غشا سلولی را در شرایط تنش نشان می‌دهند. ارقام و گونه‌های مقاوم‌تر توانایی بیشتری در حفظ ساختار غشا و جلوگیری از افزایش نفوذپذیری آن دارند و قادرند نشت یونی را در سطح پایینتری نگه دارند (۸ و ۲۴).



شکل ۲- تاثیر تنش خشکی بر نشت یونی گونه های بومی چمن.

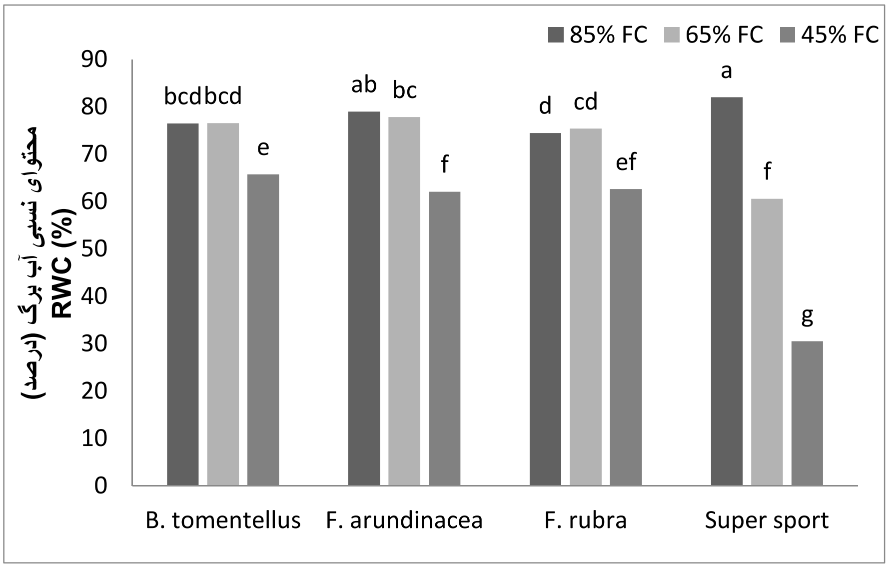
Figure 2- The effect of drought stress on electron leakage of native grass species

محتوای نسبی آب برگ (RWC)

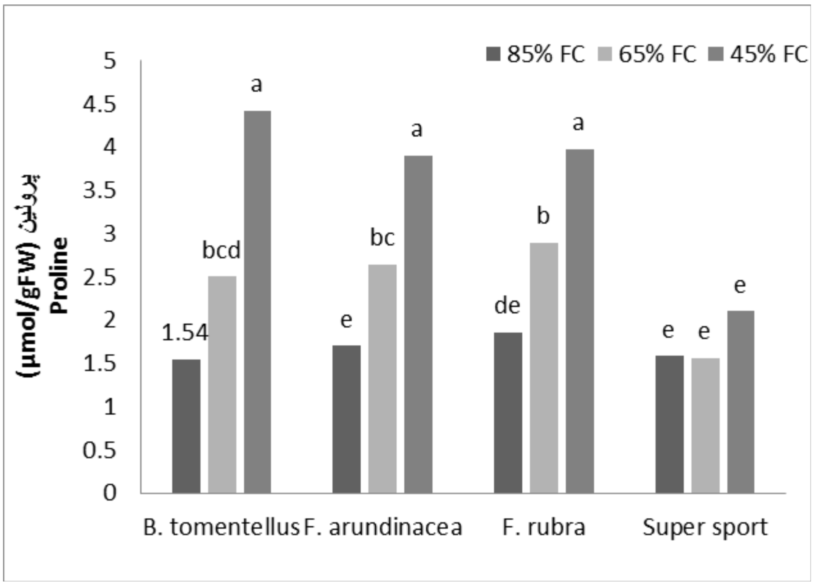
نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین مقدار RWC (۷۲/۹۵ درصد) در بین گونه‌های مورد بررسی از گونه تال فسکیو حاصل شد (جدول ۲). میزان RWC تحت شرایط تنش خشکی کاهش یافت بطوریکه کمترین مقدار آن از تنش خشکی شدید (۵۵/۲۴ درصد) بدست آمد (جدول ۲). بیشترین میزان RWC تحت شرایط تنش خشکی (۷۷/۸۰ درصد) از گونه تال فسکیو و تنش خشکی ۶۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۳). در گونه‌های مختلف گراس‌ها تفاوت آشکاری در میزان هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز در پتانسیل‌های متفاوت آب دیده می‌شود (۳۴). با توجه به بالا بودن سطح تعرق در گراس‌ها (۱۷) در چمن‌هایی که هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد و میزان تبخیر بسیار کم می‌شود محتوای نسبی آب در هنگام تنش به خوبی حفظ شده و کارایی مصرف آب افزایش یافته و تداوم پایداری چمن در این شرایط زیاد می‌شود (۲۸ و ۲۹). ژیانگ و هوانگ (۱۸) در مطالعه بر روی گراس‌ها به این نتیجه رسیدند که با کاهش RWC، کیفیت چمن نیز کاهش قابل توجهی را نشان می‌دهد.

پرولین

بیشترین و کمترین میزان پرولین در گونه‌های *F. rubra* و چمن سوپر اسپورت بدست آمد. میزان پرولین تحت شرایط تنش خشکی افزایش یافت بطوریکه بیشترین مقدار آن از تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی حاصل شد (جدول ۲). تحت شرایط تنش خشکی، بیشترین میزان پرولین از گونه *B. tomentellus* و تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (شکل ۴). تجمع پرولین تحت شرایط تنش خشکی در گراس‌های چمنی مختلف گزارش شده است (۲۶، ۳۰ و ۳۴). در بعضی از گراس‌ها با شروع تنش خشکی، تجمع پرولین آزاد و افزایش فشار اسمزی باعث ممانعت از دست دهی آب می‌شود (۱۶). در زویشیا گراس تجمع پرولین، پلی امین، ترهالوز و افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش ذخیره سازی کربوهیدرات‌ها از جمله سازوکارهای تحمل به خشکی است (۲۳). پرولین از جمله موادی است که غلظت آن در سلول در پاسخ به تنش خشکی افزایش می‌یابد و باعث حرکت آب سلول‌های برگ و افزایش فشار تورژسانس می‌شود. در تنش خشکی تجمع پرولین که خود یک اسمولیت است از طریق سنتز آن، ممانعت از اکسایش پرولین و جلوگیری از شرکت آن در ساخت پروتئین‌ها به وجود می‌آید (۳۶ و ۳۷).



شکل ۳- تاثیر تنش خشکی بر محتوای نسبی آب برگ گونه های بومی چمن.
Figure 3- The effect of drought stress on RWCof native grass species



شکل ٤- تاثیر تنش خشکی بر محتوای پرولین برگ گونه های بومی چمن.
Figure 4- The effect of drought stress on leaf proline contentof native grass species

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سطوح تنش خشکی ۴۵ درصد ظرفیت زراعی تاثیر چندانی بر مقادیر صفات رشدی و فیزیولوژیکی مورد مطالعه در گونه‌های بومی نداشت ولی باعث کاهش کیفیت معنی‌دار چمن سوپر اسپورت وارداتی شد. همچنین کیفیت ظاهری چمن‌های بومی بالاتر از حد قابل قبول استاندارد کیفی چمن (عدد ۶) می‌باشد. با توجه به اینکه قسمت اعظم کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و مشکل کمبود آب در اکثر شهرهای ایران وجود دارد می‌توان از گونه‌های بومی چمن با تیمار آبیاری ۴۵ درصد ظرفیت زراعی برای کاهش مصرف آب و هزینه‌های سرزنی استفاده کرد.

منابع

1- Abdul Jaleel C., Manivannan P., Wahid A., Farooq M., Somasundaram R., and Panneerselvam R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology, 11:100-105.

2- Ahmadi S.S., Basiri M., and Etemadi N. 2013. Comparison of Drought Resistance of Five Species, Cultivars and Populations of Lawn for Using in Landscape. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 13 (4): 391-404. (in Persian with English abstract)

3- Bastug R., and Buyuktas D. 2003. The effects of different soil moisture levels applied in golf courses on some quality characteristics of turf grass. Soil moisture Science, 22: 87-93.

4- Bates L.S., Waldren R.P., and Teare L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil, 39:205-207.

5- Beard J.B. 1973. Turfgrass: science and culture. Prentice-Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey.

6- Bhatt R.M., and Srinivasarao N. K. 2005. Influence of pod load response of okra to water stress. Indian Journal Plant Physiology, 10: 54-59.

7- Bian S., and Jiang Y. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of Kentucky bluegrass in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulture, 120: 264-270.

8- Blum A., and Ebercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science, 21: 43-47.

9- Carrow R.N., and Duncan R.R. 2003. Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop Science, 43: 978-984.

10- Dacosta M., and Huang B. 2005. Deficiet soil moisture effects on water use characteristics of Bentgrass species. Crop Science, 46: 1779-1786.

11- Dacosta M., and Huang B. 2006. Minimum water requirement for creeping, colonial and velvet Bentgrass under fairway condition. Crop Science, 46: 81-89.

12- Duncan R.R. and Shuman C.M. 1993. Acid soil stress response of Zoysiagrass. International Turfgrass Society Research Journal. 7: 805-811.

13- Fu J., Fry J., and Huang B. 2004. Minimum water requirements of four turfgrasses in the transition zone. Horticultural Science, 39: 1740-1744.

13- Gezanchian A., Khoshkholghsima N.A., Malboobi M.A., and MajidiHeravan E. 2006. Relationship between emergence and soil water content for perennial cool-season grasses native to Iran. Crop Science, 46: 544-553.

14- Hill J., Verheggen F., Roelvink P., Fernssen H., Vankammen A., and Zabel K. 1985. Bleomcin resistance: A new dominant selectable marker for plant cell transformation. Plant Molecular Biology, 7: 171-176.

15- Huang B., and Gao H. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science, 40: 196-203.

16- Huang B., Duncan R.R., and Carrow R.N. 1997. Drought-resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. Root aspects. Crop Science, 37: 1863-1869.

17- Jiang Y., and Huang B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Science, 41: 436-442.

18- Karcher D., Richardson M., and Landreth J. 2007. Drought Tolerance of tall fescue and bluegrass cultivars. Arkansas Agricultural Experiment Station Research, 557: 17-20.

19- Karcher D., Richardson1 M., and Landreth J. 2008. Drought Tolerance of Tall Fescue and Bluegrass Cultivars 2nd Year Data. Arkansas Agricultural Experiment Station Research, 568: 25-28.

20- Manuchehri R., and Salehi H. 2015. Morphophysiological and biochemical changes in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. Desert, 20: 29-38.

21- Ommen O.E., Donnelly A., Vanhoutvin S., Vanoijen M., and Manderscheid R. 1999. Chlorophyll content of spring wheat flag leaves grown under elevated CO2 concentration and other environmental stress within `ESPACE-Wheat` project. European Journal of Agronomy, 10: 197-203.

22- Qian Y.L., and Fry J.d. 1996. Soil moisture frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. HortScience, 31: 234-237.

23- Salehi H., and Salehi M. 2011. Investigation on physiological characteristics of in tall fescue (*Festuca arundinacea* Scherb.) accessions tolerance to drought stress. Technical Journal of Engineering and Applied Science, 1(1): 10-14.

24- Selahvarzi Y., Tehranifar A., and Gazanchian A. 2008. Physiomorphological changes under drought stress and rewatering in endomic and exotic turfgrasses. Iranian Journal of horticulture science and technology, 9(3): 193- 204. (in Persian).

25- Selahvarzi Y., Tehranifar A., Gazanchian A., and Arooei H. 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: I. Root responses. Journal of horticulture science, 22(2): 1-12. (in Persian with English abstract)

26- Selahvarzi Y., Tehranifar A., Gazanchian A., and Arooei H. 2009. Drought resistance mechanisms of native and commercial turfgrasses under drought stress: II. Shoot responses. Journal of Horticultural Sciences, 23(1) 1-9. (in Persian with English abstract)
27- Shearman R.C. 2006. Fifty years of splendor in the Grass. Crop Science. 46: 2218-2229.
28- Simmons M., Bertelsen M., Windhager S., and Zafian H. 2011. The performance of native and non-native turfgrass monocultures and native turfgrasspolycultures: An ecological approach to sustainable lawns. Ecological Engineering, 37: 1095-1103.
29- Smirnoff N. 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytologist, 125: 27–58.
30- Tatari M., FotouhiGhazvini R., Etemadi N., Ahmadi A.M., and Musavi A. 2013. Study of some physiological responses in three species of turfgrass in drought stress conditions. Journal of plant production, 20(1): 63-86. (in Persian with English abstract)
31- Thomas H. 1986. Effect of rate if dehydration on leaf water stress and osmotic adjustment in drought. Annals of Botany, 57: 225-235.
32- Turgeon A.J. 1999. Turfgrass management. Prentice-Hall, Inc. Englewood cliffs, New Jersey.
33- Wang W.B., Kim Y.H., Lee H.S., Kim K.Y., Deng X.P., and Kwak S.S. 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stress. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 570-577.
34- White R.H., Bruneau A.U., and Cowett T.J. 2001. Drought resistance of diverse tall fescue cultivars. International Turfgrass Society Research Journal, 7: 607-613.
35- Zhang Y.B., Liu A.R., and Zhang X.P. 2009. Comparison of adaptability of thirteen cultivars of cold-season turfgrass in spring and summer in Bengbu. Pratacultural Science, 4: 350-355.
36- Zhou L., Shi P., and Peng Y. 2013. Improved drought tolerance through drought preconditioning associated with changes in antioxidant enzyme activities, gene expression and osmoregulatory solutes accumulation in White clover (*Trifoliumrepens* L.). Plant Omics Journal, 6(6): 481-489.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 1
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 1
شاپا: 4730 - 2008

The Effects of Foliar Application of Urea, Calcium Nitrate and Boric Acid on Growth and Yield of Greenhouse Cucumber (cv. Khassib)

N. Nasrollahzadeh-asl[1*] - M. Delshad[2] - A. k. Kashi[3]

Received: 24-09-2013
Accepted: 27-12-2016

Introduction: *Cucumis sativus* L. is one of the most eminent and consuming vegetables which is widely cultivated in the Middle East. Using the controlled and greenhouse cultivation is one of the most appropriate methods to increase production per unit area. In this method, controlling the effective factors of production such as plant nutrition is the important factor to achieve high performance. Besides the accuracy applied in nutritional regulation of plant roots (both in soil and hypothermic environments), in many cases, foliar nutrition is considered by breeder of greenhouse productions. Foliar nutrition is more effective on young leaves, and deficiency of macro and micro nutrients can be removed by this factor. Khassib is one of the most important cultivar of greenhouse cucumber which is widely cultivated in Iran. The present study was conducted to evaluate the effect of foliar application on greenhouse cucumber.

Materials and Methods: The experiment was performed on greenhouse cucumber (cv. Khassib) for five months (from March 2007 to July 2008) in Ziba Dasht Technical Instruction Center which is located near Karaj, Iran. For this reason the experiment was conducted based on split-split-plot design with three replications. Eight experimental treatments were applied for foliar application including $U_1C_1B_1$: urea + calcium nitrate $_+$boric acid, $U_1C_1B_0$: urea + calcium nitrate, $U_1C_0B_1$: urea + boric acid, $U_1C_0B_0$: urea, $U_0C_1B_1$: calcium nitrate + boric acid, $U_0C_1B_0$: calcium nitrate, $U_0C_0B_1$: boric acid, $U_0C_0B_0$: control. The effects of urea, calcium nitrate and boric acid in concentrations 3, 10 and 0.5 (gL^{-1}) respectively on qualitative and quantitative characteristics of greenhouse cucumber, including fruit yield, yield of first class fruit, number of fruits, percentage of first class fruit, fruits T.S.S, plant length, percentage of leaf dry matter, and leaf weight ratio were studied.

Results and Discussion: The results showed that calcium nitrate had a significant effect on fruit yield at 5% probability level. Foliar application of calcium nitrate with concentration of 10 gL^{-1}resulted in an increase of yield so that the average of fruit yield for sprayed plants was 3917.9 g per plant, while this value in control plants was 3576.5 g. Boric acid with concentration of 0.5 gL^{-1} had a remarkable effect on fruit yield at 5% probability level that enhanced the average of yield from 3591.6 to 3902.8 g per plant. The interaction of U×C×B treatment on fruit yield at 1% probability level was significant, while this value was not found among other treatments. Foliar application with calcium nitrate results in an increase of yield and production in young and growing fruits. The augmentation of yield in treatment $U_1C_0B_0$ due to the facts that pure urea and calcium nitrate have 46% and 16% nitrogen, respectively, i.e., extra nitrogen causes toxicity and branching instead of fruiting. Among three-way interactions, U×C×B statistically had a remarkable impact on the yield of first class fruit at 1% probability level and also the maximum and minimum of this value belonged to $U_1C_0B_0$ and control, respectively. Only U×C×B had a remarkable impact on plant length among all interactions. Generally, the growth of cucumber depends on genetic features, temperature and soil productivity. The highest level of leaf area index was for calcium nitrate that indicated the significant effect at 5 % probability level with the mean of 15.89. When we compare the foliar application treatments with fosamko, it can be found that the spraying treatments affected leaf dry matter significantly at 1% and 5% probability levels, while this value was not found for control treatments. However, there was no significant difference between using and not using nutrition compared to fosamko on yield.

Conclusion: According to the findings of the present study the following factors can be concluded: a) Among the main effects, calcium nitrate played the eminent role on most traits, after that boric acid and finally urea carried this role; b) Among two-way interaction, only U_1B_1, as foliar application, significantly affected the yield of grade 1 fruit; c) Among three-way interactions, only $U_1C_0B_0$, as foliar application, significantly affected the yield of grade 1 fruit, total fruit and the number of fruit; d) There was no a significant change on qualitative features of cucumber using nutrition compared to fosamko. Therefore, cucumber production can be performed

1- MSc. of Horticultural Science, Islamic Azad University Science and Research unit Tehran, Iran
(*-Corresponding Author Email: nasrollahzadehasl@gmail.com)
2 and 3- Associate Professor and Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tehran University

by cheaper methods with no change in qualitative characteristics. Finally, due to the fact that cucumber is one of the most important vegetables in Iran, it is suggested that various studies with different fertilizers will be conducted on cucumber.

Keywords: Foliar nutrition, Fruit sugar, Leaf weight ratio, Micro and macro elements, Plant length

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 3
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 3
شاپا: 4730 - 2008

Effect of Trinexapac-ethyl on Increased Resistance to Drought Stress in Wheatgrass (*Agropyron desertorum* L.)

M. H. Sheikh Mohamadi[1]- N. Etemadi[2]*- A. Nikbakht[3]

Received: 24-09-2013
Accepted: 24-07-2016

Introduction: Drought is one of the most detrimental abiotic stresses for turfgrass growth across a wide range of geographic locations. Most cool-season grass species are not well adapted to extended periods of drought, particularly during summer months. Decline in turf quality caused by drought stress is a major concern in turfgrass culture. Therefore, developing management practices for improving drought resistance of turfgrasses has become essential in arid and semi-arid regions, especially during water use restriction. One strategy to improve plant drought resistance is to promote drought avoidance by reducing water loss during drought, which may be achieved by slowing growth rate of shoots and lowering leaf area canopy to reduce demand for water. Application of growth regulators is one of the methods for increasing resistance of plants to biotic and abiotic stresses. Trinexapac-ethyl (TE) is one of the most widely used PGRs in the management of cool-season and warm-season turfgrass species. TE absorbed quickly by foliage and slow cell elongation through inhibiting of converting one form of gibberellic acid (GA20) to another (GA1). Most studies conducted under non-stressed conditions found that TE application increased chlorophyll content, turf quality, turf density and reduced shoot extension rate. We hypothesized that TE may influence plant tolerance to drought stress. Limited available data─ as reported in the above referred studies─ suggest that TE application may be beneficial for plant tolerance to stresses, but the effectiveness varies with turfgrass species, dose and duration of TE treatment, and type of stress. The main aim of this research is to evaluate the effect of Trinexapac-ethyl on increased resistance to drought stress in wheatgrass.

Materials and Methods: Wheatgrass (*Agropyron desertorum* L.) was used in this study. This study was conducted in field conditions at Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.. Wheatgrass native seeds (*Agropyron desertorum* L.), collected from the turfgrass research farm at Fereydan, Isfahan, which were cultivated hand broadcast in plots (3m × 2m) with seeding rates of 30 gm^{-2}. A factorial experiment based on randomized complete block design (RCBD) with three replications was conducted for TE (Primo Maxx; Syngenta Crop Protection, Inc., Greensboro, NC) and drought stress. Treatments involved three levels of Trinexapac-ethyl growth regulator (0, 0.25 and 0.5 kg/h) and two levels of drought stress (with irrigation and without irrigation). After planting, the plots were irrigated to maintain soil moisture at 80% field capacity or higher. Irrigation was applied as required to prevent any drought stress during grass establishment. Turfgrass species were maintained at cutting height of 4 cm and were mowed once a week using a reel-type mower. All data were subjected to analysis of variance using SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC) and Fisher's protected LSD test was employed at the 5% probability level.

Results and Discussion: Results indicated that Trinexapac-ethyl and drought reduced growth, fresh weight and dried above ground organs significantly. Wheatgrass growth in concentrations 0.25 and 0.5 kg/h were 19.20 and 26.90%, respectively. Previous studies reported plants that have slow-growing shoots may survive more extended periods than faster-growing plants in drought conditions. Slow growth may reduce the adverse impact of drought by conserving water and carbon energy, and plants can use limited water to survive drought for an extended period of time. Unlike drought stress, Trinexapac-ethyl improved the quality of plant tissues and their color. Increase in turf quality under TE treatment might occur as a result of improved canopy photosynthesis capacity and single-leaf photochemical efficiency. Drought stress reduced relative water and chlorophyll content, increased proline level and finally led to electrolyte leakage. Trinexapac-ethyl improved wheatgrass in drought stress conditions by increasing relative water content, prolin, chlorophyll and decreasing electrolyte leakage and increased wheatgrass to drought stress resistance. Proline acts as an osmotic regulator in cytoplasm and vacuoles, protects proteins against dehydration, adjusts osmosis; detoxify radical active oxygen species, keeping more stable antioxidant enzymes. Proline immediate increase under drought stress is associated with decreasing leaf water content, in turn, induced drought tolerance. Under drought stress conditions, penetration of root depth and effective root depth has been increased, while Trinexapac-ethyl did not affect root traits significantly. The results of the present study indicated that TE decreased damages on drought stress probably via improving turf quality,

1, 2 and 3- MSc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Horticulture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(*-Corresponding Author Email: etemadin@cc.iut.ac.ir)

chlorophyll concentration, leaf water content, proline content and less electrolyte leakage in Wheatgrass.

Keywords: Height, Growth regulators, Without irrigation, Turf quality

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 5
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 5
شاپا: 4730 - 2008

The Effects of Soil Amendments and Bio-fertilizers Inoculation on Morphological Characteristics and Yield of *Echium amoenum*

M.B. Amiri[1]- P. Rezvani Moghaddam[2*]- M. Jahan[3]
Received: 14-06-2014
Accepted: 22-04-2015

Introduction: In recent years, the effect of ecological inputs on soil properties and plant growth characteristics has received renewed attention. Although the utilization of mineral fertilizers could be viewed as the best solution in plant productivity, this approach is often inefficient in the long-term in many ecosystems due to the limited ability of low-activity clay soils to retain nutrients. Intensive use of chemical fertilizers and pesticides in agricultural systems is also known to have irreversible effects on soil and water resources. Maintenance of soil fertility as a permanent bed for continuous production of agricultural products is one of the most important issues affecting the sustainability of food production. In order to achieve healthy food production, application of ecological inputs such as soil amendments and bio-fertilizers is inevitable. Humic substances are a group of heterogeneous molecules that are bonded together by weak forces; therefore, they have a high chemical stability. This material included 65 to 80 percent of total soil organic matter. Application of bio-fertilizers is an appropriate alternative of chemical fertilizers to enhance soil fertility. In fact, bio-fertilizers include different types of free living organisms that convert unavailable nutrients to available forms and enhance root development and better seed germination. *Mycorrhiza arbuscular* fungi are coexist microorganisms that improve soil fertility, nutrients cycling and agroecosystem health. Mycorrhizal fungi are the most abundant organisms in agricultural soils. Many researchers have pointed to the positive roles of mycorrhizal fungi on plants growth characteristics. *Echium amoenum* is a perennial plant belongs to Boraginaceae family. This plant is native of North of Iran. Petal extract of *E. amoenum* have sedative, diaphoretic, anti-inflammatory and anti-depressant effects. These plants are wild perennial herbs and known in Iran as oxtongue. It is one of the most important medicinal plants in Iranian traditional medicine. Petals of Iranian oxtongue have been advocated for a variety of effects such as demulcent, anti-inflammatory and analgesic, especially for common cold, anxiolytic, sedative and other psychiatric symptoms including obsession in folk medicine of Iran. Despite many research on the effects of organic acids and bio-fertilizers on different crops, there is scarce information on the effects of these factors for many medicinal plants. Therefore, in this study effect of organic acids and bio-fertilizers on morphological characteristics and yield of *Echium amoenum* in a low input cropping system was studied.

Materials and Methods: In order to evaluate the effects of soil amendments and different bio-fertilizers on morphological characteristics and seed yield of *Echium amoenum*, an experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications during 2011-2013 growing seasons, at the Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Treatments were eight different types of soil amendments and bio-fertilizers concluding: 1) Humic acid, 2) Fulvic acid, 3) Nitroxin® (*Azotobacter* spp. and *Azospirillum* spp.), 4) Biophosphorous® (*Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp.), 5) Biosulfur® (*Thiobacillus* spp.), 6) Mycorrhiza (*Glomus mosseae*), 7) Mycorrhiza (*Glomus intraradices*), and 8) no fertilizer as control.

Result and Discussion: The results showed that mycorrhiza species increased flower yield compared with control, as the flower yield in treatments of *G. mosseae* and *G. intraradices* were 24 and 11 percent more than control, respectively. Soil amendments and different bio-fertilizers increased the number of flower cycle per plant compared with control. Although the effect of biophosphorous® was more pronounced, as the number of flower cycle per plant increased from 342 to 1322 cycles in control and biophosphorous®, respectively. Humic acid treatment increased seed yield, biological yield, seed weight and seed number per plant by 82, 66, 63 and 66 percent compared with control, respectively. It seems that different species of mycorrhiza improved morphological characteristics and yield of *Echium amoenum*, because of better conditions to absorption and transportation of nutrient to the plant. It has been reported that organic acids provide favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil. Therefore, it could be concluded that improvement of most studied traits in the present study was as a result of use of organic acids.

Conclusions: Generally, our results showed that organic acids and biological fertilizers had positive effects on most of studied criteria. The highest flower and seed yields were obtained from *G. mosseae* and Humic acid

1- Assistant Professor of Gonabad University
2 and 3- Professor and Associate Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)

treatments, respectively.

Keywords: Biophosphorous, Ecological input, Humic acid, Medicinal plant, Mychorrhiza

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 7
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 7
شاپا: 4730 - 2008

Effects of Harvesting Time and Fruit Tissue Type on Hesperidin Content in Lemon Fruits

F. Moghadami[1]- Kh. Hemmati[2]- V. Akbarpour[3*]

Received: 14-06-2014
Accepted: 29-01-2017

Introduction: Citrus is in the first rank in the world with respect to production among fruits. They are grown commercially in more than 50 countries around the world. Several factors such as rootstock, nutrition and irrigation regimes, cultivation design and etc. may affect the promotion of quality and quantity of fruits. Lemon fruits are among the most valuable functional diets shown to lower oxidative-related disease risks, particularly cardiovascular disease. A well-documented characteristic of these fruits is the accumulation of high amounts of glycoside flavonones, named hesperidin in the fruits. Several recent studies have demonstrated that the cytoprotective action of citrus fruits is enhanced by the presence of antioxidants including vitamin C, phenolics, carotenoids and flavonoids. Hesperidin and its metabolites significantly have been found to lower the total cholesterol and triglyceride concentrations in plasma. Hesperidin acts as a chemopreventive agent against colon carcinogenesis induced by azoxymethane. Lemons are one of the citrus species having many medicinal effects owing to their secondary metabolites. Flavonoids are a part of aromatic polyphenols having different biological actions such as antioxidant activity, anti-cancer, anti-sensation and etc. Hesperidin is one of the abundant secondary metabolites belonging to flavonoids in citrus, which is effective in treating many diseases.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of lemon fruits (*Citrus lemon* cv. Cluster, *C. lemon* cv. Lisbon and *C. lemon* cv. Eureka) tissue type and harvesting time on the flavonoids hesperidin content, this experiment was carried out. Thus, this research was conducted in a factorial arrangement on the basis of completely randomized design with three factors: tissue type (Flavedo, Albedo and Flesh), harvesting time (45, 75, 105 and 135 days after full bloom) and three lemon cultivars (Cluster, Lisbon and Eureka) with three replications. Studied trees in Kotra Research Station were planted for research aims and were 20-year grafted on sour orange rootstocks. For selection of trees, the same height, crown, and other morphological attributes were considered. As the fruit quality may be differ in different parts of crown, fruits were harvested from different geographical orientations of crown. Samples were gathered after full bloom at the 30-day intervals. The measured parameters were included fruit weight, diameter, peel thickness, dry matter and hesperidin flavonoid in extraction of various fruit tissues. Extraction was conducted by methanol and hesperidin content recorded by High Performance Liquid Choromatography (HPLC). Chemicals and reagents used in this study were high quality grade and acquired from Sigma-Aldrich

Results and Discussion: Results showed that the fruit harvesting time significantly affected on fruit diameter, peel thickness, dry matter and also hesperidin content of tissue extraction. Fruit diameter variation was related to the fruit weight. The highest fruit weight attained in cultivars Lisbon and Eureka (88.39 g and 84.72 g, respectively) at the fourth harvesting time (135 days after full bloom) and the minimum, in sour lemon cv. Cluster (4.16 g) at the first harvesting time (45 days after full bloom). The maximum of fruit diameter was recorded in cultivar Lisbon (54.81 mm) at the fourth harvesting time and the minimum diameter in cultivar Eureka (20.75 mm) at the first harvesting time. Fruit peel thickness at the first harvesting stage increased and then decreased. Cluster sour lemon cultivar possessed the highest peel thickness (7.16 mm) and the Eureka cultivar had the minimum (4.66 mm). Percentage of dry matter increased at the first harvesting stage and then decreased. The maximum percentage of dry matter was recorded in cluster sour lemon cultivar (22.83%) and minimum in Lisbon lemon cultivar (11.36%). The highest amount of hesperidin was observed in Lisbon cultivar (1606.93 ppm). These amounts decreased afterward until fruit harvesting time. The highest hesperidin content was produced in albedo tissue. Lisbon lemon in the hesperidin was better than the other two cultivars. It is concluded that the most suitable time of mature fruits harvesting is 45 days after full bloom. At this time the fruit diameter of lemon cv. Eureka, Lisbon and Cluster were 20.7, 22.8 and 25.8 mm; respectively. Hesperidin flavonoid was produced in albedo tissue in all cultivars. Therefor; fruit albedo tissue can be regarded as the best tissue for extracting hesperidin. Hesperidin was severely affected by harvesting time, tissue and cultivar. Hesperidin was achieved in the most amounts at the first harvesting stage in Lisbon lemon compared to all

1 and 2- Former M.Sc. Student and Associate Professor of Horticulture Department, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Assistant Professor of Horticulture Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(*-Corresponding Author Email: v_akbarpour@yahoo.com)

studied cultivars. As the fresh consumption of Eureka, Lisbon and specially Cluster lemon is few, thus preparing programs to extract flavonoid and use this cultivar in food industries is suggested.

Keyword: Eureka, Flavonoid, Lemon, Lisbon, Secondary metabolite

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 9
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 9
شاپا: 4730 - 2008

Study of Germination Characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) population under Salinity and Drought Stress

H. Farhadi[1]- M.Azizi[2*]- S.H.Nemati[3]

Received: 29-10-2014
Accepted: 22-04-2015

Introduction: Fenugreek (*Trigonalla foenum-graecum* L.), an annual herbaceous plant belonging to the Coleoidea (Fabaceae) family, has numerous medicinal properties such as decreasing blood glucose, laxative, appetizer, mucus, antipyretic and increasing the amount of milk during lactation . Among the most important problems in arid and semi-arid regions, drought stress or water shortage will have negative effects on plant growth. Drought stress occurs mostly because of reducing water availability in the soil. This may be due to excessive water loss or absorption problems, or both of them. One of the major factors limiting germination, which occurs in more arid and semi-arid regions, is salt stress. The study was done to evaluate germination of four Iranian population of fenugreek (Amol, Tabriz, Sari and Mashhad) under drought and salinity stresses.

Materials and Methods: To investigate the effect of salinity and drought stresses on germination and seedling growth characteristics of native landrace fenugreek, two separate experiments were conducted in a Completely Randomized Design with three replications in Seed Laboratory of University of Mashhad in 2014. The experiment treatments consisted of four levels of salinity (0, 60, 120, 180 mM) that was induced by different concentrations of sodium chloride and drought stress induced by polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) at four levels (0, -3, -6 and -9 Bar) with three replications. The drought stress levels were simulation by polyethylene glycol 6000 and using the Michel and Kaufmann formula. Distilled water was applied as control. Iranian seed population of fenugreek were purchased from the city of Amol, Tabriz, Sari and Mashhad then the seeds were washed with sodium hypochlorite (3 % v/v) for two minutes for disinfestation and washed three times with distilled water. On the twelfth day of experiment, seedling traits such as plumule and root length and weight in Petri dishes were measured.

Results and Discussion: The results of ANOVA showed that salinity and drought stress significantly ($p \leq 0.01$) affect germination process. The results of the means comparison confirmed that fenugreek germination in all seed population was reduced by increasing salinity levels. The lowest germination was detected under 180 mM salt stress in "Tabriz" population (12.04%), while the highest germination (95/26%) was calculated in "Mashhad" population at control. Seeds of "Mashhad" population in comparison to other population showed higher germination at other salinity levels. Germination rate also was significantly affected by salinity ($p \leq 0.01$). Decreasing of germination rate in fenugreek population of Amol, Tabriz, Sari and Mashhad under 180 mM salinity stress in comparison to control (0 mM) were 84/62, 87/80, 85/93, 82/59, respectively. Mashhad and Amol (second order) populations showed more germination rate stability after changes in salinity levels. The results of analysis of variance from this study showed that interaction effect of salinity and population significantly ($p \leq 0.05$) affect root length of the fenugreek. The root length of Mashhad and Amol populations were more stable at high level of salinity. Other researcher also reported that the root length decreased after salinity treatments (10, 13). Salinity stress affect water absorption by seed and decreasing Amylase and lipase activity caused degradation of stored material in seeds and then decreasing root length (23). Salinity, population and interaction between these factors significantly ($p \leq 0.01$) affected length of plumule. The results showed that Mashhad population had the highest and Tabriz revealed the lowest length of plumule. Interaction effects of treatments on seedling dry weight showed significant ($p \leq 0.01$) differences. Mashhad in comparison to the other populations had the highest seedling dry weight as 9.26, 8.10, 7.22 and 3.6 mg/seedling at different salinity treatments (0, 60, 120, 180 mM), respectively.

Interaction effects of drought stress and population on germination percentage was significant ($p \leq 0.01$). Mashhad and Amol (second order) populations were the best populations. At the highest level of drought stress (-9 Bar), these two populations had the lowest decrease in germination percentage. The mechanism of the results was the same as salinity which explained in above. According to the results of analysis of variance (ANOVA), all treatments and all interaction had significant effect ($p \leq 0.01$) on germination rate. The Mashhad and Sari populations were more tolerant than other populations against drought stress examined as germination rate as

1 2 and 3- M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*-Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)

concerned. Analysis of variance showed that the simple effects of drought stress and population on root length were significant at one percent but interaction effect of drought stress and population was not significant statistically. The root length was in the range of 26.78 to 50.29 mm in the tested population. Mashhad population was more tolerant against drought stress in comparison to the other tested populations. Analysis of variance showed that simple effect of drought and population were significant ($p \leq 0.01$) on this trait but their interaction was not significant. Length of plumule mean comparison showed that the traite was in the range of 21.74 to 43.31 mm in Tabriz and Mashhad populations, respectively.Acoording to the length of plumule,Mashhad population in comparison to other tested populations under drought stress was tolerant . The water potential (drought stress), population and interaction between them showed significant effect ($p \leq 0.01$) on seedling dry weight. Among the evaluated population the Mashhad population was tolerant to drought stress when seedling dry weight was concerned. The highest correlation coefficient ($r=0.96$) was detected between germination percentage and root length and in second order the correlation coefficient between germination percentage and seedling dry weight was 0.93. The lowest correlation coefficient (0.61) was observed between germination rates and seedling dry weight.

Conclusions: The decline in germination percentage, germination rate, root length, shoot length and dry weight of seedlings with increased water osmotic potential in Mashhad population was less than other evaluated populations. Seed germination rate was more sensitive than seed germination percentage in both salt and drought stress therefore this trait is a suitable criterion for screening of tolerant population for future breeding purpose. The order for tolerance to salinity and drought stress in evaluated population was Mashhad, Tabriz, Sari and Amol.

Keywords: Polyethylene glycol, Environmental stresses, Seed population, Sodium chloride

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 11
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 11
شاپا: 4730 - 2008

Effect of calcium chloride spraying on BER in two varieties of watermelon (Citrullus lanatus (Thunb) Matsum and Nakai)

M. Salahi Farahi[1]*-F. Sayyedi[2]- H. Sheikh Vesi[3]
Received: 26-11-2014
Accepted: 10-05-2016

Introduction: Watermelon, originated from warm regions of Africa, is one of the most important vegetable crops used as human food, forage and for producing alcohol. The area under its cultivation in our province was 1031 ha as irrigated and 3829 ha as rainfed. The average fruit yields under above-mentioned conditions were 23784 and 14888kg ha^{-1}, respectively. Watermelon fruits suffer from a nutritional disorder that is attributed to shortage of calcium in developing fruits. The adsorption and uptake process of calcium by plants is comprised of three main stages; the first stage is passing through root cortex into xylem, the second one is its transport within xylem, and the last one is its distribution into leaves and fruits. Plants obtain calcium preferably from soil solution. Calcium moves upward in apoplastic pathways (with transpiration flow), and reaches different organs of the plants through xylem. Blossom-end rot (BER) is a nutritional disorder of watermelon, tomato and pepper that is caused by a shortage of calcium in enlarging fruits. Blossom-end rot of watermelon commonly occurs in our province when fruits are growing rapidly. BER is frequently seen in watermelon genotypes with long fruits, Charleston gray type in particular. Calcium requirement increases at rapidly developing stage of fruit. BER might happen as a result of increased demand of blossom-end rot of fruit (rapidly growing section of the fruits) for calcium. It can occur even when there is abundant calcium in the soil, because demand exceeds supply. Since fruits do not transpire as much as leaves, less calcium is deposited when calcium containing water is transpired, resulting in a localized calcium deficiency in the fruit.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of foliar application of calcium on BER of watermelon, an experiment was carried out at the agricultural research station of Gonbad, Gonbad-e Qabus, Iran, in 2008. The soil of the experiment site was calcizerol, thermic. The soil was river alluvial plain type and the slope was moderate .The soil was not saline and PH was slightly alkaline. The amount of phosphorus, potassium, iron, boron, and calcium were sufficient but the amount of available zinc was low. The experiment was carried out in a factorial based on randomized complete block design (RCBD) with two factors and three replications. The first factor was two watermelon cultivars (Charleston gray and Charlie), and the second factor was four levels of calcium (0, 3, 5 and 8 gl^{-1} of calcium chloride). Each plot consisted of four ten-meter long rows. Row and within-row distances were 3 and 0.75 meters, respectively. Three seeds were planted in each hill, and they were thinned to one seedling at first hoeing when they were completely established. Irrigation was applied six times in furrows to avoid moisture stress. Foliar application of calcium was initiated before fruit set and applied with fifteen-day intervals afterwards. Number of healthy fruits, mean fruit weight, and number of fruits affected by blossom-end rot were counted from the two inner rows discarding the first and last plants of the rows. Brix was determined using a hand refractometer (OSK 7926). The data obtained was analyzed by using SAS.

Results and Discussion: The effect of foliar application of calcium and genotypes were not significant for fruit length. The interaction of genotype and calcium did not significantly affect fruit length. Calcium application did not have any effect on the length of blossom-end rot affected fruits. There were not any differences between the genotypes studied. These findings were in contrast with those of some other researchers, who reported enhanced fruit length by calcium application. Brix (soluble solid content) is an important trait in watermelon, so that an increase in it raises the marketability of the product. Brix was not significantly affected by calcium, genotypes, and their interaction. The results of analysis of variance showed that fruit rind width of the genotypes was not affected by calcium, whereas calcium and genotype interaction significantly affected fruit rind width at 0.05 probability level. These findings were consistent with those of some other researchers. Fruit yield was not significantly affected by calcium. The effect of calcium on the number of fruits affected by blossom-end rot disorder was significant at 0.01 probability level, while the effect of genotype and calcium interaction on this

1- PhD Student of Chemistry and Soil Fertility, University of Urumieh, Iran
(*-Corresponding Author Email: Salahimohammad604@gmail.com)
2- Faculty member, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
3- Former MSc student of Islamic Azad University of Bojnord

trait was not significant. The average number of fruits affected by BER were 1667, 1144 and 588 per hectare at 0, 3, 5 and 8 gl^{-1}calcium chloride, respectively. These findings were consistent with those reported by some other researchers.

Conclusion: We concluded that under our experiment's conditions, calcium foliar application was ineffective in improving watermelon fruit yield, but it was promising in decreasing blossom-end rot, which reduces marketability of the fruit.

Keywords: Blossom-end rot, Charleston Gray, Charlie, Fertilizer, Nutrition element

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 13
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 13
شاپا: 4730 - 2008

Evaluation of Salt Tolerance in Commercial Cultivars Seedlings and Native Genotypes of Pistachio (Pistacia vera L.) under Controlled Conditions in Rafssanjan, Iran

H. Alipour[1]- M. Kafi[2*]- A. Nezami[3]- A. H. Mohammadi[4]

Received: 09-02-2015
Accepted: 27-02-2016

Introduction: In Iran, main pistachio cultivation areas are located in the edge of desert. The major problem of these areas is the salinity of soil and irrigation water, which affects the growth and performance of plants and reduce yield.

Material and Methods: In the present study, the effects of salinity on growth characteristics and mineral contents of seedlings of seven pistachio cultivars and three genotypes (Akbari, Ahmad-Aghaei, Kaleh-Ghoochi, Fandoghi, Badami, Ebrahimi, Seyfadini and G1, G2 and G3 genotypes) were evaluated. The study was conducted in split plot based on randomized complete block design in three replications. The main plots were salinity levels of the irrigation water (0.6, 15 and 30 dS/m) by adding sodium chloride to tap water, and the sub plots were the pistachio cultivars. After germination of seeds in the lab, the seedlings were transplanted into new vases in the greenhouse. At 3rd leaf stage, the salinity treatments were imposed for a period of four months. At the end of the experiment, all samples were collected for growth and cation contents of shoots and roots and data were analyzed by analysis of variance and correlation method, using SAS statistical software and Duncan's Multiple Range Test was employed at probability level of 5%.

Results and Discussions: The results showed that increasing salinity levels reduced stem, root and leaf dry weight as well as stem height and diameter. Salinity also caused a reduction in leaf number and leaf area. At the salinity level of 30 dS/m, dry weights of root and leaf decreased by more than 70%. The length and diameter of seedlings were decreased by 17.2 % and 37.9 % under the mentioned condition. According to the measured growth characteristics, Akbari and Kaleh-Ghoochi, considered as fast growing cultivars, while G3 genotype and Seyfoddini cultivar were considered as slow growing cultivars. By increasing salinity, sodium and calcium concentrations in root, stem and leaf increased significantly, and the ratio of potassium to sodium decreased in the mentioned parts of the plant. Fandoghi and Kaleh-Ghoochi cultivars accumulated the highest amounts of sodium in leaf, while G1 and G2 genotypes had the lowest sodium level. An important fact is that G3 variety had minimum stem and leaf sodium content and maximum root sodium content. In contrast, Kaleh-Ghoochi cultivar had maximum leaf sodium content and minimum root sodium content. This obviously indicates that G3 variety accumulates sodium in the root and avoids sodium transmission to stem and leaf, and Kaleh-Ghoochi variety acted conversely. G2 genotype and Kaleh-Ghoochi variety contain the highest (3%) and lowest (1.4%) levels of leaf potassium. At salinity levels of 15 and 30 dS/m, the index of potassium to sodium ratio decreased by 93% and 87%, respectively, in comparison to the control salinity level (0.6 dS/m2). Generally, local genotypes of pistachio (G1, G2 and G3) showed lower sodium absorption and transport to leaf, while G3 genotype had the highest sodium content in the root and the lowest concentration of sodium in stem and leaf. G2 genotype and Ahmad-Aghaei cultivar had the highest leaf potassium to sodium ratios of 7/8 and 6/3, respectively, while Kaleh-Ghoochi cultivar had the lowest leaf potassium to sodium ratio (3/95). It seems that Kaleh-Ghoochi, Fandoghi and Akbari cultivars are relatively sensitive and G1, G2 and G3 genotypes and Ahmad-Aghaei cultivar are relatively tolerant to salinity at seedling stage. Results of correlation analysis showed a significant negative correlation between the levels of salinity and growth characteristics of pistachio. Leaf sodium content has a significant negative correlation with leaf potassium content as well as the potassium to sodium ratio in root, stem and leaf. Reduced or stunted growth of the pistachio seedlings can be a result of water stress as well as sodium and chlorine toxicities. The impaired balance of nutrient uptake through the root in salt stress conditions leads to reduced growth characteristic of the pistachio seedlings. As the salinity of the irrigating water increases, concentrations of sodium and chlorine ions in soil solution increases, therefore, balance of nutrients is impaired and the root absorption of sodium and chlorine increases and potassium uptake decreases. Hence, the concentrations of sodium and chlorine ions increased in root, stem and leaf, andpotassium concentration

1, 2, 3- PHD student and Professors of Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*-Corresponding Author Email: m.kafi@um.ac.ir)
4- Assistant Professor, Horticultural Science Research Institute, Pistachio Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

decreased. Salinity tolerance in many plants is attributed to non-transmission or limited transmission of sodium to aerial parts of the plant. Various pistachio cultivars acted differently in absorption and accumulation of these elements in the parts of plant. The pistachio varieties with less sodium absorption and transmission to the leaf, but more potassium absorption and transmission, increased potassium to sodium ratio in the leaf and showed more tolerance to salinity. The mechanism is not clearly recognized, perhaps sodium is re-absorbed from the xylem sap and remained in the root and stem, without transmission to leaf. A similar mechanism probably occurs in local genotypes of pistachio (G1, G2, and G3) and results in improved tolerance to salinity.

Keywords: Growth characteristics, Potassium to sodium ratio, Sodium chloride

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 15
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 15
شاپا: 4730 - 2008

The Effect of Salicylic Acid and Chelated Magnesium Sulfate on Matters Allocation in Vegetative and Reproductive Parts in Pear cv. Louise Bonne Infected to Fire Blight Disease

M. J. Adel[1*]- M. E. Amiri[2]- M. A. Nejatian[3]- M. Adel[4]

Received: 02-03-2015
Accepted: 27-07-2016

Introduction: Distribution of photosynthetic substances between vegetative and reproductive parts is influenced by the environmental factors as well as plant nutrition status. Therefore, application of nutrient substances (such as chelated magnesium sulfate and salicylic acid combination) can influence the distribution of photosynthetic substances which in turn result in changes in allocation of photo-assimilates between vegetative and reproductive parts. Since the investigation of partitioning of photo- assimilates is complex and the interpretation of treatments effects on partitioning of substances is difficult in garden plants, this examination has been focused on external application of nutritional treatments on different organs growth by comparing the effects of salicylic acid and chelated magnesium sulfate on the allocation of photo- assimilates.

Materials and Methods: This experiment was performed in a commercial 10-year old orchard of Qazvin in 2013. Initially, 60 uniform pears (cv. Louise Bonne) which were infected to fire blight disease were selected. Before treatment imposing, agronomic practices such as removing and pruning infected shoots were applied. Treatments were combination of salicylic acid and chelated magnesium sulfate at different levels, which were applied on foliage under the conditions of neutral pollution to fire blight. In the present research, vegetative parameters (current shoot growth, leaf weight, leaf area, relative water content and so on) and reproductive parameters (length: diameter ratio and density of fruit and so on) were measured.

The fully expanded leaves were collected randomly from each replicate. After washing the samples were weighed and these values referred to as initial readings (fresh weight). Then, the leaf samples were placed in distilled water for 24 h in the dark at room temperature. The turgid leaves were blotted dry and weighed (saturation weight). After weighing, the material was oven-dried at 70 °C for 24 h. Relative water content (RWC) of the leaves was appraised as described by Ritchie and Nguyen (19) using the following formula:

RWC (%) = [(f. wt. – d. wt.) / (t. wt. – d. wt.)] × 100

Where f. wt, d. wt and t. wt are fresh weight, dry weight and turgid weight, respectively.

Diameter and length of fruit were measured by nondestructive method (on the tree) and by using digital caliper in the places of maximum length and maximum width diameters, and length: diameter ratio from the division of these two parameters. Fruit weight was estimated by digital scale (0.01 g) and its volume by the difference of the water level of scaled column, and then fruit density was calculated by using formula d=M/V.

In order to estimate the parameters of leaf area, specific leaf area and specific leaf weight, leaf area meter and oven were used. To evaluate the effect of the treatments on decrease or increase current shoot growth, measuring shoot length was reported by tape measure according to centimeter.

Results and Discussion: The results indicated that the most amount of specific leaf weight was allocated in chelated magnesium sulfate (0.5 and 0.7 g: 1000 ml) treatments and the least amount was belonged to the control group. The extent of changes in leaf area was between 28.17 to 44.33 cm^2, were recorded to control group (without water) and salicylic acid (0.1 g: 1000 ml) plus chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml), respectively. The minimum and maximum of specific leaf area were ranged between 44.14 to 59.40 cm^2 and belonged to control group (without water) and salicylic acid (0.1 g: 1000 ml), respectively. The most current shoot growth was observed in control group (without water) and the least quantity was in chelated magnesium sulfate (0.5 g: 1000 ml). The minimum and maximum of fresh weight of leaf was changeable between 1.513 to 1.94 g were recorded to control group and salicylic acid (0.1 g: 1000 ml) plus chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml), respectively. The most and the least content of leaf relative water were observed to salicylic acid (0.5 g: 1000 ml) plus chelated magnesium sulfate (0.5 g: 1000 ml) and salicylic acid (0.5 g: 1000 ml) plus chelated

1, 2 and 4- Master of Science, Professor and Master of Science of Horticultural Sciences, Zanjan University
(*- Corresponding Author Email: m.adel@alumni.znu.ac.ir)
3- Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml), respectively. The extent of changes in fruit specific gravity was changeable between 0.72 to 0.97 g to cm^3. The maximum amount of fruit specific gravity was seen in salicylic acid (0.5 g: 1000 ml) plus chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml) and the minimum amount was in salicylic acid (0.5 g: 1000 ml) treatment. The conformity of the maximum current shoot growth and leaf fresh weight with the minimum leaf dry weight, leaf area, specific leaf area and specific leaf weight to control group and control group (without water) can declare the effect of treatment substances on the allocating manner of substances in different organs in plants and its stimulating effect on vegetative indexes that is not observable in the lack of treatment substances. The allocation of the most fruit specific gravity and also the least leaf relative water content and the least fruit length: diameter ratio to salicylic acid (0.5 g: 1000 ml) and chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml) can confirm the opposit relation among these parameters in the way of substances allocation and the effect of above treatment on this opposit relation. Denser fruits have fewer growth rather than types with the more blank space and receive a more carbohydrate from the tree rather than their weight. The decrease of relative water content of leaf can also be explained in the direction of the more absorption of carbohydrate by fruit as a strong sink. In other words, the existence of fruit as a strong sink in favorable conditions for photosynthesis (with paying attention to the high vegetative indexes) can prevent gathering water in chloroplast and cause an increase of fruit specific gravity.

Also, the allocation of the most specific leaf weight and the least fruit length: diameter ratio and the least current shoot growth to chelated magnesium sulfate (0.5 g: 1000 ml) express the positive role of sulfur in aforesaid concentration on stimulating leaf growth and its negative role in stimulating growth of shoot and fruit that somehow points on the effect of treatment substances on the allocation of substances (elaborate sap) to different organs. The sulfur compounds can cause preventing gibberellin synthesis and the decrease of internode length, like other growth retardants.

The maximum fruit length: diameter ratio was belonged to salicylic acid (0.1 g: 1000 ml) and chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml). Salicylic acid (0.1 g: 1000 ml) treatment induced maximum amounts of fruit length and diameter to itself that confirms the positive role of salicylic acid in stimulating growth in stress conditions (biotic stress derived from *Erwinia amylovora*). The significant negative correlation (p <0.01) between fruit diameter with relative water content and also between leaf dry weight with fruit specific gravity and fruit length: diameter ratio can show the effect of treatments in allocation of photosynthetic substances in plant different organs.

Conclusions: The circumstance of plant elaborate sap allocation between vegetative and reproductive organs has various effects on growth of different plant organs and quality of crop (as one of the components of plant fertility) and the increase or decrease of the sensitivity to disease (1). Distribution of photosynthetic substances is influenced by the environmental factors as well as condition of plant nutrition (20). Regarding the capability of green vegetative organs in producing photosynthetic substances and their roles in relation to reproductive organs, it is evident that the fruit growth will be more in the treatments having more vegetative indexes too. For example, the conformity the most amount of leaf area with the most length: diameter ratio of fruit in salicylic acid (0.1 g: 1000 ml) and chelated magnesium sulfate (0.7 g: 1000 ml) narrates the direct relation between some vegetative indexes with reproductive indexes that confirms similar data. Lastly, the results of this research showed that the treatment combinations of salicylic acid and chelated magnesium sulfate created changes in allocation of photo- assimilates by affecting the plant metabolism, having positive effects in increasing the growth indexes of pears and finally increasing economical yield of this crop.

Keywords: Nutrition, Photosynthetic Substances Allocation, Sink, Vegetative indexes

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 17
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 17
شاپا: 4730 - 2008

Regression Association Analysis of Yield-Related Traits with RAPD Molecular Markers in Pistachio (*Pistacia vera* L.)

S. Mirzaei[1]*- M. Rahimi[2]- A. Tajabadipour[3]- M. Bahar[4]- B. Sharif Nabi[5]

Received: 02-03-2015
Accepted: 27-08-2016

Introduction: The pistachio (*Pistacia vera*), a member of the cashew family, is a small tree originating from Central Asia and the Middle East. The tree produces seeds that are widely consumed as food. *Pistacia vera* often is confused with other species in the genus *Pistacia* that are also known as pistachio. These other species can be distinguished by their geographic distributions and their seeds which are much smaller and have a soft shell. Continual advances in crop improvement through plant breeding are driven by the available genetic diversity. Therefore, the recognition and measurement of such diversity is crucial to breeding programs. In the past 20 years, the major effort in plant breeding has changed from quantitative to molecular genetics with emphasis on quantitative trait loci (QTL) identification and marker assisted selection (MAS). The germplasm-regression-combined association studies not only allow mapping of genes/QTLs with higher level of confidence, but also allow detection of genes/QTLs, which will otherwise escape detection in linkage-based QTL studies based on the planned populations. The development of the marker-based technology offers a fast, reliable, and easy way to perform multiple regression analysis and comprise an alternative approach to breeding in diverse species of plants. The availability of many makers and morphological traits can help to regression analysis between these markers and morphological traits.

Materials and Methods: In this study, 20 genotypes of Pistachio were studied and yield related traits were measured. Young well-expanded leaves were collected for DNA extraction and total genomic DNA was extracted. Genotyping was performed using 15 RAPD primers and PCR amplification products were visualized by gel electrophoresis. The reproducible RAPD fragments were scored on the basis of present (1) or absent (0) bands and a binary matrix constructed using each molecular marker. Association analysis between molecular date (as independent variable) and morphological data (as dependent variable) was performed using multiple regression analysis to identify informative markers associated with the yield related traits. Multiple regression analysis was conducted using stepwise method of linear regression analysis option of SPSS. Student t-test was performed to assess significance difference between mean trait estimates of genotypes where specific markers were present and absent. Markers shown significant regression values were considered to be associated with the trait under consideration.

Results and Discussion: Finally 11 primers were polymorphic and a total of 56 pieces (loci) were amplified that among these, 36 segments (64.29%) showed polymorphism with an average of 5.09% per primers and the rate of this polymorphism ranged from at least 25% for AJ05 primer up to 87.5% for OPAD02 primer. Polymorphic information content ranged from 0.095 (AJ05 and OPAD14) to 0.39 (OPC05), with an average of 0.23. Stepwise regression analysis between molecular data and traits was performed to identify informative markers associated with yield component traits. Nineteen RAPD fragments were found associated with six yield related traits. Some of RAPD markers were associated with more than one trait in multiple regression analysis that may be due to pleiotropic effect of the linked quantitative trait locus on different traits. However, to better understand these relationships, preparation of segregating population and linkage mapping is necessary. Also, these results could be useful in marker-assisted breeding programs when no other genetic information is available.

Conclusion: This investigation on molecular markers associated with yield traits in Pistachio has provided clues for identification of the genotypes with higher yield value. In breeding programs selection of quality material is often a time-consuming process, and thus marker-assisted selection could be of great useful in identification of promising genotypes with high value of yield traits. Some of RAPD markers can be used for

1, 2- Assistant Professors, Department of Biotechnology, Institute of Science and High Technology and Environmental Sciences, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
(*-Corresponding Author Email: s.mirzaei@kgut.ac.ir)
3- Lecturer, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran
4, 5- Professors, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

elite selection of Pistachio, particularly when no other genetic information like linkage maps and quantitative trait loci are available for the species. The applications of the RAPD approach enable us to predict positive correlation between data generated by molecular markers and studied traits. Also, the marker–trait association identification will play an important role in plant MAS/QTL breeding programs, especially in plants where genetic information such as linkage map and QTL is not available.

Keywords: Dependent variable, Polymorphic primers, Stepwise regression

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 19
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 19
شاپا: 4730 - 2008

Evaluation of Mycelium Growth Rate and Yield of White Button Mushroom Isolates (*Agaricus bisporus)* in Iran

M. J. Ahmadi Laheejani[1]- M. Farsi[2*]

Received: 02-03-2015
Accepted: 01-10-2016

Introduction: Among edible mushrooms, white button mushroom is the most cultivated one around the world. Mono-spores diversity in terms of growth rate, colony type, yield and etc. is used for intra strain genetic improvement. High yielding isolates with filamentous mycelium type are screened and used for spawn production (Farsi and Gordan, 2002). Success in mushroom production largely depends on the quality of spawn produced in sterile conditions (Sanchez, 2010). Farsi and Gordan, (2004) reported that colony shape and mycelium growth type are very important factors in screening isolates in terms of mycelium growth rate and yield. To screen isolates based on their mycelium growth, solid media are among the most suitable ones (Griffin, 1994). In a study conducted to evaluate mycelium growth rate of six *Morchella* species on different media, PDA and MEA were known as the best ones (Kalmis and Kalyoncu, 2008). The present study was conducted in order to evaluate mycelium growth rate and yield of white button mushroom isolates in solid medium, spawn and compost media.

Materials and Methods: Eighteen isolates of white button mushroom were compared on PDA (Potato Dextrose Agar), CYM (Complete Yeast Medium), spawn and compost media based on mycelium growth rate, type and class growth and yield at the mushroom research center of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in 2014. A piece of mycelium of each isolate was placed in the center of each petri dish and was kept in 23±1°C, and the radial growth rate of mycelium was measured as two perpendicular diameters in three consecutive weeks. Mycelium growth rate on spawn and compost media was measured based on the percentage of surface coverage during the 15 consecutive days. Yield of each isolate was measured by daily harvesting of mushrooms during 35 days of experiment. Analysis of variance and means comparison of the variables were carried out using SAS software. Means analysis was performed using LSD test at 5% significance level.

Results and Discussion: There were significant differences among isolates based on mycelium growth rate and yield. In PDA medium, 2200 isolate showed the fastest mycelium growth rate with 1.9 mm.day^{-1} and final colony diameter of 8.1 cm. were This isolate also showed the fastest mycelium growth rate on CYM medium and covering the spawn and compost media surfaces, and produced the highest yield along with A15a isolate (A15a and 2200 with 22.1 and 19.4 kg.m^{-2}, respectively). Magnum d with mycelium growth rate of 0.7 mm.day^{-1} and final colony diameter of 3.1 cm showed the slowest mycelium growth rate. On average, 75% of isolates were grouped in slow mycelium growth rate class and 25% were placed in fast mycelium growth rate class. Isolates A15a, 2200, A15, M7219 and F64d showed fast mycelium growth rate. All of the isolates showed filamentous mycelium growth type and no abnormal mycelium growth type was observed. Isolate A15a with 50% coverage of compost surface during the first 5 days and 90% during the 15 days showed the fastest mycelium growth rate on this medium, followed by isolates F64d, 2200 and A15a. Normal mycelium growth rate on compost medium varied from 6-8 to sometimes 10-12 mm.day^{-1} (Farsi and Pooyanfar, 2011). There was a high positive correlation between mycelium growth rate and the yield component, so that isolates with faster mycelium growth rate produced higher yield. Farsi and Gordan, (2001) also reported significant positive correlation between filamentous mycelium type and yield, so that isolates with filamentous mycelium growth type and high mycelium growth rate produced higher yield. Faster mycelium growth rate is considered as a desire characteristic in mushroom cultivation due to the reduction of contamination risk of other micro-organisms (Oie, 2003).

Conclusion: There was a high significant difference among white button mushroom isolates in terms of mycelium growth rate and yield. Isolates with faster mycelium growth rate on solid medium produced higher yield. A high positive correlation was observed between mycelium growth rate on CYM and compost media, so

1 and 2- Ph.D. Student of Agronomy and Professor of Plant Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: mohfarsi@yahoo.com)

it could be used as an appropriate medium for comparison of mycelium growth rate *in vitro*. As comparison of strain yield is time consuming and difficult, screening based on their growth rate on CYM is recommended.

Keywords: Colony diameter, Mycelium growth type, Mycelium growth class, Spawn

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 21
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 21
شاپا: 4730 - 2008

Effect of Pre-Bloom Gibberellic Acid Application on Seedlessness and Some Fruit Traits of Three Iranian Seeded Grape Cultivars

H. Doulati Baneh[1]*- H. Jaffari[2]- R. Jalili Marandi[3]- R. Abdollahi[4]

Received: 27-04-2015
Accepted: 09-10-2016

Introduction: The basic characteristic of modern table grape production is its adaptation to the requirements of the market aiming to improve grape quality, such as equal cluster size, equal size and shape of the berry, and equal coloration of all the berries in the cluster. Furthermore, an important attribute of the grape berry quality is seedlessness. Seedless cultivars are characterized with small berries, which can be increased by using some management techniques. Plant hormones may play an important role in the growth and development of grape berries. Gibberellic acid (GA3) is known to stimulate development of parthenocarpic fruit in grapes and other fruits. The exogenous pre-bloom application of GA3 to grapevine is commonly used to induce seedlessness, accelerate early ripening, and enhance berry size in seedless cultivars. Although there are a large number of studies on seedless grape varieties, no previous research has been performed on the effect of GA3 on the seeded grape cultivars. Differences in the types of berry set affect the growth of berries and their size. It is well known that there is an important relationship between seed development and berry growth, which has been attributed to hormones such as auxins, gibberellins and cytokinins.

Materials and Methods: To study the effects of 100 mg/L pre-bloom (7 and 14 days before blooming) GA3 application on the induction of seedlessness and some berry and cluster characteristics of three seeded Iranian cultivars, Qzl ouzum, Rish babab Qermez and Khalili Qermez, this research was conducted as a factorial experiment based on Randomized Complete Block Design (RCBD) with five replications. The vines of each cultivar were selected in the vineyard of Horticultural Research Center in West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research Center, Urmia, Iran. The vines were 13 years old and bi-lateral cordon system had been used as their training system. Pollen germination test was performed at the time of flowering, and several qualitative and quantitative traits including fruit set percentage, cluster length, rachis fresh weight, number of shot berries, number of seedless berries in clusters, the average weight of seedless berries, length of pedicle, berry weight, total soluble solids (TSS) and pH were measured.

Results and Discussion: The results of the study showed that GA3 at 100 mg/L showed significant difference from control regarding pollen germination rate, fruit set percentage, length of cluster and rachis, number of shot berries, weight and number of seedless berries, length of pedicle, weight of berry and TSS. Pollen germination was reduced in those cultivars treated with GA3 but the responses of cultivars were different. Gibberellin caused an increase in cluster length, but the rate of increase in Rish baba and Qzl ouzum was greater than Khalili. In terms of inducing seedlessness in berries, GA3 caused greater effect in Qzl ouzum than Rish baba and Khalili Qermez. The greatest seedless berries weight obtained with the treatment of GA3 spray 7 days before blooming in Qzl ouzum, although the number of seedless berries in this cultivar was fewer than other cultivars. The difference in berry number per cluster between clusters receiving GA3 pre- vs. post-anthesis appeared to consist largely of seedless berries. Perhaps, GA3 stimulated non-fertilized or otherwise nonviable fruits to be retained. The longest pedicle observed in Qzl ouzum treated with 100 mg/lit GA3 14 days before blooming, while Khalili Qermez had the shortest pedicle. In all the cultivars, treatment with GA3 caused an increase in the average length of pedicle. The content of total soluble solids (TSS) in fruits treated with GA3 was higher than control. Gibberellic acid promotes cell division, stimulates earlier flowering, increases the size and yield of fruits, and induces seedlessness in seedless cultivars. The effect of GA3 depends on variety, concentration and time of application.

Conclusion: In conclusion, application of GA3 at 100 mg/lit increased fruit set and seedless berries. The increased number of seedless berries was also noticed when GA_3 applied at 100 mg/L. In general, GA3

1- Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agriculture and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran
(*- Corresponding Author Email: ah_dolati@yahoo.com)
2- MSc Horticulture, Jahad- e – Keshavarzi organization of West Azerbaijan Province
3- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
4 - PhD student, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran

application before flowering in Qzl ouzum, Rish babab Qermez and Khalili Qermez cultivars produced shot berries and seeded berries, and repeated GA3 application after fruit set can resulted in seedless berries with an acceptable size. More research is needed to establish guidelines for the proper use of GA3 for production of seedless berries from the studied seeded cultivars.

Keywords: Berry, Gibberellin, Pollen grain, Seedlessness

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 23
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 23
شاپا: 4730 - 2008

Evaluation of Drought Stress Effect on Growth, Essential Oil Percentage and Essential Oil Yield of Chamomile (*Matricaria recutita* L. Presov cultivar) and Chicory (*Cichorium intybus* L. local cultivar) in the North of Khuzestan Condition

R. Farhoudi[1]*
Received: 31-05-2015
Accepted: 23-11-2016

Introduction: Iran's climate is mostly arid and semi-arid, where water availability is a major problem. Water stress substantially alters plant metabolism, decreasing plant growth and photosynthesis and profoundly affecting ecosystems and agriculture, as well as human societies. Unfortunately, water deficiency is increasingly becoming a serious problem in agriculture in Iran whereas the national average annual precipitation is less than 249 mm. Recently, medicinal and aromatic plants have received much attention in several fields such as agroalimentary, perfumes, pharmaceutical industries and natural cosmetic products. Although, secondary metabolites in the medicinal and aromatic plants impressed conventionally by their genetic makeup; moreover their biosynthesis is strongly influenced by environmental factors. It means biotic and abiotic environmental factors affect growth parameter, essential oil yield and constituents. Abiotic environmental stresses like drought have the most effect on medicinal plants. In arid and semi-arid regions like south of Iran where water availability is a major limitation, using plants with low water consumption is one way to manage available water efficiently. Chamomile (*Matricaria recutita* L.) and chicory (*Cichorium intybus*) are annual plants belonging to Asteraceae family naturally widespread in west, northwest and south of Iran and their consumption has a long history in Iranian folklore medicine. Over 120 components have been identified in these plants essential oil, while, chamazulene, camphor, bisabolol oxides A and B, farnesene and ά- bisabolonoxide are the most important ones.

Materials and Methods: This study was conducted in Research Farm of Islamic Azad University, Shoshtar Branch, Iran during 2010-2011 in order to evaluate the effects of water stress levels on growth, photosynthesis and essential oil yield of German chamomile (*Matricaria recutita* L.) and chicory (Cichorium *intybus*). Two water stress levels viz. medium at 75% field capacity (FC) (I 75) and sever at 55% FC (I 55) were included in the study, while 90% FC (I 90) was taken as control. The experiment was laid out based on a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Net plot size was 2 m × 2 m having plants density of 120 chamomile m^{-2} and 100 chicory m^{-2}. Sowing was done manually on well prepared seedbed in November 2010 and plants were harvested in June 2011. Irrigation treatments were started three weeks after seed sown when seedling started their growth and development. Chamomile and chicory essential oil percentage, essential oil yield, dry weight, photosynthesis and chlorophyll content were assayed in this research.

Results and Discussion: Results showed that drought stress had significant effect on photosynthesis, chlorophyll a concentration, plant height and dry matter yield of chamomile and chicory. The Lowest flowers dry yield of chamomile and leaf dry weight of chicory obtained from severe drought stress level (47 and 195 gr m^{-2}). The highest essential oil yield of chamomile (56.6 g m^{-2}) and chicory (226.9 gr m^{-2}) showed in mild drought stress treatment. Results indicated that medium drought stress increased seconds' metabolites concentration and essential oil yield of chamomile and chicory. Important second compound in chamomile and chicory essential oil were camphor, α-pinene, β-pinene, ά-bisabolol and chamazulene. Drought stress decreased photosynthesis rate and minimum photosynthesis rate in chamomile and chicory were 9.0 mgl CO_2 m^{-2} s^{-3} and 12.0 mgl CO_2 m^{-2} s^{-3} under severe drought stress treatment. In chamomile the lowest chlorophyll a content showed in mild and severe drought stress treatments (1.1 and 1.2 mg g^{-1}). Minimum chlorophyll a and b content of chicory obtained from severe drought stress treatment (0.7 and 1.02 mg g^{-1} respectively).Results of the study clearly elaborate that severe drought stress hampered the growth, photosynthetic rate and lowered the oil yield of chamomile, whereas medium drought stress (irrigation at 75% of FC level) improved the growth and oil productivity even more than well watered conditions. Although, severe water stress observed sizeable rise in essential oil contents but due to drastic reduction in flower or leaf dry weight, severe drought stress exhibited lowest oil yield in chamomile and chicory.

Conclusion: The results of the study clearly elaborated that medium drought stress (irrigation at 75% of FC)

1- Associate Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Shoushtar branch, shoushtar, Iran
(*-Corresponding Author Email: rfarhoudi@gmail.com)

enhanced the essential oil productivity, while severe water stress (55% FC) decreased chamomile and chicory growth, photosynthesis rate and essential oil yield. Moreover, under drought stress quantity of chamomile and chicory oil was improved. Therefore, chamomile and chicory should be irrigated at 75% FC level to attain higher essential oil yield.

Keywords: Chlorophyll, Dry matter, Plant height

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 25
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 25
شاپا: 4730 - 2008

Assessment of General and Specific Combining Ability and Heterosis of Some Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Lines for Vegetative Traits

F. Moradipour[1]- J.A. Olfati[2]- Y. Hamidoghli[2]- A. Sabouri[3]- B. Zahedi[5]

Received: 01-07-2015
Accepted: 01-08-2016

Introduction: Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the most widely cultivated vegetables. Plant length is a quantitative trait is controlled by many genes. These traits are difficult to study due to the complex nature of their inheritance. The combining ability estimation is useful in determining the breeding value of cucumber lines by suggesting the appropriate use in a breeding program. In studying combining ability, the most commonly utilized experimental approach is the diallel design. General combining ability is a measure of additive genetic action; and specific combining ability (SCA) is deviation from additivity. General combining ability is a main effect and SCA is an interaction. The aim is to determine the breeding value of the cross. Heterosis has been utilized to exploit dominance variance through production of hybrids. There are reports on positive and negative heterosis in cucumber however, there are differences between reports. This research was conducted to estimate general and specific combining ability and heterosis in cucumber inbred lines and hybrids to produce hybrids with high yield and quality.

Material and Methods: In the spring of 2014, the seven parental lines and their 21 F1 hybrid were planted at the University of Guilan, in loamy sand field. Three replications were arranged in a randomized complete block design. The sandy loam soil was prepared by plowing and disking and formed into raised beds by plowed and harrow prior to plant establishment. Rows were on 1 m centers and plants were about 25 cm apart in the row. Prior to planting 150 $kg \cdot ha^{-1}$ of nitrogen from urea and 100 $kg \cdot ha^{-1}$ of phosphorous from triple superphosphate and 80 $kg \cdot ha^{-1}$ of potassium sulfate was applied. Side dressing with the same amount of nitrogen and phosphorus occurred at 50% flowering stage. Irrigation with 250 $m^3 \cdot ha^{-1}$, three times weekly, was begun at plant first flowering. In each replication, 12 individuals of each line or hybrid were spaced 25 cm within a row (plot) on 1 m centers. Data were collected from 12 plants per plot of each accession. Analyses of variance (ANOVA) of data were performed and where appropriate, ANOVA was followed by LSD mean comparison of trait values. For the combining ability analysis (GCA), measurements of plants within each plot were averaged, and means were used as experimental units for analysis by the computer program Diallel.

Results and Discussion: Genotypes has significant effect on all measured characteristics. The highest plant length was related to B6 line and the lowest plant length was related to A0×B6 and B12×B6 hybrids. The highest number of lateral branch was related to B10×A11, B12×A0 and Guilan while the lowest number was related to A0, B12×B6, A15×A11. The highest plant length to first fruit was related to A4×A11 hybrids and the lowest plant length to first fruit was related to B10, B12, B10×A15 and B12×A4. The mean square of general combining ability (GCA) were significant only for plant height up to the first fruit but the mean square of specific combining ability revealed significant differences for all traits that indicated the important effects of dominance genes in inheritance of traits. Plant height up to first fruit has further general combining which reflects the non-additive genes action. The highest parent and standard negative heterosis for plant length was related to B12×B6 hybrid. This hybrid also showed the highest negative heterosis for number of lateral branch. The highest high parent negative heterosis for plant length to first fruit was related to A11×A4 hybrid while the highest standard negative heterosis was related to A0×A4 hybrid and the highest positive heterosis for this trait was obtained from B10×B12 and B12×A4 hybrids.

Conclusion: Although heterosis is affected a plant length is the primary target for increasing yield in high density cultivation, the biological complexity of this trait makes it difficult to draw meaningful conclusions in order to track individual causal elements involved in heterosis. Cucumber breeders might develop determinate or indeterminate cultivars based on high GCA for certain traits. Cucumber breeders might develop cucumber cultivars with optimal vegetative growth based on high general combining ability for their traits. The results revealed B10 and A4 lines are proposed for hybrid production with optimum vegetative growth. The hybrid

1, 2 and 3- PhD Student, Assistant Professor and Associate Professor, Horticultural Department, University Campus 2, University of Guilan, Respectively
(*-Corresponding author Email: jamalaliolfati@gmail.com)
4- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan
5- Assistant Professor, Horticultural Department, University of Lorestan

obtained by crossing of B12 and B6 are proposed for cultivation with high plant density.

Keywords: Diallel analysis**,** Heterosis, Grifing, Gene heritability

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 27
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 27
شاپا: 4730 - 2008

Investigation on Morphological and Physiological Variation of Some Sweet Pepper Ecotypes (*Capsicum annuum* L.)

Gh. Bagheri[1]*- B. Zahedi[2]- R. Darvishzadeh[3]- A. Hajiali[4]
Received: 12-07-2015
Accepted: 23-11-2016

Introduction: Pepper is one of the most important vegetables in the world that belongs to the family of Solanaceae. It is used as a food flavoring, coloring agent and a pharmaceutical ingredient in different innovative ways. *Capsicum annuum* is one of the five cultivated species in the genus and the others are *C. baccatum* L., *C. chinense*, *C. frutescens* and *C. pubescens*. While *C. pubescens* and *C. baccatum* are morphologically quite distinct, *C. annuum*, *C. chinense* and *C. frutescens* show evidence of parallel evolution for a variety of plant and fruit morphological characteristics as a result of similar regimens of human selection. The near continuous overlapping in morphological traits among these three species led various authors to recognize them as a complicated species. Within complex, taxa are differentiated from one another based primarily on differences in corolla color, the presence or absence of a calyx constriction and the occurrence of multiple pedicels/node.

Materials and Methods: This research was conducted to evaluate genetic diversity in pepper genotypes. Morphological traits of 42 genotypes were investigated in rectangular lattice 6×7 with three replications in two separate experiments at West Azerbaijan research institute. Analysis of variance was conducted by using SAS, SPSS and MINITAB softwares. 14 traits including length and width of fruits, thickness of fruit wall, width of plant canopy, length of shoots, length of corolla, fruits fresh and dry weight, SPAD, photosynthesis, yield, vitamin C, TSS and pH were assessed according to the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) descriptor. Solid contents (TSS) were assessed by using refractometer, pH by using pH meter, and fruits fresh and dry weight by using a digital scale. For measuring vitamin C content, 3-10 g of the fruit tissue (pericarp and pulp) was homogenized and 100 mL of distilled water were added. Then 10 mL of sulfuric acid 20%, 1 mL of 0.01 N potassium iodide, 1 mL of 1% starch were added to the solution and then for titrating, 0.01 N potassium iodide was used.

Results and Discussion: Analysis of variance showed significant differences (at 1% level) among pepper genotypes, in terms of width of fruits, fruit wall thickness, yield, plant height, shoots diameter, length of shoots, and dry weight of fruit, TSS and vitamin C. But there were no significant difference between pH, SPAD and photosynthesis. The highest heritability was observed in length and width of fruits, fruit wall thickness, fruit pedicel length, yield, dry and fresh weight of fruits, and the lowest heritability obtained in SPAD and pH. Phenotypic variation coefficient was higher than genotypic variation coefficient for all traits, indicating the significant effects of environmental conditions. The maximum phenotypic correlation obtained between fruit fresh and dry weight (r=0.95) and also observed between fruit fresh weight and fruit wall thickness. Cluster analysis with Ward method classified studied landraces into six different groups. The highest distance was observed between groups four and five. This result showed that the maximum expected heterosis could achieve from crosses between genotypes from groups four and five.

Conclusions: High genetic variation was observed among pepper genotypes that could be helpful for morphological traits studies and to improve superior genotypes in next breeding programs.

Keywords: General heritability, Genetic correlation, Morphological traits, Pepper

1 and 4- Master Students of Plant Production, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KorramAbad
(*-Corresponding Author Email: ghahraman.bagheri@yahoo.com)
2- Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Lorestan University, KorramAbad
3- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 28
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 28
شاپا: 4730 - 2008

Effect of Different Solvents on Total Phenolic Contents and Antioxidant Activity of *Zizyphus jujube* Miller Fruits

Gh. Davarynejad[1*] - S. F. Taghizadeh [2] - J. Asili[3]
Received: 12-07-2015
Accepted: 31-10-2016

Introduction: Phenolic compounds have an ability to scavenge free radicals and cause the balance of reactive oxygen species (ROS) in our body. This balance prevents atherosclerosis, coronary heart and cancer diseases. Butylated hydroxyl toluene (BHT) is a well-known synthetic antioxidant, which is restricted to be used due to its probable toxic effects. Therefore, replacement of synthetic antioxidants with plant materials with high amounts of antioxidant activity, which protect the body from free radicals and many diseases caused by lipid peroxidation, is an appropriate option. *Ziziphus jujuba* Miller is one of the forty species belonging to Rhamnaceae family, which produces a great deal of industrial raw materials for horticultural, ornamental, food, and pharmaceutical industries. Antioxidants can be extracted by various solvents and extraction methods. Solvent extraction is the most common method used for separating natural antioxidants. Solvent properties undoubtedly play a key role in the extraction of antioxidative compounds. The type and yield of antioxidant extracted have been found to vary as affected by the solvent properties such as polarity, viscosity and vapor pressure. Therefore, it is difficult to develop a unified standard method for the extraction of antioxidants from all plant materials.

Materials and Methods:

Plant materials Fresh fruits were collected from Birjand, Iran, in late summer 2014. The samples were air dried under the shade at room temperature. Dried fruits were ground by using a mortar and pestle and were separately extracted by distilled water and organic solvents such as methanol, ethanol and acetone (50%, 90% and100% (v/v)). After filtering through the Whatman paper #3 and removing the solvents (using a rotary evaporator (BUCHI V-850)) and water (using a freeze dryer, (OPERON, FDB-5503, Korea)), the dried extracts were stored in refrigerator for further analysis.

Determination of Total Phenolic Content (TPC) Samples were measured for TPCs colorimetrically using the Folin-Ciocalteu method with modification. Absorbance was read at 725 nm against blank using UV-Visible spectrophotometer (Cecil. UK.). A calibration curve was prepared using a standard solution of Gallic acid (0.2-1mg/ml). Results were expressed as mg Gallic acid/g dry extract (mg GA/g DE).

Determination of Total Flavonoid Content (TFC). TFC was determined using the method of Huang *et al*. (13) with minor modifications. Absorption was measured at 430 nm using UV-VIS spectrophotometer (Cecil. UK.). TFC was determined using a standard curve with quercetin as the standard, and expressed as mg of quercetin equivalents (CE)/g dry extract (mg QE/g DE).

Determination of Total Anthocyanin Content (TAC). TAC was measured using a spectrophotometric differential pH method. Its absorbance was read at 510 and 700nm. Results were expressed as milligrams of cyanidin-3-glucoside (CY.) equivalents per g of dry extract.

Determination of Total Tannin Content. For determination of tannins in the sample extracts, vanillin–HCl method was used. The absorbance was read at 500 nm using UV–vis spectrophotometer. The content of tannins in the sample was expressed as mgcatechine equivalent (CE)/100g sample.

Determination of Antioxidant Activity. Antioxidant activity of the samples was determined using DPPH (2, 2-diphenyl-1-pic-rylhydrazyl) radical scavenging activity and ferric reducing antioxidant power (FRAP). In the presence of antioxidant, FRAP assay reduced Fe^{3+}-TPTZ (2, 4, 6-tris (2-pyridyl)-5-triazine) complex to Fe^{2+} - TPTZ at low pH. The absorbance of the mixture was measured by using spectrophotometric ally at 595 nm. The effect of antioxidant on DPPH radical was thought to be due to their

---

1 and 2- Professor and Ph.D candidate Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: Davarynej@um.ac.ir)
3- Associated Professor, Pharmaceutical Research Center, Faculty of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

hydrogen donating ability or radical scavenging activity. DPPH assay expressed as IC50 and percentage inhibition. Lower IC50 value indicates higher antioxidant activity.

Results and Discussion: Efficiency of different solvent extractions depends on the matrix of plant materials as well as the type of extractable compounds. The correct selection of solvent can improve the extraction yield of antioxidants from plants matrices considerably. For this reason, in the present study, some selected types of solvent showed different results. For extraction of total phenol and flavonoid compound, acetone 50% was the best yield. In methanolic extract (50, 100%), the highest amounts of anthocyanin and total tannin were reported. In all extracts, water had the least efficiency in comparison with other solvents. High correlation was observed in total phenolic content and antioxidant activity which was determined by DPPH and FRAP assay. Acetone 50% was the most potent for scavenging free radicals and reducing a ferric-tripyridyltriazine, Fe (III)-TPTZ, complex to ferrous, Fe (II) in all extracts.

Conclusions: The results of the present study indicated that polarity, selectivity, viscosity, and vapor pressure are important physicochemical properties that should be considered when selecting a suitable solvent for the extraction of bioactive compounds from plant materials.

Keywords: Antioxidant, DPPH, Phenolic content, *Zizyphus jujube* Miller

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 30
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 30
شاپا: 4730 - 2008

Effect of Se on Yield and Vegetative Characteristics of Brussels Sprouts in Hydroponics

R. Khademi astaneh[1*]- S. J. Tabatabaei[2]- S. Bolandnazar[3]

Received: 01-08-2015
Accepted: 27-07-2016

Introduction: Selenium is a non-metallic, rare chemical element and essential for many organisms but this element is not mentioned as an essential element for plants. Due to its presence in antioxidant defense systems and hormonal balance, selenium is known to be necessary in human and animal health Plants exhibit a variety of physiological responses to selenium. Some species accumulate large amount of selenium, while many plant species are sensitive to presence of large amounts of selenium in soil and water. The mean, the maximum and tolerance level of selenium required for humans is 45, 55 and 400 micrograms, respectively (*Dietary Reference*). but acute toxicity level in animals are found with a concentration of 1000 ppm. Plants absorb and storage selenium in chemical form and concentration depends on pH, salinity and calcium carbonate content. High contents of selenium reduce plant growth and plant dryness, however in some plants low selenium concentrations improved growth and increase stress resistance by maintenance of chloroplast enzymes. Positive response to the use of selenium were mentioned in lettuce, potato, mustard, crap, darnel, soybean (Glycinemax L), potatoes and green tea leaves. Research has shown that there is a positive relationship between selenium concentration and glutathione peroxidase activity, which is a reason to delay aging and increase growth of aging plants. The results of this study had shown that the application of selenium treatments increased leaf area of plants and, consequently, the higher availability of asmilates, can increase plant growth. The results of the studies also indicated that all vegetative characteristics of plants are increased due to the concentration of selenium and the accumulation capacity of plants affected by selenium application. Since there is no research on the effect of selenium on cabbage, it seems that the use of this element can affect the growth and development of this plant.

Materials and Methods: This experiment was tested in a controlled condition hydroponic greenhouse of Horticulture Department, College of Agriculture, University of Tabriz, The greenhouse was covered with polyethylene monolayer and equipped with a cooling and fogging systems to control the temperature in the warm months and humidity, respectively. Daily temperatures were setted3 ± 20 3 ± 16. Seeds of Gemmifera varieties brussels cabbage weregerminated in petri dishes. Seedlings were transferred to the plastic cups (to the floating system) with perlite in four leaf stage. . Plants root system were floated in solution. Modified Hoagland nutrient solution (Table 1) was prepared (12 liters per container with 40 and 32 cm height and diameter, respectively.

Results and Discussion: Results of vegetative Brussels sprouts button showed that selenium significantly increased leaf, stem and root dry weight, leaf number and leaf area. Leaf area, leaves, stems and roots fresh and dry weight increased with increasing selenium up to 8 mg L^{-} but then decreased due to a high concentration of selenium toxicity. There were no significant difference in the treatments on stem length, stem diameter. Number of buds was significantly ($P \leq 0.05$) affected by selenium treatments and the highest number of sprouts were in two levels of 8 and 16 mg selenium per liter, respectively. Yield and shoot dry weight showed a significant increase (at 1 percent) with increasing levels of selenium.

Conclusions: Plants yield significantly ($P \leq 0.01$) affected by selenium treatments, so that selenium concentration in the nutrient solution increased from 0 to 8 mg L^{-1}increased yield and reduced afterward. The maximum yield was observed at a concentration of 8 mg L^{-}compared with control. Based on the findings of this study, selenium concentration can be up to 8 mg L^{-1} in order to improve plant growth to nutrient solution.

Keywords: Floating, Hydroponic, Leaf area, Number of sprouts

1 and 3-PhD student and Professor, Department of Horticulture Science, University of Tabriz
(*-Corresponding author Email: R.khademi@tabrizu.ac.ir)
2- Professor, Department of Horticultural Science, Shahed University, Tehran

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 31
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 31
شاپا: 4730 - 2008

Optimization of Callus Induction and Regeneration in Two Fenugreek Landraces as a Medicinal Plant during *in vitro* Condition

H. Hasani Jifroudi [1]- M. Mohebodini [2*]- B. Esmaeilpour [3]- E. Chamani [4]

Received: 31-08-2015
Accepted: 02-08-2016

Introduction: Fenugreek *(Trigonella foenum- graecum*) is a medicinal plant extensively distributed in most regions of the world. Fenugreek is an annual plant from the family of papilionaceae, leguminosae. Fenugreek leaves and seeds have been used extensively to prepare extracts and powders for medicinal uses. Its root, leaf and seed contain a number of important medicinal compounds such as polysaccharide, galactomannan, different saponins such as diosgenin, yamogenin, mucilage, volatile oil and alkaloids such as choline and trigonelline. Plant tissue culture is fundamental to most aspects of biotechnology of plants. Establishment of an efficient callus induction and direct regeneration protocol is an essential prerequisite in harnessing the advantage of cell and tissue culture for genetic improvement. For the successful application of the tissue culture technique in plant breeding, callus induction and plant regeneration potential of each plant must be determined. The present study was performed in order to determine the optimum concentration of plant growth regulators (IBA + TDZ) for producing of *in vitro* plantlet using cotyledon and hypocotyl as an explant for two different Iranian genotypes (Ardestani and Neyshabouri).

Materials and Methods: In this investigation, Ardestani and Neyshabouri genotypes were used for callus induction and direct shoot regeneration. The medium used in this investigation was MS (Murashige and Skoog) basal medium. Then seeds were germinated on MS medium. For callus induction and direct shoot regeneration, cotyledon and hypocotyl explants were excised from 8-day-old sterile seedlings and cultured on MS medium containing various concentrations of IBA and TDZ. In this experiment, two combinations (TDZ + IBA) were used. In the first composition, IBA had four levels (0, 0.1, 0.3, 0.5 mg l^{-1}) and TDZ had five levels (0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 mg l^{-1}) and in the second composition, IBA had four levels (0, 0.05, 0.1, 0.15 mg l^{-1}) and TDZ had seven levels (0, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 mg l^{-1}).The experimental designs were factorial based on completely randomized design with four replications. Cultures were incubated at 25° C ± 2 with a 16/8 hour (day/night) photoperiod and an irradiance of 1500 LUX using Sylvania cool white fluorescent tubes. The percentage of callus induction, direct shoot regeneration and average weight of callus were calculated for cotyledon and hypocotyl explants. All Data were analyzed using SPSS16, and mean comparisons were performed with duncan's multiple range test ($P < 0.05$).

Results and Discussion: According to our results, explants cultured on MS basal medium without plant growth regulators (control) produced no callus. However, after two weeks, callus formed in both of Ardestani and Neyshabouri genotypes from cotyledon and hypocotyl explants in the presence of IBA + TDZ plant growth regulators in most of the combinations. In hypocotyl explants of Neyshabouri genotype, the highest callus induction was obtained from the medium containing 0.15 mg l^{-1} IBA + 0.45 mg l^{-1} TDZ (96.87%). Various important factors such as genotype, source of explants and plant growth regulators significantly influence direct regeneration. Direct regeneration was obtained from hypocotyl explants for Neyshabouri genotype in combination IBA + TDZ. The highest percentage of direct shoot regeneration was observed in MS medium containing 0.05 mg l^{-1} IBA + 0.35 mg l^{-1} TDZ in hypocotyl explants of Neyshabouri genotype (37.5%). Direct shoot regeneration requires plant cells to undergo dedifferentiation which is known to be affected by not only exogenous plant growth regulators but also endogenous content of the hormones. Different tissues may have different levels of endogenous hormones and, therefore, the type of explant source would have a critical impact on the regeneration success. In our study, when cotyledon and hypocotyl explants were compared, it was clear that hypocotyl explants were much more productive for direct shoot regeneration than cotyledon explants.

Conclusions: Callus induction and direct shoot regeneration are as *in vitro* tissue culture methods**.** Plant growth regulators and types of explant and genotype are the most important factors for callus induction and direct shoot regeneration phases. Therefore, optimization of these factors is essential to establish a high frequency of callus induction, direct shoot regeneration and gene transferring to this plant. According to the

1, 2, 3 and 4- Graduated M.Sc. in Olericulture, Assistant Professor and Associate Professors, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Respectively
(*-Corresponding Author Email: Mohebodini@uma.ac.ir)

results of this investigation, it is recommended to apply plant growth regulators that were used in this study for other landraces of fenugreek cultured in Iran and select the best genotypes in response to tissue culture conditions for using in future studies.

Keywords: Cotyledon, Explants, Hypocotyl, Leguminosae, Medium

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 33
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 33
شاپا: 4730 - 2008

Effect of Scale Position and Medium Type on Bulblet Production of Hippeastrum (*Hippeastrum* × *johnsonii*) with Twin Scaling Method

M. Kharrazi[1]- A. Tehranifar[2*]- H. Nemati[3]- A.R. Bagheri[43]

Received: 14-11-2015
Accepted: 14-05-2016

Introduction: Amaryllis is grown as pot outdoor plant and cut flower. Generally, this ornamental plant propagates by seed, suckers and scale cutting. Propagating by seed is not commercial and often used to produce new varieties. On the other hand, number of bulblets per mother bulb is very low under normal condition. Besides each bulb produces only 2 or 3 bulblets in a growing season and they become mature and produce flower stalk after 2 to 3 years. In some cases bulbs have no capacity to produce bulblet. Therefore, one of the strategies for shortening the growth period of the plant is to improve the traditional methods of plant propagations.

Materials and Methods: This study was done as a factorial experiment in a completely randomized design with 7 replications to evaluate the effects of medium and position of twin scales in mother bulbs on propagation of bulblets, in order to increase the rate of propagation of this ornamental plant. To measure wet and dry weight of explants, 3 replicates were used. For propagation, bulbs were cut radially into 12 equal pieces, so that each pieces were contained a part of the basal plate. To evaluate the effects of position of twin scales in mother bulbs, pieces were divided as twin scales and classified in 5 groups, so that the outermost twin scales was grouped in class 1 and the innermost twin scales was grouped in class 5. After that, the scale cuttings were dipped in 0.1 % carbendazim solution for 25 minutes and then surface water were dried using sterilized tissue paper. Media that used in this study were sand, perlite, vermiculite, Peat moss and cocopeat. For removing possible contamination from the media, all media were autoclaved for 30 minutes at 121 °C. Then twin scales cuttings were cultured in vented transparent plastic containers that filled with different media and were kept in a growth chamber at 25 °C and 16 hours lighting.Number of produced bulblet, bulblet diameter, root number, root length, fresh and dry weight of plants and browning rate of scales were recorded at the end of the experiment.

Results and Discussion: The results showed that medium and twin scale position in the mother bulb had a significant effect on the quality produced bulblet. The highest fresh weight of bulblet (1.58 g), bulblet dry weight (0.21 g) and the maximum diameter of the produced bulblet (1.5 cm) were obtained in the outermost twin scales and peat moss medium. Analysis of variance showed that the effect of culture medium on the number and length of produced leaf was significant ($p<0.01$). Among the different types of substrates, peat moss and cocopeat media produced the highest (1.14) and the lowest (0.12) number of leaf, respectively. Significant differences were observed among media in terms of leaf length and the maximum length of leaves (5.82 cm) in peat moss medium. However, other media did not show significant differences to each other. Type of medium and scale position in the mother bulb had a significant effect on the weight of regenerated plantlets ($p<0.01$), and the maximum and minimum weight of regenerated plantlet were observed in peat moss medium, twin scale group 1 (3.60 g), cocopeat medium and twin scale group 5 (0.66 g), respectively. There were high significant decrease in the weight of regenerated plantlets in peat moss medium by changing the position of scale from group 2 to 3. Generally, in all media, outermost scales produced larger and more bulky plantlets. Evaluating the effects of scale position and type of medium on root dry weight showed that the interaction of these two factors had significant effect on root dry weight. Outermost twin scales cultured in peat moss medium showed the highest (0.0135 g) root dry weight and innermost twin scale cultured in perlite medium showed the lowest (0.0010 g) value of it. It can be concluded that twin scales prepared from outermost layers of mother bulb had greater areas

1- PhD student, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran and Faculty member, Department of Ornamental Plant Biotechnology, Iranian Academic Center for Education, Culture and Research, Branch of Mashhad
2 and 3- Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*-Corresponding Author Email: tehranifar@um.ac.ir)
4- Professor, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

and so had more stored nutrition. Therefore their capacity for producing plantlet was higher in comparison to innermost layers. Based on the results of this study, for obtaining the best quality of produced bulblet, application of the outermost twin scales is recommended.

Keywords: Bulblet diameter, Cuttage, Multiplication rate, Peat moss

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 35
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 35
شاپا: 4730 - 2008

Assessment of Agronomic and Morphological Characteristics of Iranian Spinach Landrace in Esfahan Province

P. Jafari[1*] - A. H. Jalali[2]

Received: 25-11-2015
Accepted: 27-07-2016

Introduction: Spinach is one of the most important leafy vegetables, rich in calcium, phosphorus, potassium, vitamin C and *B*-carotene, and it is likely to be Iran's origin. More than 30 percent of the area under cultivation of in Iran leafy vegetables, allocated to spinach plant. Spinach is a cool season crop and its cultivation is done in the fall and in early spring. Various regions of Iran, has the vast genetic diversity in relation to the mass of spinach. In a study to evaluate the yield and agronomic traits spinach 121 mass Iran, the masses were divided into six clusters that each cluster has specific morphological and agronomic traits. Leafy vegetables, especially spinach are the main sources of nitrate absorption and about 70 percent of total dietary nitrate intake per person per day is provided by leafy vegetables.

Material and Methods: To study the preliminary agronomic and morphological traits and nitrate amounts of 100 Iranian spinach mass are available in GenBank, an investigation was carried out in Agriculture and Education Center Research in Esfahan for two years (2013-2014) by using of five mass dominant cultivars, and two control landrace (Varamin 88 and Varamin prickly seed). The aim of the first year of the study was the primary isolation of superior landraces based on agronomic traits of spinach. At the end of the first year of growth, seed traits, including the type (smooth-prick), the width of the blade, leaf color, wrinkling of leaf area, leaf thickness, the petiole (standing, half-standing and sleeping), petiole length, shape of leaf, the shape of the leaf tip, bolting during plant growth and the number of male and female were determined. A total of 25 landraces selected in the first year of study were compared in the second year using a randomized complete block design with three replications. Studied traits were: yield, dry matter yield, number of leaves, leaf length, leaf width, and petiole length and nitrate levels. Statistical analyses of the data, correlated traits were performed using SAS software and comparisons of means calculated by using LSD at 5%.

Result and Discussion: The results showed that 21.5% of the populations used in this study had the petiole with a standing (vertical) position and 25.2% of them had a long petiole. Length of the petiole and hoisted were considered desirable trait for mechanized harvesting. However, varieties have high nitrate concentrations, or in cases where the management of nitrogen fertilizers does not do well, longer tail leaves are an undesirable trait because the accumulation of nitrate in the tail leaves is more than leaf spinach. 35.5% of spinach leaves landrace used in this study were green color. Leaf color in leafy vegetables is very important. Leaf length, have a range of 11 cm in the Kashan, up to 18 cm in mass TN-69-101 (collected from Lorestan). In this study the agronomic characteristics of the mass of the spinach, length of leaf blade mass in Kashan, Shahreza and Najaf Abad, were 15.50, 11.50, and 9.50 cm, respectively, and all three populations were significantly different in this respect. A significant positive correlation was observed between leaf length and leaf width (0.78**). The highest of fresh yield was 32.59 t ha^{-1} and produced by Varamin 88 that with six masses (TN-69-73, Varamin- prickly, TN-69-74, TN-69-153, TN-69-140, TN-69-58) did not differ statistically. Three populations of TN-69-153, TN-69-140 and Varamin- prickly (advanced masses prickly Varamin) both in terms of fresh and dry matter yield were superior. The (TN-69-78) mass with 17 leaves, the highest, and (TN-69-22) mass with 11/33 leaves, the lowest number of leaves produced among the different masses. Leaf blade width in the mass TN-69-31, was equal to 12/38 cm and with the eleven other populations had a significantly blade width more than other the masses. In terms of nitrate in shoots, TN-69-153 population with 1708 mg of nitrate per kg of dry matter had the highest amount of nitrate.

Conclusion: The results of this study showed that considering the diversity traits among different populations of spinach in various parts of the Iran can be provide suitable potential for agronomic and breeding purposes. The masses after selection and purification can be available to farmers and producers.

Keywords: Dry matter, Nitrate, Petiole, Yield

1 - Research trainer, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
(*-Corresponding Auteur Email: Peimanjafari@ yahoo.com)
2 - Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 36
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 1، بهار 1396، ص. 36
شاپا: 4730 - 2008

The Effect of Different levels of Soil Moisture on Visual Quality, Morphological and Physiological Characteristics of Three Native Grass Species

R. Mahdavi[1*]- M. Parsa[2]- A. Gazanchian[3]- H. R. Khazaie[4]-

Received: 31-05-2016
Accepted: 23-11-2016

Introduction: Over the last three decades, turfgrass breeders have put significant effort into breeding and developing turf species that have good drought resistance. As water conservation becomes an important issue, an interest is increasing in identifying grasses that require less water. Lack of water resources is most problems to increasing urban green spaces. Plants with good drought resistance are those that are able to survive stress by means of drought avoidance, drought tolerance at leaf water potentials, or both. The efficient use of water is made possible by understanding the effects of soil moisture water on crop development and yield. Drought affects the visual quality, growth rate and evapotranspiration. Researchers reported that turfgrass subjected to drought conditions for short periods could sustain a fairly good appearance by soil moisture about half of its consumptive use whenever soil moisture level falls to near permanent wilting point. Drought stress caused decrease in RWC and visual quality of many grass cultivars. In drought conditions resistance grass showed increase in proline content on their leaves. Therefore the use of native grasses with high-strength instead of imported grass with low-resistance is one way to increase landscape areas and reduce costs. The purpose of this study was to be compared native grasses with commercial grass cultivar “Super sport”.

Materials and Methods: The objective of this study was to evaluate the effect of soil moisture stress levels included 85% (control), 65% and 45% of field capacity on native species *Brumos tomentellus*, *Festuca rubra* and *F. arundinacea* and commercial cultivars Super sport (control) under greenhouse conditions. Plants were cultured in PVC containers measuring 9 cm in diameter and 60 cm deep. Soil was mixture of 70% loam soil, 20% pit mass and 10% sand. Greenhouse air temperature was maintained between 22 and 28 centigrade degree. All plants were maintained under well watered conditions for 45 day before drought stress. This experiment was conducted as factorial experiment based on completely random design with four replications. Measured parameters were length and width of leaves, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content, visual quality, electrolyte leakage, RWC and proline content of leaves. Length and width of leaves measured with ruler. Proline content, RWC percent, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll content of leaf, visual quality and leaf electrolyte leakage was measured with standard protocols. Analysis of the data by statistical software JMP 8 and graphs with Excel 2010 was drawn.

Results and Discussion: Result of the experiment showed those native species have different response to soil moisture stress conditions. The highest and lowest length of leaves were observed in 65% field capacity in *F. arundinacea* and super sport grass, respectively. The results showed that width of leaves of *B. tomentellu*s increased and decreased in super sport. Under soil moisture stress conditions, *F. arundinacea* has best visual quality with 7.66 score. Highest chlorophyll a and total chlorophyll were observed in tall fescue grass. The lowest electrolyte leakage under drought stress was obtained from *F. rubra* with 25.66 percent. RWC content in the native *F. arundinacea* increased to 77.80 compared with super sport (control). *B. tomentellu*s under soil moisture stress showed the highest proline content and commercial cultivar (super sport) indicate lowest proline content at 45% field capacity. Selahvarzi and et al. (2009) found that visual quality of tall fescue decrease in drought stress. In drought stress RWC percent decrease in grass species. Proline content was increased in drought stress at *Lolium perene* cool season grass. Much studies on native cultivar indicated that native turfgrass cultivar have more resistance to drought stress compared with exotic turfgrass cultivars.

Conclusions: According to the results, we said native grass species under drought stress conditions have better quality compared with imported grass cultivar Super sport. Visual quality in native grass were suitable for use in urban landscape, that visual quality showed little change in soil moisture stress and leaves were fresh in this conditions. Native grass cultivars were more resistance than imported grass cultivar. This study showed that native grass such as *F. arundinacea and F. rubra* has low cost to use and these turfgrass need to lower water soil

1, 2 and 4- Ph.D. student, Associated Professor of Agriculture and Professor, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: Mahdavi-r@mashhad.ir)
3- Assistant Professor of Agriculture, Khorasan Agriculture and Natural Resources Research Center

moisture than commercial grass Super sport.

Keywords: Drought stress, Electron leakage, Native grass, Imported grass, Proline

Contents

Optimization of Callus Induction and Regeneration in Two Fenugreek Landraces as a Medicinal Plant during *in vitro* Condition
H. Hasani Jifroudi - M. Mohebodini - B. Esmaeilpour - E. Chamani

Effect of Scale Position and Medium Type on Bulblet Production of Hippeastrum (*Hippeastrum* × *johnsonii*) with Twin Scaling Method
M. Kharrazi - A. Tehranifar - H. Nemati- A.R. Bagheri

Assessment of Agronomic and Morphological Characteristics of Iranian Spinach Landrace in Esfahan Province
P. Jafari - A. H. Jalali

The Effect of Different levels of Soil Moisture on Visual Quality, Morphological and Physiological Characteristics of Three Native Grass Species
R. Mahdavi - M. Parsa- A. Gazanchian- H. R. Khazaie

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 31 No. 1 Spring 2017

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Publisher: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

Printed by: Ferdowsi University of Mashhad, press.

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Tel: +98-0511- 8795620

Fax: +98-0511- 8787430

E-Mail: Jhorts4@um.ac.ir

Web Site: http://jm.um.ac.ir