



عنوان مقالات

- اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) ۴۸۶
مهسا افحوانی شجری- پرویز رضوانی مقدم- رضا قربانی- مهدی نصیری محلاتی
- اثر رژیم‌های کم آبیاری روی برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چهار رقم انجیر ۵۰۱
غلامحسین داوری‌نژاد- سمیه شیربانی - مهدی زارعی
- بررسی تأثیر کاربرد سولفات پتاسیم و اسیدهیومیک بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گل راعی (*Hypericu mperforatum*) ۵۱۸
هلاله کابلی‌فرشچی - مجیدعزیزی - حسین نعمتی - وحید روشن سروسستانی
- تأثیر یون پتاسیم روی مهار شوری در گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera macrocarpa*) ۵۲۸
مرتضی گلدانی - احسان کشمیری
- بررسی کارایی قارچ‌های میکوریزا در شرایط مدیریتی کم آبیاری بر ویژگی‌های رشدی و جذب برخی عناصر غذایی در نهال چنار (*Platanus orientalis* L.) ۵۳۷
حامد عالی‌پور امرایی - علی نیکبخت - نعمت‌اله اعتمادی - فرشید نوربخش - فرهاد رجالی
- تأثیر محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم پوست قرمز طارم) ۵۴۷
مهشید غفوری - علی سلیمانی - ولی ربیعی - رقیه همتی
- تأثیر اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین، تیامین و اسید اسکوربیک روی برخی خصوصیات ظاهری و بیوشیمیایی گیاه پروانش (*Catharanthus roseus* L.) ۵۵۶
فاطمه بنی اسدی - وحیدرضا صفاری
- اثر غنی‌سازی با کودهای زیستی و سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه زنیان (*Carum copticum* L.) ۵۶۴
مینا معتمدنژاد- سید وحید اسلامی - محمد حسن سیاری - سهراب محمودی
- پاسخ فیزیولوژیکی چند رقم انگور ایرانی به کاربرد کلات آهن در خاک آهکی ۵۷۲
حامد دولتی‌بانه - عفت الزمان منتظری
- تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مقتولی سیب زمینی ۵۸۲
احمد زارع فیض آبادی
- بررسی اثر سلبیوم بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه فلفل تند (*Capsicum anuum*) ۵۹۴
لیلا شکاری - محمدمجتبی کامل منش - مریم مظفریان میمنندی - فرشاد صادقی
- بررسی باززایی مستقیم در بابونه‌های آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) و شیرازی (*Matricaria recutita* L.) ۶۰۱
اسد معصومی اصل - آمنه آریایی نژاد - مسعود دهداری
- اثر تیمارهای کم آبیاری بر خصوصیات رویشی و کمیت و کیفیت سیب رقم گلدن دلش ۶۱۰
عیسی ارجی - بنفشه حسینی - هوشنگ قمرنیا
- بررسی کالزایی و باززایی گیاه دارویی کاسنی (*Cichoriu mintybus* L.) با استفاده از ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ ۶۲۱
حمیرا هادیزاده - مهدی محب‌الدینی - بهروز اسماعیل‌پور - اسماعیل چمنی

Contents

- Effects of Single and Combined Application of Organic, Biological and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Yield of Coriander (*Coriandrum sativum*)80
M. Aghhavani Shajari - P. Rezvani Moghaddam- R. Ghorbani- M. Nasiri Mahallati
- Effects of Deficient Irrigation on Some of the Morpho-physiological Characteristics of Four Fig Cultivars.....82
Gh. Davarynejad - S. Shirbani - M. Zarei
- Effect of Potassium Sulphate and Humic acid on Growth, Yield and Essential Oil Content in *Hypericum perforatum* L.83
H. Kaboli Farshchi- M. Azizi - H. Nemati- V. Roshan-Sarvestani
- The Effect of Potassium on the Controlling of Salt in Evening Primrose (*Oenothera Macrocarpa*)85
M. Goldani - E. Keshmiri
- The Efficiency of Mycorrhizal Fungi on Growth Characteristics and some Nutrients Uptake of Plane tree Seedling (*Platanus orientalis* L.)87
H. Alipour - A. Nikbakht- N. Etemadi- F. Nourbakhsh - F. Rejali
- Effect of Postharvest Application of Thyme Essential oil on Quality and Shelf-life of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Tarom red skin) Fruit.....89
M. Ghfouri - A. Soleimani - V. Rabie - R. Hemmati
- Effects of GA₃, BA, Thiamine and Ascorbic Acid on Some Morphological and Biochemical Characteristics of Periwinkle (*Catharanthus roseus* L.)91
F. Baniasadi - V.R. Saffari
- The Effect of Enrichment with Bio-fertilizers and three Nutrients of Iron, Zinc and Manganese on Germination Characteristics of Ajowan (*Carum copticum* L.)93
M. Motamednezhad - S. V. Eslami- M. H. Sayyari-Zahan- S- Mahmoodi
- Physiological Responses of Some Iranian Grape Cultivars to Iron Chelate Application in Calcareous Soil.....95
H. Doulati Baneh - E. Montazeri
- Plant Residual Management in Different Crop Rotations System on Potato Tuber Yield Loss Affected by Wireworms97
A. Zarea Feizabadi
- Beneficial Effects of Selenium on Some Morphological and Physiological Trait of Hot Pepper (*Capsicum anuum*).....98
L. Shekari - M. Mojtaba Kamelmanesh- M. Mozafarian- F. Sadeghi
- Assessment of Direct Regeneration in Germany (*Matricaria chamomilla* L.) and Shirazi Chamomiles (*Matricaria recutita* L.) 100
A. Masoumiasl - A. Aryiaieineghad- M. Dehdeari
- Effect of Deficit Irrigation Treatments on Vegetative Characteristics and Quantity and Quality of Golden Delicious Apple 102
I. Arji - B. Hassani -H. Ghamarnia
- Studies on Callus Induction and Regeneration of Medicinal Plant Chicory (*Cichoriumintybus* L.) from Leaf and Petiole Explants 104
H. Hadizadeh - M. Mohebodini -B. Esmailpoor-E. Chamani

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

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

جلد ۲۹ شماره ۴ زمستان ۱۳۹۴

درجه علمی - پژوهشی این نشریه طی نامه ۳/۱۸/۲۲۵۲۱۸ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تا بهمن ماه سال ۱۳۹۵ تمدید شده است.

صاحب امتیاز:

دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

مدیر مسئول:

رضا ولی زاده

سر دبیر:

غلامحسین داوری نژاد

استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

دانشیار - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

اعضای هیات تحریریه:

تهرانی فر، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

خوشخوی زهتاب، مرتضی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه شیراز)

داوری نژاد، غلامحسین

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه فردوسی مشهد)

طلایی، علیرضا

استاد - میوه کاری (دانشگاه تهران)

عزیزی، مجید

استاد - گیاهان دارویی (دانشگاه فردوسی مشهد)

عبادی، علی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه تهران)

فارسی، محمد

استاد - ژنتیک و اصلاح نباتات (دانشگاه فردوسی مشهد)

کافی، محسن

استاد - گلکاری و مهندسی فضای سبز (دانشگاه تهران)

لاهوئی، مهرداد

استاد - زیست شناسی (دانشگاه فردوسی مشهد)

مبلی، مصطفی

استاد - علوم باغبانی (دانشگاه صنعتی اصفهان)

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد (دانشکده کشاورزی)

چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت: ۵۰۰۰ ریال (دانشجویان ۲۵۰۰ ریال)

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

این نشریه در پایگاههای 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 سایت <http://jm.um.ac.ir> به صورت مقاله کامل نمایه شده است .

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

- ۴۸۶ اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)
مهسا افحوانی شجری - پرویز رضوانی مقدم - رضا قربانی - مهدی نصیری محلاتی
- ۵۰۱ اثر رژیم‌های کم آبیاری روی برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چهار رقم انجیر
غلامحسین داوری‌نژاد - سمیه شیربانی - مهدی زارعی
- ۵۱۸ بررسی تأثیر کاربرد سولفات پتاسیم و اسیدهیومیک بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گل راعی (*Hypericum perforatum*)
هاله کابلی فرشچی - مجید عزیزی - حسین نعمتی - وحید روشن سروسستانی
- ۵۲۸ تأثیر یون پتاسیم روی مهار شوری در گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera macrocarpa*)
مرتضی گلدانی - احسان کشمیری
- ۵۳۷ بررسی کارایی قارچ‌های میکوریزا در شرایط مدیریت کم آبیاری بر ویژگی‌های رشدی و جذب برخی عناصر غذایی در نهال چنار (*Platanus orientalis* L.)
حامد عالی‌پور امرایی - علی نیکبخت - نعمت‌اله اعتمادی - فرشید نوربخش - فرهاد رجالی
- ۵۴۷ تأثیر محلول‌پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم پوست قرمز طارم)
مهشید غفوری - علی سلیمانی - ولی ربیعی - رقیه همتی
- ۵۵۶ تأثیر اسید جبرلیک، بنزیل آدنین، تیامین و اسید اسکوریک روی برخی خصوصیات ظاهری و بیوشیمیایی گیاه پروانش (*Catharanthus roseus* L.)
فاطمه بنی اسدی - وحیدرضا صفاری
- ۵۶۴ اثر غنی‌سازی با کودهای زیستی و سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و مگنز بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه زنیان (*Carum copticum* L.)
مینا معتمدنژاد - سید وحید اسلامی - محمد حسن سیاری - سهراب محمودی
- ۵۷۲ پاسخ فیزیولوژیکی چند رقم انگور ایرانی به کاربرد کلات آهن در خاک آهکی
حامد دولتی‌بانه - عفت الزمان منتظری
- ۵۸۲ تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب زمینی
احمد زارع فیض آبادی
- ۵۹۴ بررسی اثر سلنیوم بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه فلفل تند (*Capsicum anuum*)
لیلا شکاری - محمد مجتبی کامل منش - مریم مظفریان میمند - فرشاد صادقی
- ۶۰۱ بررسی باززایی مستقیم در بابونه‌های آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) و شیرازی (*Matricaria recutita* L.) در شرایط درون شیشه‌ای
اسد معصومی اصل - آمنه آریایی نژاد - مسعود دهداری
- ۶۱۰ اثر تیمارهای کم آبیاری بر خصوصیات رویشی و کمیت و کیفیت سیب رقم گلدن دلشز
عیسی ارچی - بنفشه حسنی - هوشنگ قمرنیا
- ۶۲۱ بررسی کالزایی و باززایی گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) با استفاده از ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ
حمیرا هادیزاده - مهدی محب‌الدینی - بهروز اسماعیل‌پور - اسماعیل جمنی

- ۶۳۱ تأثیر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر شاخص‌های رویشی گیاه زیتنی دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* L.)
اسماعیل چمنی - محمد بنیادی - علیرضا قنبری
- ۶۴۲ نقش تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر میزان عناصر و عملکرد اسانس بابونه آلمانی
میثم قائدی جشنی - سید محسن موسوی نیک - جاسم امینی فر
- ۶۵۲ ارزیابی و انتخاب توده‌های متحمل به تنش خشکی شبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) بومی ایران در مرحله جوانه‌زنی و
رشد گیاهچه
داود صادق زاده اهری - محمدرضا حسندخت - عبدالکریم کاشی - احمد عمری
- ۶۶۲ اثر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر کنترل کپک خاکستری و کیفیت میوه توت فرنگی در انبار
محمد سیاری - رضا غریبی



اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

مهسا اقحوانی شجری^۱ - پرویز رضوانی مقدم^{۲*} - رضا قربانی^۳ - مهدی نصیری محلاتی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

چکیده

به منظور مطالعه اثرات کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- کود زیستی میکوریزا، ۲- کود زیستی بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار، ۳- کود شیمیایی (NPK)، ۴- کود گاوی، ۵- ورمی کمپوست، ۶- میکوریزا + کود شیمیایی، ۷- میکوریزا + کود گاوی، ۸- میکوریزا + ورمی کمپوست، ۹- بیوسولفور + کود شیمیایی، ۱۰- بیوسولفور + کود گاوی، ۱۱- بیوسولفور + ورمی کمپوست و ۱۲- شاهد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی (۶/۶ عدد) در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و بیشترین تعداد چتر در بوته (۱۹ عدد) و چترک در چتر (۵ عدد) در تیمار کاربرد منفرد کود زیستی میکوریزا به دست آمد. حداکثر تعداد دانه در چتر (۲۱/۶ عدد)، تعداد دانه در بوته (۳۶۶ عدد)، عملکرد دانه (۱۴۶۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۵۵ درصد) در تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی مشاهده شد. کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی اثر چشمگیری در افزایش وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه داشت. بیشترین مقادیر درصد و عملکرد اسانس دانه به ترتیب در تیمارهای مصرف منفرد کود زیستی میکوریزا و مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی به دست آمد (۲/۲ درصد و ۲۶۰۲ گرم در هکتار). به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به خصوص میکوریزا نقش چشمگیری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز داشت. علاوه بر این، مصرف تلفیقی کودهای زیستی به خصوص میکوریزا با کودهای آلی و شیمیایی اثرات به مراتب بهتری در مقایسه با کاربرد منفرد منابع کودی مورد مطالعه ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: بیوسولفور، درصد اسانس، شاخص برداشت، عملکرد اسانس، عملکرد بیولوژیک، میکوریزا

مقدمه

غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربردهای فراوانی دارد (۲۷، ۷۰ و ۷۷).

یکی از مهم‌ترین اهداف در تولید گیاهان دارویی، افزایش مقدار زیست توده آن‌ها با روش‌های به زراعی است و در این خصوص تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۶۵). مطالعات نشان می‌دهد که تولید مواد موثره گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و حاصلخیزی خاک بوده و در این بین ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای جهت کسب حداکثر کمیت و کیفیت دارویی، حائز اهمیت است (۲ و ۲۸). در سیستم‌های کشاورزی رایج مصرف کودهای آلی از رواج چندان برخوردار نیست و عمده نیاز غذایی گیاهان زراعی از طریق کودهای شیمیایی تأمین می‌شود و از آن‌جا که این کودها نیازهای غذایی محصولات را در کوتاه مدت فراهم می‌سازند، زارعین حاصلخیزی دراز مدت خاک و فرایندهای کنترل کننده آن را به فراموشی سپرده‌اند (۳۰). مطالعات نشان داده

گیاهان دارویی از دیرباز یکی از منابع غنی کشور ایران بوده که علاوه بر تأمین مصارف داخلی می‌تواند از نظر درآمدزایی نیز مورد توجه قرار گیرند. اگرچه تولید ترکیبات متابولیکی ثانویه عمدتاً توسط خصوصیات ژنتیکی گیاهان کنترل می‌شود، با این حال عوامل محیطی و مدیریتی از جمله مدیریت تغذیه‌ای گیاه در کمیت و کیفیت این مواد تأثیر قابل توجهی دارد. گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) متعلق به خانواده چتریان بوده و به‌طور وسیعی در بسیاری از نقاط جهان کشت و کار می‌شود (۴ و ۶۵). این گیاه به دلیل داشتن مواد موثره و به خصوص ترکیب دارویی لینالول در صنایع

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانشجوی دکتری اگرواکولوژی و استادان گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*) - نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir)

کمپوست زباله شهری در گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) نشان‌دهنده برتری عملکرد این گیاه در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بود (۲۲). کوچکی و همکاران (۵۳) در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*)، آزار و همکاران (۱۵)، محفوظ و شرف‌الدین (۵۷) در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و فاتما و همکاران (۳۲) در گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس، آروسپیریلیوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و میکوریزا گزارش کردند که کودهای زیستی اثر مثبتی بر عملکرد بذر و میزان اسانس این گیاهان داشت. درزی و همکاران (۲۴) نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی بیوفسفات و میکوریزا بر روی ارتفاع و عملکرد بیولوژیکی و نیز وزن هزار دانه گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اثر معنی‌دار داشت. علی‌آبادی و همکاران (۶) و کاپور و همکاران (۴۷) نیز نتیجه گرفتند که استفاده از قارچ میکوریزا بر اجزای عملکرد، عملکرد بذر، اسانس، درصد اسانس و نیز مقدار جانیول^۱ و لینالول^۲ موجود در اسانس در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) اثر مثبتی دارد.

با توجه به گسترش فرهنگ استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان و با در نظر گرفتن مسایل زیست محیطی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، استفاده از منابع آلی و بیولوژیک برای تامین نیازهای تغذیه‌ای گیاهان دارویی اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. در این بررسی اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- کود زیستی میکوریزا، ۲- کود زیستی بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت دار، ۳- کود شیمیایی (NPK)، ۴- کود گاوی، ۵- ورمی کمپوست، ۶- میکوریزا + کود شیمیایی، ۷- میکوریزا + کود گاوی، ۸- میکوریزا + ورمی کمپوست، ۹- بیوسولفور + کود شیمیایی، ۱۰- بیوسولفور + کود گاوی، ۱۱- بیوسولفور + ورمی کمپوست و ۱۲- شاهد. قبل از اجرای آزمایش، از خاک محل مورد مطالعه و نیز هر یک از کودهای ورمی کمپوست و کود گاوی یک نمونه به آزمایشگاه منتقل و درصد عناصر غذایی موجود در آن‌ها تعیین شد (جداول ۱ و ۲).

است مصرف بیش از حد و نامتعادل کودهای شیمیایی در بلند مدت، باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی و فعالیت‌های بیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی خاک، تجمع نیترات و عناصر سنگین و در نهایت باعث ایجاد پیامدهای منفی زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تولیدی می‌گردد (۱، ۱۲ و ۳۶).

در سال‌های اخیر به علت توجه روز افزون به تولید محصولات غذایی سالم، استفاده از کودهای زیستی و نیز مواد آلی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش کیفیت محصولات زراعی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۷، ۱۹ و ۸۵). حفظ پایداری و حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی به علت دارا بودن اکثر عناصر مورد نیاز گیاه و اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند حائز اهمیت است (۲۹، ۴۹، ۶۶). همچنین استفاده از کود بیوسولفور (حاوی باکتری تیوباسیلوس) توام با مصرف گوگرد یکی از راهکارهای افزایش فراهمی فسفر در خاک از طریق اکسایش گوگرد و تحت تأثیر قراردادن pH خاک است (۳۳ و ۵۲).

مطالعات مدیریت تغذیه‌ای گیاهان دارویی با استفاده از منابع آلی در سالهای اخیر از رشد قابل توجه‌ای برخوردار بوده است. نتایج اکبری نیا و همکاران (۴) حاکی از آن است که بیشترین عملکرد بذر و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بترتیب با کاربرد ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. رحیمی و همکاران (۶۹)، گوچار و همکاران (۳۷) و یالسیتاس (۸۶) اثرات کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر را بر عملکرد کمی و کیفی گشنیز موثر گزارش کردند؛ با این وجود آرگانوسا (۹) گزارش کرد که کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن به علت کافی بودن مقدار نیتروژن موجود در خاک محل اجرای آزمایش اثری بر عملکرد بذر گشنیز نداشت. در پژوهشی بر روی گیاهان دارویی تاجریزی (*Solanum retroflexum*) (۱۴) گزارش شد که کاربرد کود دامی باعث افزایش زیست توده گیاه مورد نظر شد. مطالعات خندان (۵۱) بر گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) و احمدیان و همکاران (۲) بر گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشان داد که استفاده از کود دامی باعث بهبود عملکرد و شاخص‌های کیفی گیاه گردید. با این وجود جهان (۴۰) در آزمایشی گزارش کرد که در اثر مصرف کود دامی میزان کامازولین گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) کاهش یافت. نتایج اکبری نیا و همکاران (۳) نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها عملکرد دانه و اسانس بیشتری در گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum*) تولید کرد. کالرا (۴۵) در پژوهشی نتیجه گرفت که عملکرد گیاه نعنای فلفلی (*Mentha piperita*) حاصل از تیمارهای ورمی کمپوست، کود گاوی و ترکیب ازتوباکتر و آروسپیریلیوم به طور معنی‌داری با عملکرد حاصل از سیستم کشاورزی رایج برابری می‌کرد. در پژوهشی اثر کاربرد سطوح مختلف

1 - Geranyl

2 - Linalool

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)
لومی Loam	0.59	0.063	13.2	135	7.24	3.21

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای گاوی و ورمی کمپوست

Table 2- Chemical properties of cow manure and vermin compost

نوع کود	نیتروژن Total Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم Potassium (mg.kg ⁻¹)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.57	0.09	1.1	6.1	6.8
ورمی کمپوست Vermi compost	1.3	1.3	1.2	5	6.9

استفاده شد. یک سوم کود شیمیایی نیتروژن همزمان با کاشت و بقیه طی دو مرحله به صورت سرک (شش برگی و ابتدای ساقه‌دهی) مصرف شد. کود زیستی بیوسولفور (حاوی باکتری تیوباسیلوس به تعداد 10^9 عدد در هر گرم) به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار همزمان با کشت در زیر بذر و بر اساس توصیه کودی شرکت زیستی مهر آسیا (250 کیلوگرم گوگرد به همراه 5 کیلوگرم بیوسولفور در هر هکتار) استفاده شد. کود زیستی میکوریزا (*Glomus mosseae*) همزمان با کاشت، در اطراف و زیر بذر به مقدار 3300 کیلوگرم در هکتار خاک تلقیح شده مصرف شد.

محاسبه مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه گشنیز بر اساس جدول ارایه شده توسط ملکوتی و طهرانی (۲۸) برای توصیه کودی سبزیجات صورت گرفت (جدول ۳). سپس عنصر نیتروژن به عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی و ورمی کمپوست انتخاب شد. با توجه به مقدار نیتروژن توصیه شده برای گیاه دارویی گشنیز و نیز مقدار نیتروژن موجود در هر یک از منابع کودی، مقدار لازم جهت تامین نیاز غذایی گیاه محاسبه گردید. بر این اساس مقدار کود گاوی و ورمی کمپوست مصرفی به ترتیب 60 و 17 تن در هکتار بود. کودهای آلی مورد استفاده یک ماه قبل از کاشت به زمین اضافه و با خاک مخلوط گردیدند. تمامی کود فسفر و پتاسیم قبل از کاشت

جدول ۳- توصیه کودی برای کشت سبزی ها بر اساس آزمون خاک (۵۹)

Table 3- Fertilizer recommendation for vegetables cultivation based on soil analyze (59)

نیتروژن Nitrogen		فسفر Phosphorus		پتاسیم Potassium	
کربن آلی Organic carbon (%)	اوره Urea (kg.ha ⁻¹)	فسفر Phosphorus (mg.ha ⁻¹)	سوپر فسفات تریپل Triple super phosphate (kg.ha ⁻¹)	پتاسیم Potassium (mg.ha ⁻¹)	سولفات پتاسیم Potassium sulphate (kg.ha ⁻¹)
<0.5	500	<5	150	<150	200
0.5-1	450	5-10	100	150-200	150
1-1.5	350	1-1.5	50	201-250	100
>1.5	250	>1.5	0	>300	0

تعداد شاخه جانبی به ترتیب در تیمارهای کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و شاهد مشاهده شد. به طور کلی کاربرد تیمارهای تغذیه ای تلفیقی در مقایسه با تیمارهای منفرد دارای برتری بود (جدول ۵).

دلات (۲۵) در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و آتیه و همکاران (۱۳) در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) گزارش کردند، کاربرد کودهای آلی بر ارتفاع گیاه اثر قابل توجهی داشت. گزارش شده است که مصرف ورمی کمپوست با تحریک رشد گیاه از طریق تولید متابولیت ها در طی فرآیند کمپوست شدن باعث بهبود رشد گیاه می شود (۱۳ و ۱۶). همچنین کاربرد کودهای حیوانی و ورمی کمپوست، فعالیت میکروارگانیسم های خاک، فراهمی عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود می دهد (۱۴). محمدی آریا و همکاران (۶۱) در مطالعه بر روی گیاه ذرت گزارش کردند، کودهای آلی باعث ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت باکتری تیوباسیلوس و نیز باکتری های حل کننده فسفات و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی به فسفر توسط گیاه شد.

به طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می رسد که کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با مصرف کودهای آلی اثری به مراتب کمتر بر فاکتورهای رشدی گیاه اعمال می کند. به نظر می رسد دلیل این موضوع محدود بودن تعداد عناصر غذایی کودهای شیمیایی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه باشد (۳۱). همچنین کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف اثری به مراتب بیشتر بر وضعیت رشدی گیاه دارویی گشنیز داشت؛ این مسئله را می توان به تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد. نتایج پژوهش شالان (۷۸) بر روی گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borage officinalis*)، محفوظ و شرف الدین (۵۷) و ازاز و همکاران (۱۵) بر روی گیاه رازیانه و کومار و همکاران (۵۵) در یک گونه دارویی (*Artemisia pallens*) نیز نشان داد، کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی اثرات مثبتی بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت.

تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر

نتایج آزمایش نشان داد اثر تیمارهای تغذیه ای مورد مطالعه بر صفت تعداد چتر در بوته معنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده برتری تیمار میکوریزا نسبت به سایر تیمارها بود. همچنین تیمار شاهد از نظر صفت مذکور در مقایسه با اکثر تیمارهای کودی مورد مطالعه دارای برتری بود.

کاشت در ۲۱ اسفند ماه سال ۱۳۸۹ و در کرت هایی با ابعاد ۳ متر مربع انجام گرفت. در داخل هر کرت تعداد ۵ پشته با فاصله ۶۰ سانتی متر ایجاد و روی هر پشته دو ردیف گیاه کشت گردید، به طوری که تراکم گیاهی ۴۰ بوته در متر مربع به دست آمد (۴). آبیاری تا زمان استقرار کامل گیاه (یک ماه پس از کاشت) هر هفته دو مرتبه و پس از آن هر هفته یک بار و بصورت نشتی انجام شد. اولین عمل وجین علف های هرز همزمان با عملیات تنک در مرحله ۴ برگی و دومین وجین علف های هرز سه هفته پس از وجین اول صورت گرفت. با توجه به این که هم اندام رویشی و هم بذر گیاه گشنیز دارای کاربردهای غذایی و دارویی بوده به نظر می رسد برداشت یک چین از گیاه جهت مصرف اندام رویشی آن و برداشت بذر در چین دوم بتواند باعث بهبود مزیت اقتصادی نسبی این گیاه گردد؛ لذا برداشت دانه به چین دوم محصول اختصاص داده شد.

برداشت دانه همزمان با زرد شدن بوته ها در هفته سوم تیرماه ۱۳۹۰ انجام شد. قبل از برداشت تعداد چهار بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد بذر در چتر، تعداد بذر در بوته و وزن صد دانه تعیین شد. پس از حذف دو ردیف کناری هر کرت به عنوان اثر حاشیه، زیست توده گیاهی کل برداشت و سپس عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین گردید. به منظور محاسبه عملکرد کیفی گیاه، مقدار ۵۰ گرم بذر از هر کرت برداشت و به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس گیری شد و سپس درصد و عملکرد اسانس محاسبه گردید (۹). در طول مراحل انجام این آزمایش از هیچ گونه نهاده شیمیایی استفاده نشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع و ساقه جانبی

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی اثر معنی داری بر صفت ارتفاع گیاه دارویی گشنیز نداشت، با این وجود کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی و نیز میکوریزا با ورمی کمپوست تا حدی باعث بهبود این شاخص گردید و کاربرد منفرد کود شیمیایی نیز کمترین تاثیر را بر صفت مذکور بر جا گذاشت (جدول ۴ و ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مورد بررسی بر صفت تعداد شاخه جانبی معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 4- Results of analysis variance (mean square) for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

وزن صد دانه Hundred seed weight	تعداد دانه در گیاه Number of seed per plant	تعداد چتر در چتر Number of seed per umbels	تعداد چترک در چتر Number of umbellet per umbel	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branch	ارتفاع Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variation
0.06ns	7331ns	25.8**	1.08ns	6.19ns	0.12ns	83*	2	تکرار Replicate
0.018**	11534**	27.7**	0.48ns	12.3*	0.73*	22ns	11	تیمار Treatment
0.003	2801	4.6	0.38	4.7	0.31	23	22	خطا Error
8	19	12	14	14	10	10	-	ضریب تغییرات CV (%)

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری

***, * and ns significant difference over control at $P < 0.01$ and $P < 0.05$ and not significantly, respectively

تعداد دانه در چتر معنی دار بود (جدول ۴). حداکثر تعداد دانه در چتر در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که مقدار صفت مذکور در این تیمار به میزان ۲۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. در بین تیمارهای مصرف منفرد منابع کودی بیشترین مقدار این صفت در تیمار کاربرد کود زیستی میکوریزا به دست آمد؛ به طوری که این تیمار باعث افزایش صفت مذکور به میزان ۱۷ درصد در مقایسه با تیمار شاهد گردید. کاربرد منفرد منابع تغذیه ای مختلف به طور متوسط ۵ درصد و کاربرد تلفیقی آن ها به طور متوسط ۱۸ درصد صفت تعداد دانه در چتر را افزایش داد (جدول ۵).

نتایج آزمایش نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای تغذیه ای مورد مطالعه بر صفت تعداد دانه در گیاه بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد حداکثر و حداقل تعداد دانه در گیاه به ترتیب در تیمارهای کاربرد تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی و کاربرد منفرد کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که اختلاف بین این دو تیمار در صفت مورد مطالعه بیش از ۱۳۰ درصد بود. در بین تیمارهای مصرف منفرد کودهای مورد مطالعه، تیمار تلقیح میکوریزایی بیشترین تاثیر را بر توان تولید بذر گیاه داشت؛ تیمار مذکور به میزان ۲۶ درصد تعداد دانه تولیدی در هر گیاه را افزایش داد. کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن ها اثر به مراتب بیشتری در جهت بهبود صفت تعداد دانه در گیاه داشت، به نحوی که حتی در مواردی کاربرد منفرد کودهای استفاده شده باعث کاهش صفت مذکور گردید (جدول ۵). صفت تعداد دانه در گیاه که برآیندی از صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چتر می باشد در تیمارهای مصرف منفرد کود شیمیایی و مصرف تلفیقی بیوسولفور با کود گاوی وضعیت

کمترین تعداد چتر در بوته در تیمارهای کاربرد منفرد کودهای شیمیایی و بیوسولفور مشاهده شد؛ به طوری که مقدار این شاخص در تیمارهای ذکر شده به میزان ۳۷ درصد کمتر از تیمار مصرف منفرد کود زیستی میکوریزا بود (جدول ۵). کاربرد تیمارهای کودی مورد مطالعه اثر قابل توجهی بر صفت تعداد چترک در چتر نداشت؛ با این وجود کاربرد منفرد کود زیستی میکوریزا در مقایسه با سایر تیمارها اثر مثبتی در افزایش مقدار این شاخص داشت (جدول ۵).

محفوظ و شرف الدین (۵۷) و کاپور و همکاران (۴۸) اثر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس، آزوسپیریلیوم و میکوریزا را بر تعداد چتر در گیاه دارویی رازیانه معنی دار گزارش کردند. نتایج بررسی مرادی و همکاران (۶۲) نیز نشان داد، مصرف تلفیقی کودهای آلی با بیولوژیک نسبت به کاربرد منفرد آن ها، بر صفت تعداد چتر در گیاه رازیانه اثر مثبتی داشت اما بر تعداد چترک در چتر اثر قابل توجهی نداشت. گزارش شده است که کاربرد تلفیقی کودها باعث افزایش کربن آلی خاک، بهبود قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش رشد گیاه می شود (۴۶ و ۷۳).

در این بررسی مصرف کود زیستی میکوریزا به صورت منفرد و یا تلفیقی با سایر منابع کودی اثرات قابل توجهی بر صفات تعداد چتر و تعداد چترک در گیاه دارویی گشنیز داشت. گزارش شده است که میکوریزا با بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه از طریق افزایش میزان جذب آب و عناصر غذایی مانند فسفر و روی و نیز تقویت جامعه میکروبی خاک و حفاظت از گیاه در مقابل عوامل بیماریزای ریشه باعث افزایش رشد و نمو گیاه می شود (۱۱ و ۴۴).

تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی بر صفت

مذکور را به میزان ۱۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. مصرف منفرد تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی علاوه بر این که اثری بر افزایش وزن صد دانه گیاه نداشت باعث کاهش وزن صد دانه در مقایسه با شاهد شد، اما کاربرد تلفیقی منابع کودی مورد مطالعه تا حدی در افزایش مقدار این شاخص موثر بود (جدول ۵).

درزی و همکاران (۲۴) در گیاه رازیانه نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی بیوسفات و میکوریزا بر وزن هزار دانه گیاه اثر مثبتی داشت. در تحقیق دیگری اثر کاربرد تلفیقی کود نیتروژن با کود دامی بر وزن هزار دانه گیاه ذرت مثبت گزارش شد (۵۸). با این وجود مرادی و همکاران (۶۲) گزارش کردند که اثر مصرف کودهای آلی و بیولوژیک بر وزن هزار دانه گیاه دارویی رازیانه معنی دار نبود. به نظر می رسد مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، بیولوژیک و آلی با فراهم نمودن تمامی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اثر به مراتب بیشتری بر بهبود وزن صد دانه گیاه در مقایسه با کاربرد منفرد این منابع کودی داشته باشد. در آزمایش حاضر نیز کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به خصوص میکوریزا با کودهای آلی و شیمیایی اثرات به مراتب بیشتری را در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک از منابع کودی ایجاد نمود. میکوریزا به علت افزایش جذب مواد غذایی، تولید هورمون های گیاهی و نیز اثرات هم افزایی با دیگر میکروارگانیسم های مفید خاک باعث ایجاد اثرات مثبت در گیاهان می شود (۱۸ و ۴۲). آزمایشات متعددی نشان داده اند که مصرف کودهای بیولوژیک، تولید هورمون های گیاهی مانند اکسین، ژبرلین و سیتوکینین را افزایش می دهند (۵۰ و ۷۱)؛ از آن جا که این هورمون ها به خصوص ژبرلین و سیتوکینین در تحریک تقسیم سلولی اندام های گیاهی از جمله بذر نقش مهمی دارند؛ لذا می توانند در افزایش ظرفیت مخزن در گیاه جهت انتقال مواد فتوسنتزی نقش موثری داشته باشند.

کاربرد هم زمان بیوسولفور (تیوباسیلوس) و کود شیمیایی وزن صد دانه گیاه دارویی گشنیز را افزایش داد؛ به نظر می رسد که باکتری تیوباسیلوس از طریق تنظیم pH و در نتیجه افزایش جذب و انتقال فسفر در طی رشد زایشی گیاه (۶۱ و ۷۲) و کودهای شیمیایی از طریق تامین عناصر مورد نیاز جهت تکمیل ظرفیت مخزن، ترکیب مناسبی را جهت بهبود وزن صد دانه گیاه ایجاد کرده باشند.

عملکرد بیولوژیک

اثر تیمارهای آزمایشی بر صفت عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز معنی دار بود (جدول ۶). تمامی منابع کودی به جز مصرف منفرد کود شیمیایی، مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه را افزایش دادند. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی مشاهده شد، که مقدار زیست توده تولیدی گیاه در این تیمار به میزان ۳۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. (جدول ۷).

مطلوبی را نداشت.

جهان و همکاران (۴۱) گزارش کردند که مصرف کود دامی و کود بیولوژیک نیتراژین در گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo*)، تعداد دانه در مترمربع و تعداد میوه در هکتار را افزایش داد. در تحقیق دیگری تلقیح سویا توسط باکتری ازتوباکتر سبب افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه شد (۸).

کاربرد منفرد و تلفیقی کود زیستی میکوریزا بیشترین تأثیر را در جهت افزایش توان تولید بذری گیاه داشت. گزارش شده است که میکوریزا از طریق نفوذ در حرقات بسیار ریز خاک که برای ریشه های موین قابل دسترس نیست و نیز افزایش سطح جذب مواد غذایی، باعث افزایش توان سیستم ریشه ای گیاه جهت بهره برداری از حجم بیشتری از خاک شده و میزان جذب عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف به خصوص فسفر را بهبود می بخشد و از این طریق بر وضعیت رشدی گیاه اثرات مثبتی بر جا می گذارد (۱۱، ۱۷ و ۳۴). با توجه به این که عنصر فسفر در افزایش تعداد دانه در گیاه و نیز انتقال انرژی حاصل از فتوسنتز نقش مهمی دارد (۶۷ و ۷۲)؛ لذا افزایش تعداد دانه در اثر کاربرد میکوریزا را می توان به افزایش فراهمی فسفر نسبت داد.

در پژوهش کنونی استفاده هم زمان میکوریزا و کود شیمیایی اثر مثبتی بر میزان تولید بذر گیاه دارویی گشنیز داشت. علی و همکاران (۵) در پژوهش مشابهی اثرات کاربرد هم زمان میکوریزا و کود شیمیایی را بر گیاه گشنیز مطالعه و گزارش کردند که مصرف نیتروژن تا سطح مشخصی باعث افزایش مقدار بذر تولیدی گیاه گردید. نتایج پژوهش قنه و عبدل رازیک (۳۵) بر روی گیاه سیب زمینی و صالح و همکاران (۷۴) در گیاه ذرت نیز حاکی از آن بود که کاربرد کود نیتروژن اثرات مثبتی بر رشد میکوریزا و تولید بذر گیاه بر جا گذاشت. گزارش شده است که مصرف نیتروژن باعث تغییر شکل میکوریزا بر روی ریشه و تولید اسپورکارب قارچ میکوریزا می شود (۸۰). با این وجود، کاربرد منفرد کود شیمیایی اثری بر بهبود مقدار بذر تولیدی گیاه نداشت. با توجه به این که آزادسازی عناصر غذایی موجود در کود شیمیایی در مراحل ابتدایی رشد گیاه صورت می گیرد، لذا در انتهای فصل رشد که مرحله باروری و تکامل بذر است، گیاه با کمبود عناصر غذایی مواجه شده که منجر به کاهش تعداد دانه و نیز وزن دانه می شود (۸۱ و ۸۲).

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی بر صفت وزن صد دانه گیاه دارویی گشنیز بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین ها بیانگر حصول بیشترین مقدار این شاخص در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی و کود زیستی میکوریزا با کود گاوی بود؛ به طوری که این تیمارها صفت

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 5- Results of mean comparisons for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branch	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد چترک در چتر Number of umbellet per umbel	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbels	تعداد دانه در گیاه Number of seed per plant	وزن صد دانه Hundred seed weight (g)
شاهد Control	47a	5c	17.0ab	4.3ab	15.6cde	264abcd	0.76bc
کود گاوی Cow manure	49a	5.5abc	15.3abc	4.3ab	17.6abc	270abcd	0.78ab
ورمی کمپوست Vermi compost	49a	5.9abc	16.3ab	4.6a	15.6cde	256bcd	0.71bcd
کود شیمیایی Chemical fertilizer	46a	5.5abc	12.0c	4ab	13de	158e	0.71bcd
بیوسولفور Biosulfur	50a	5c	12.0c	4.3ab	16.6bcd	203cde	0.63d
میکوریزا Mycorrhizae	48a	5.7abc	19.0a	5.0a	18.6abc	353ab	0.65cd
بیوسولفور- کود گاوی Biosulfur-cow manure	49a	6.6a	15.6abc	3.3b	12.3e	192de	0.76bc
بیوسولفور-ورمی کمپوست Biosulfur- vermin compost	48a	6.2ab	14.3bc	4.6a	20ab	285abcd	0.75bcd
بیوسولفور- کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer	54a	6.1ab	14.3bc	4.3ab	21a	305abc	0.89a
میکوریزا- کود گاوی Mycorrhizae-cow manure	48a	5.6abc	14.6bc	4.3ab	20.6ab	303abc	0.89a
میکوریزا-ورمی کمپوست Mycorrhizae- vermin compost	54a	6.0abc	16.0abc	4.3ab	17.6abc	282abcd	0.75bcd
میکوریزا- کود شیمیایی Mycorrhizae- chemical fertilizer	53a	5.3bc	17.0ab	4.3ab	21.6a	366a	0.82ab

در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level

چشمگیری در افزایش زیست توده تولیدی گیاه داشتند، نتایج حاکی از آن است که مصرف منفرد عناصر غذایی به طور متوسط سه درصد و مصرف تلفیقی آن‌ها به طور متوسط ۲۲ درصد، شاخص مذکور را افزایش دادند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد کاربرد هم‌زمان کود شیمیایی و

در بین تیمارهای مصرف منفرد عناصر غذایی، کود زیستی میکوریزا بیشترین تاثیر را بر بهبود مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه بر جا گذاشت؛ به طوری که شاخص مذکور در این تیمار به میزان ۱۳ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. به طور کلی مصرف تلفیقی عناصر غذایی در مقایسه با مصرف منفرد آن‌ها اثرات به مراتب

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی داری بر عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز داشتند (جدول ۶). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد اقتصادی به ترتیب در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود شیمیایی مشاهده شد؛ به طوری که میزان عملکرد اقتصادی در تیمار کاربرد تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی تقریباً ۳/۵ برابر تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی بود. تیمار مصرف تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۴۸ درصد عملکرد اقتصادی گیاه را افزایش داد. کاربرد منفرد تمامی منابع کودی به جز تلقیح میکوریزایی اثری در بهبود عملکرد دانه گیاه نداشتند، در حالی که مصرف تلفیقی منابع کودی به خصوص تیمارهای حاوی میکوریزا سبب افزایش عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز گردید. تیمارهای کاربرد کود شیمیایی و مصرف توأم کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی اثری در بهبود عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز نداشت؛ این مسئله ناشی از عدم تأثیر این تیمارها بر صفات مربوط به اجزای عملکرد گیاه (تعداد چتر در گیاه، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر) می باشد (جدول ۵).

کاربرد منفرد کود شیمیایی اثری بر بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز نداشت. نتایج تحقیق مشابهی نشان داد که با کاربرد کود شیمیایی نیتروژن تا سطح ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بذر گشنیز افزایش و کاربرد بیشتر نیتروژن باعث کاهش مقدار بذر تولیدی گیاه شد (۴). نتایج آرگانوسا (۹) نیز حاکی از آن است که کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن اثری بر عملکرد بذر گیاه گشنیز نداشت.

در بین تیمارهای مصرف منفرد عناصر غذایی، کود زیستی میکوریزا بیشترین اثر را بر بهبود عملکرد اقتصادی و بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز اعمال کرد. گزارش شده است که میکوریزا از طریق بهبود جذب و انتقال آب و فراهمی مواد غذایی به خصوص فسفر که نقش مهمی در انتقال انرژی در طی فتوسنتز دارد باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می شود (۶۷). کوپتا و همکاران (۲۳) در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) و علی آبادی و همکاران (۶) در گیاه گشنیز نتیجه گرفتند که اثر استفاده از قارچ میکوریزا بر زیست توده گیاه و عملکرد بذر معنی دار بود. به نظر می رسد جهت اثبات برقراری رابطه همزیستی بین میکوریزا و ریشه گیاه میزبان، بهتر است از روش های رنگ آمیزی استفاده گردد.

نتایج حاکی از برتری کاربرد تیمارهای کودی تلفیقی در عملکرد اقتصادی گیاه گشنیز بود. نتایج بررسی مجیدیان و همکاران (۵۸) در ذرت نشان داد حداکثر و حداقل میزان عملکرد دانه به ترتیب با مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن با کود دامی و کود منفرد دامی

کود زیستی بیوسولفور (تیوباسیلوس) باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز شد. اسکافیلد و همکاران (۷۶) در پژوهشی مشاهده کردند، کاربرد گوگرد با باکتری تیوباسیلوس عملکرد شبدر سفید (*Trifolium repens*) را افزایش داد. در تحقیق دیگری گزارش شد، کاربرد توأم کودهای آلی با باکتری های حل کننده فسفات و باکتری تیوباسیلوس با بهبود وضعیت خاک، افزایش اکسایش گوگرد و افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش زیست توده تولیدی ذرت گردید (۶۱). مطالعات نشان داده است که افزایش مقدار اکسایش گوگرد در خاک های تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس سبب بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه می شود (۲۰). از طرفی دیگر باکتری تیوباسیلوس با تنظیم pH خاک باعث افزایش فراهمی فسفر می گردد. گزارش شده است که فراهمی فسفر در خاک از طریق بهبود واکنش های درونی گیاه باعث افزایش جذب دیگر عناصر مغذی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می شود (۶۱).

در بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه کاربرد توأم میکوریزا و کود شیمیایی بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز را تولید نمود. گزارش شده است که وجود ترکیبات نیتروژن در خاک از مهم ترین عوامل موثر بر کلونیزاسیون قارچ میکوریزا است (۸۳). در مورد اثرات کود شیمیایی بر کلونیزاسیون میکوریزایی گزارش های متفاوتی وجود دارد. نتایج علی و همکاران (۵) نشان داد، کاربرد همزمان سطوح میانی کود نیتروژن (۳۷/۵، ۷۵، ۱۱۲/۵ میلی گرم آمونیوم نترات در یک کیلوگرم خاک) و کود زیستی میکوریزا عملکرد بیولوژیک گشنیز را افزایش داد؛ آن ها گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش سرعت استقرار میکوریزا می شود. جا و همکاران (۴۳) در تحقیق مشابهی نتیجه گرفتند که کاربرد همزمان میکوریزا و نیتروژن باعث بهبود عملکرد پیاز (*Allium cepa*) شد. با این حال کوارووا و همکاران (۵۴) در پژوهشی بر روی *Polygonum cuspidatum* گزارش کردند که سطوح مختلف کود نیتروژن اثری بر کلونیزاسیون میکوریزا نداشت. در آزمایشات دیگری نیز گزارش شد که مصرف کود شیمیایی باعث کاهش اثرات مثبت میکوریزا شد (۲۱ و ۸۳). بر این اساس به نظر می رسد واکنش گیاه به کاربرد همزمان کود شیمیایی و میکوریزا به فاکتورهای متعددی مانند مقدار و زمان مصرف کود شیمیایی، نوع گیاه و نوع خاک وابسته باشد. در پژوهشی بر روی گشنیز اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود شیمیایی مطالعه و گزارش شد، اثر کود نیتروژن بر کلونیزاسون میکوریزایی و رشد گیاه به میزان کود و نوع خاک وابسته است (۵). مطالعات حاکی از آن است که استفاده توأم کود دامی و شیمیایی از طریق افزایش کارایی جذب مواد غذایی منجر به بهبود عملکرد گیاهان زراعی می شود (۵۸ و ۶۸). بطور کلی اعمال تیمارهای کودی تلفیقی در مقایسه با کاربرد منفرد آن ها، اثرات به مراتب بیشتری بر میزان عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز داشت.

به دست آمد. مطالعات شریفی عاشور آبادی و همکاران (۷۹) در گیاه دارویی رازیانه نشان داد، عملکرد بذر در تیمارهای تغذیه تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها بیشتر بود. نتایج مالاناکودا (۶۰) در گیاه گشنیز، بیانگر افزایش عملکرد دانه، در کاربرد تلفیقی کود شیمیایی با کود گاوی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش کارایی جذب مواد غذایی بود. مالاناکودا (۶۰) یکی از دلایل افزایش رشد و تولید گیاهان زراعی در شرایط مصرف توأم کود شیمیایی با کود دامی را افزایش فراهمی عناصر غذایی دانست. به طور کلی کاربرد تلفیقی منابع کودی یکی از روش‌های موثر در کشاورزی پایدار برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی می باشد.

شاخص برداشت

اثر تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی بر شاخص برداشت گیاه معنی دار بود (جدول ۶). حداکثر و حداقل میزان این صفت به ترتیب در تیمارهای کاربرد توأم کود زیستی میکوریز با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور مشاهده شد، به طوری که شاخص برداشت در مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور و کود شیمیایی حدوداً ۵۰ درصد کمتر از تیمار کاربرد توأم کود زیستی میکوریز با کود شیمیایی بود. مصرف منفرد میکوریز و نیز مصرف تلفیقی میکوریز با کود شیمیایی تا حدی در مقایسه با سایر تیمارهای منفرد و تلفیقی دارای برتری بودند. به طور کلی کاربرد تلفیقی منابع تغذیه ای به خصوص کود زیستی میکوریز، در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها اثرات بهتری را بر میزان شاخص برداشت در گیاه دارویی گشنیز دارا بودند (جدول ۷). مصرف توأم کود شیمیایی و بیوسولفور باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی شد؛ اما به دلیل عدم تاثیر این تیمار بر

عملکرد اقتصادی گیاه در نهایت شاخص برداشت در تیمار مذکور کاهش یافت.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای تغذیه‌ای مورد بررسی بر درصد اسانس بذر گیاه دارویی گشنیز بود (جدول ۶). در حالی که مصرف منفرد کودهای آلی و رمی کمپوست و کود گاوی و نیز کود زیستی بیوسولفور باعث کاهش درصد اسانس گیاه گردید، مصرف منفرد کود شیمیایی بر این شاخص اثری نداشت و تلفیق میکوریزایی بذر به میزان ۲۵ درصد شاخص مذکور را افزایش داد. کاربرد تلفیقی تیمارهای تغذیه‌ای در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک اثر به مراتب بیشتری در بهبود درصد اسانس گیاه داشت، به طوری که کاربرد منفرد منابع کودی مورد بررسی صفت مذکور را به طور متوسط هشت درصد کاهش و کاربرد تلفیقی آن‌ها به طور متوسط هفت درصد افزایش داد (جدول ۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای کودی مورد مطالعه بر صفت عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز اثر معنی داری داشت (جدول ۶). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد اسانس بترتیب در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریز با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور به دست آمد، به طوری که عملکرد اسانس در گیاهان تغذیه شده با تیمار تلفیقی میکوریز و کود شیمیایی هفت برابر گیاهانی بود که تنها با کود زیستی بیوسولفور تغذیه شده بودند؛ همچنین عملکرد اسانس در تیمار مذکور ۵۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 6- Results of analysis variance (mean square) for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد اقتصادی Economic yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replicate	2	24964ns	139080ns	229**	0.0003ns	336554ns
تیمار Treatment	11	362135**	242666**	195**	0.005**	1244682**
خطا Error	22	61161	51322	46	0.001	252255
ضریب تغییرات CV (%)	-	12	27	17	22	40

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری

***, * and ns significant difference over control at $P < 0.01$ and $P < 0.05$ and not significantly, respectively

عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد کیفی گیاه می گردد. نتایج آزمایش حاضر مطابق با نتایج جهان (۴۰) و فلاحی و همکاران (۳۰) در گیاه دارویی بابونه نشان داد که در اثر مصرف کودهای آلی میزان اسانس گیاه کاهش یافت. جهان (۴۰) دلیل کاهش اسانس گیاه در اثر کاربرد کودهای آلی را به تخفیف شرایط تنش در نتیجه مصرف این قبیل کودها نسبت داد. همچنین فلاحی و همکاران (۳۰) نیز این موضوع را با توان کود پذیری پایین گیاهان دارویی و کاهش شدت تنش آب در شرایط مصرف کودهای آلی مرتبط دانستند. آنها گزارش کردند که از آنجا که درصد اسانس در پاسخ به تنش های محیطی افزایش می یابد، به دلیل کاهش شدت تنش به ویژه تنش آب، در اثر مصرف کودهای آلی، درصد اسانس گیاه کاهش می یابد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مدیریت تغذیه ای گیاه دارویی گشنیز اثرات قابل توجهی بر شاخص های کمی و کیفی این گیاه دارد. در بین تیمارهای منفرد کودهای مورد مطالعه، کود زیستی میکوریزا بیشترین تاثیر را بر بهبود شاخص های رشدی و نیز عملکرد بذر و اسانس گیاه اعمال کرد؛ به طوری که عملکرد اقتصادی و عملکرد اسانس در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۴ و ۳۵ درصد افزایش یافت. همچنین در بین تیمارهای تلفیقی مورد مطالعه کاربرد همزمان کود شیمیایی با کود زیستی میکوریزا در مقایسه با سایر تیمارهای تلفیقی دارای برتری قابل ملاحظه ای بود. مقدار عملکرد بذر و اسانس در این تیمار به ترتیب ۴۸ و ۵۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در مقایسه با کاربرد منفرد هریک از آنها باعث بهبود قابل توجه ویژگی های رشد و نیز عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص های کیفی گیاه دارویی گشنیز گردید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از پرسنل زحمتکش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و مسئولین آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه و آزمایشگاه تحقیقات عالی گیاهان زراعی که در طول انجام مراحل این آزمایش نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

کاربرد منفرد تمامی منابع کودی به جز تلقیح میکوریزایی سبب کاهش عملکرد اسانس گیاه گشنیز شد، با این حال مصرف تلفیقی کودهای مورد استفاده به خصوص کودهای حاوی میکوریزا در اکثر موارد سبب بهبود صفت مذکور در مقایسه با تیمار شاهد گردید. مصرف منفرد میکوریزا سبب افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با تمامی تیمارهای منفرد و نیز تیمارهای تلفیقی حاوی بیوسولفور گردید (جدول ۷).

نتایج آزمایشات کوچکی و همکاران (۵۳) بر روی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، محفوظ و شرف الدین (۵۷) بر روی گیاه رازیانه و فاتما و همکاران (۳۲) در گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) بیانگر اثرات مثبت کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپریلوم، باکتری های حل کننده فسفات و میکوریزا بر درصد اسانس گیاهان مذکور بود. علی آبادی و همکاران (۶) و کاپور و همکاران (۴۷) نیز نتیجه گرفتند که استفاده از قارچ میکوریزا بر درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز اثر مثبتی داشت. کالرا (۴۵) در گیاه نعنای فلفلی و ویلدووا و استلکو (۸۴) در گیاه بابونه اثرات کشت ارگانیک را بر درصد و عملکرد اسانس مثبت گزارش کردند. نتایج درزی و همکاران (۲۴) نشان داد که اثر کاربرد میکوریزا و کود بیولوژیک بیوفسفات بر میزان اسانس گیاه رازیانه معنی دار بود. دلیل بهبود کیفیت گیاهان دارویی در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک به اثرات متقابل گیاه و ریزجانداز، انتقال سیگنال توسط ریزجانداز و پاسخ های دفاعی گیاه نسبت داده شده است (۳۸ و ۵۰). علاوه بر این گزارش شده است که برخی از مسیرهای بیوسنتزی متابولیت های ثانویه به وسیله میکروارگانیسم های خاکزی از جمله میکوریزا تحریک می گردد (۲۶).

در آزمایش کنونی کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آنها اثرات به مراتب بیشتری بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی گشنیز داشت. در پژوهش های دیگری بر روی گیاهان دارویی زوفا و زنیان مشاهده شد که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی باعث بهبود خصوصیات کیفی گیاهان مذکور گردید (۵۶). نتایج اکبری نیا و همکاران (۳) نیز نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها عملکرد اسانس بیشتری در گیاه دارویی زنیان تولید کرد. نتایج پژوهش دیگری نیز حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و بیولوژیک باعث حصول حداکثر عملکرد اسانس در گیاه دارویی درمنه شد (۵۵). به نظر می رسد کاربرد تلفیقی کودهای آلی با کودهای شیمیایی و بیولوژیک ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش دسترسی به

جدول ۷- مقایسه میانگین های برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی
Table 7- Results of mean comparisons for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

تیمارها Treatments	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد اقتصادی Economical yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield (g.ha ⁻¹)
شاهد Control	1796cd	773bcd	43b	0.15ab	1167bcd
کود گاوی Cow manure	1920cd	806bcd	41bc	0.07c	557d
ورمی کمپوست Vermi compost	1867cd	702bcd	37bcde	0.12bc	860cd
کود شیمیایی Chemical fertilizer	1506d	426d	27de	0.15ab	643d
بیوسولفور Biosulfur	1837cd	478cd	26e	0.08c	371d
میکوریزا Mycorrhizae	2044c	891bc	43b	0.2a	1782abc
بیوسولفور- کود گاوی Biosulfur-cow manure	1872cd	552cd	29cde	0.19a	1032bcd
بیوسولفور-ورمی کمپوست Biosulfur- vermin compost	2073bc	820bcd	39bcd	0.15ab	1254bcd
بیوسولفور- کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer	2626a	1050b	39bcd	0.15ab	1690abc
میکوریزا- کود گاوی Mycorrhizae-cow manure	2501ab	1048b	42bc	0.18ab	1902ab
میکوریزا-ورمی کمپوست Mycorrhizae- vermin compost	2089bc	804bcd	38bcde	0.14ab	1179bcd
میکوریزا- کود شیمیایی Mycorrhizae- chemical fertilizer	2602a	1468a	55a	0.17ab	2602a

در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند
Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level

منابع

- Adediran J.A., Taiwo L.B., Akande M.O., Sobulo R.A., and Idowu O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*, 27: 1163-1181.
- Ahmadian H., Ghanbari A., and Ghalavi M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Iranian Field Crop Research*, 4(2): 207-216. (In Persian with English Summary)
- Akbari Nia A., Ghalavand A., Tahmasebi Z., Sefidkon F., Sharifi Ashoorabadi A., and Rezaei M.b. 2002. Effect of different feeding systems on yield and essential oil content of seeds Ajowan. *Medicinal and Aromatic Plants Research*, 18: 89-109. (In Persian with English Summary)
- Akbari Nia A., Daneshian J., and Mohammadbeigi F. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L.. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4): 410-419. (In Persian with English Summary)
- Ali F.S., Zayed G., Saad O.A., and Abdul-Mohsen H. 2009. Optimisation of nitrogen fertilizer level for maximum colonization of mycorrhizae on roots of Coriander plants. *African Crop Science Conference Proceeding*, 9: 117-122.

- 6- Aliabadi Farahani H., Arbab A., and Abbaszadeh B. 2008. The effects of super phosphate triple, water deficit stress and *Glomus hoi* biological fertilizer on some quantity and quality characteristics of *Coriandrum sativum* L.. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 18-30. (In Persian with English Summary)
- 7- Allievi L., Marchesisni A., Salardi C., Piano V., and Ferrari A. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a compost treatment. Bioresource Technology, 43: 85-89.
- 8- Ardakani M., Sani B., Noormohammadi Gh., Khosravi H., and Farahbakhsh A. 2007. Efficiency comparison of inoculated biological fertilizers on production and yield of soybean. Abstract of 2nd National Congress of Ecological Agriculture of Iran. 17 and 18 October 2007, Gorgan. (In Persian)
- 9- Arganosa G.C., Sosuski F.W., and Slikard A.E. 1998a. Seed yield and essential oil of biennial caraway grown in Western Canada. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 1(9): 9-17.
- 10- Arganosa G.C., Sosuski F.W., and Slikard A.E. 1998b. Seed yield and essential oil of northern-grown coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 6(2): 23-32.
- 11- Arpana J., and Bagyaraj D.J. 2007. Response of kalmegh to an *Arbuscular Mycorrhizal* fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. American-Eurasian Journal Agriculture Science, 2(1): 33-38.
- 12- Aseri G.K., Jain N., Panwar J., Rao A.V., and Meghwal P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. Scientia Horticulturae, 117: 130-135.
- 13- Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., and Metzger J.D. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology, 81(2): 103-108.
- 14- Azeez J.O., Van Averbek W., and Okorogbona A.O.M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology, 101: 2499-2505.
- 15- Azzaz N.A., Hassan E., and Hamed E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied sciences, 3(2): 579-587.
- 16- Bachman G.R., and Metzger J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99: 3155-3161.
- 17- Backhaus G.F., Häggblom P., and Nilsson L.O. 1986. The influence of vesicular-Arbuscular mycorrhizae on biomass production in willow. Canadian Journal Forestry Research, 16: 103-108.
- 18- Bagyaraj D.J., and Varma A. 1995. Interactions between *Arbuscular mycorrhizal* fungi and plants: Their importance in sustainable agriculture in arid and semiarid tropics. Advances in Microbial Ecology, 14: 119-122.
- 19- Bauer A., and Black A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America, 58: 185-193.
- 20- Besharati kelaye H., and Salehrastin N. 2000. The effects of sulfur and inoculants of *Thiobacillus* bacteria on the amount of iron and zinc absorption by corn in a greenhouse. Journal of Soil and Water, 7(12): 63-72. (In Persian)
- 21- Bethlenfalvay G.J., Andrade G., and Azcón-Aguilar C. 1997. Plant and soil response to mycorrhizal fungi and rhizobacteria in nodulated or nitrate-fertilized peas (*Pisum sativum* L.). Biology Fertilizer Soils, 24: 164-168.
- 22- Cala V., Cases M.A., and Walter I. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. Journal Arid Environment, 62: 401-412.
- 23- Copetta A., Lingua G., and Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandularhairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.
- 24- Darzi M.T., Galavand A., Rejali F., and Sefid kon F. 2007. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292.
- 25- Delate K. 2000. Heenah mahyah student form herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA
- 26- Demir S. 2004. Influence of *Arbuscular mycorrhiza* on some physiological growth parameters of pepper. Turkish Journal Biology, 28: 85-90.
- 27- Dierchesen A. 1996. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crop. Coriander, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Italy. 82 pp.
- 28- Ebadi M.T., Fallahi J., Azizi M., and Rezvani Moghaddam P. 2007. The effects of application of organic fertilizer on growth parameters and yield of two breeding cultivars of chamomile. The First National Conference of Management and Developing of Sustainable Agriculture in Iran, Ahvaz, 3-5 December 2007, p. 129-135. (In Persian)
- 29- Fallah A. Ghalavand M., and Khajepour R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resource, 40(11): 233-243. (In Persian with English Summary)
- 30- Fallahi J., Koocheki A., and Rezvani Moghaddam P. 2008. The effect of organic fertilizers on quantity index and

- the amount of essential oil and chamazulene in chamomile. Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157-168. (In Persian with English Summary)
- 31- Fallahi J., Koochaki A., and Rezvani Moghaddam P. 2009. Investigating the effects of biological fertilizers on qualitative and quantitative of chamomile. Journal of Iranian Field Crop Research, 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)
- 32- Fatma A.G., Lobna A.M., and Osman N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10(4): 381-387.
- 33- Forooghi far H., and Poorkasmaei M.A. 2002. Science and Soil Management (Volume I) (Translation). Ferdowsi University of Mashhad Publisher, Mashhad.
- 34- Ghazi A., Nehad A., and Yahia-Othman. 2007. Application of mycorrhizae fungi to improve drought tolerance in two onion cultivars. African Crop Science Society, 8: 1-5.
- 35- Ghone I.M., and Abed-Razik A.H. 1999. Effect of biofertilisation under different nitrogen levels on growth, yield and chemical contents of potato plants. Advanced Journal of Agriculture Research, 4(2): 757-769.
- 36- Ghost B.C., and Bhat R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollut, 102: 123-126.
- 37- Gujar S.M., Warade A.D., Anjali M., and Paltankar D.H. 2005. Effect of dates of sowing and nitrogen levels on growth, seed yield and quality of Coriander. Crop Research, 29(2): 288-291.
- 38- Imre E., Somssich I.E., and Hahlbrok K. 1998. Pathogen defense in plant-a paradigm of biological complexity. Trends in Plant Science, 3(3): 86-90.
- 39- Iranipoor R., Malakooti M.J., Abedi A., Sajjadi A., and Ghafoorian H. 2007. The main effects of phosphate, sulfur and *Thiobacillus* bacteria on crop yield and residual effects of it on crop yield of barley. Journal of Soil and Water Sciences, 21(2): 195-205. (In Persian)
- 40- Jahan M. 2004. Evaluation of ecological aspects of intercropping of chamomile and calendula with manure. M.Sc Thesis, agronomy, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
- 41- Jahan M., Nassiri Mahallati M., Salari M.D., and Ghorbani R. 2000. The effects of application time of manure and biological fertilizers on quality and quantity characteristics of medicinal pumpkin. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(4): 726-7347. (In Persian)
- 42- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto G., Turnau K., and Bareae J. 2003. The contribution of *Arbuscular mycorrhizal* fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and Fertility of Soils, 37: 1-16.
- 43- Jha A.K., Netra P., and Sexena A.K. 2005. Screening of Vesicular *Arbuscular mycorrhizas* for onion. Indian Journal of Horticulture, 62(4): 411-412.
- 44- Johansen A., Jakobsen I., and Jensen E.S. 1994. Hyphal N transport by a vesicular *Arbuscular mycorrhizal* fungus associated with cucumber grown at three nitrogen levels. Plant and Soil, 160: 1-9.
- 45- Kalra A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). FAO.
- 46- Kanchikerimath M., and Singh D. 2001. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambisol India. Agriculture, Ecosystems and Environment, 86:155-162.
- 47- Kapoor R., Giri B., and Mukerji K.G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(4): 339- 342.
- 48- Kapoor R., Giri B., and Mukerji K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.
- 49- Karimizarchi M., and Kalbasi M. 1998. Effect of aeration and mixing on process of composting and compost quality produced from municipal waste. The Sixth Congress of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, pp: 7.
- 50- Karthikeyan B., Abdul Jaleel C., Lakshmanan G.M.A., and Deiveekasundaram M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 62:143-145.
- 51- Khandan A. 2004. Effects of organic and chemical fertilizers on soil physical and chemical properties of *Plantago psillom*. M.Sc Thesis of pedology, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
- 52- Khorassani R. 2000. Phosphorus uptake efficiency in corn, sugar beet and groundnut. Journal of Water and Soil, 24(1): 180-188. (In Persian)
- 53- Koocheki A., Tabrizi L., and Ghorbani R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 126-136. (In Persian with English Summary)
- 54- Kovarova M., Frantik T., Koblihova H., Bartunkova K. Nyvltova Z., and Vosatka M. 2011. Effect of clone selection, nitrogen supply, leaf damage and mycorrhizal fungi on stilbene and emodin production in knotweed. BMC Plant Biology, 11:98-111.
- 55- Kumar T.S., Swaminathan V., and Kumar S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizer on growth,

- yield and essential oil constituents in Raton crop of davana (*Artemisia pallens*). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8(2): 86-95.
- 56- Lebaschi M.H., Matin A., and Amin, GH. 2001. The effect of organic and chemical fertilizers on the yield and composition of *Hypericum*. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 10: 53-63. (In Persian)
 - 57- Mahfouz S.A., and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.
 - 58- Majidian M., Ghalavand A., Karimaian N.F., and Kamgar Haghighi, A.A. 2008. Effects of water stress, nitrogen fertilizer, manure and combination of nitrogen fertilizer and manure on yield, yield components and water use efficiency of SC 704 Corn. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12(44): 417-432. (In Persian)
 - 59- Malakuti M.J., and Tehrani M.M. 1999. The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Improving of Quality of Agriculture Production. Tarbiat Modares University Publishing. pp 190.
 - 60- Mallanagouda B. 1995. Effects of N. P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science, 4: 916-918.
 - 61- Mohamadi Ariya M., Lakziyan A., and Hagh Nia G.H. 2010. The effects of innoculum of *Thiobacillus* and *Aspergillus* on growth of *Zea mays*. Journal of Iranian Field Crop Research, 8(1): 82-89. (In Persian)
 - 62- Moradi R. Rezvani Moghaddam P. Nasiri Mahallati M., and Lakzian A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components, and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Journal of Iranian Field Crop Research, 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)
 - 63- Mostafavian S.R., Pirdashti H., Ramzanpour M.R., Andarkhor A.A., and Shahsavari A. 2008. Effect of mycorrhizae, *Thiobacillus* and sulfur nutrition on the chemical composition of soybean [*Glycine max* (L.) Merr. seed. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(6): 826-835.
 - 64- Neffati M., Sriti J., Hamdaoui G., Kchouk M.E., and Marzouk B. 2011. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities. Food Chemistry, 124: 221- 225.
 - 65- Omidbaigi R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol: 1. Tehran, Astane Qodse Razavi Publication. 283 pp.
 - 66- Paksoy M., and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
 - 67- Paradi I., Bratek Z., and Lang F. 2003. Influence of *Arbuscular mycorrhiza* and phosphorus supply on polyamine content, growth and photosynthesis of *Plantago ancelolata*. Biologia Plantarum, 46:563-569.
 - 68- Parmar D.K., and Sharma T.R. 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea (*Pisum sativum* var *aravense*) in dry temperature zone of Himachal Pradesh. Indian Journal Agriculture Science, 68: 247-253.
 - 69- Rahimi A.R., Mashayekhi K., Hemmati Kh., and Dordipour E. 2009. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Plant Production, 16(4): 149-156. (In Persian with English Summary)
 - 70- Ramadan M.F., and Morsel J.T. 2003. Analysis of glycolipids from black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) oilseeds. Food Chemistry, 80:197-204.
 - 71- Rivera-Cruz M.C., Narcia A.T., Ballona G.C., Kohler J., Caravaca F., and Rold A. 2008. Poultry manure and banana wastes are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. Soil Biology and Biochemistry, 40: 3092-3095.
 - 72- Rosa M.C., Muchovaj J., and Alvarez V.H. 1989. Temporal relation of 17 phosphorus fraction in an oxisol amended Phosphate rock and *Thiobacillus thiooxidans*. Soil Science Society American Journal, 53: 1096-110.
 - 73- Sabahi, H., Ghalavand, A., Modares sanavi, A.M., and Asgharzadeh, A. 2008. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil, Journal of Soil and Water, 22(2): 1-15. (In Persian with English Summary)
 - 74- Saleh E.A., Nokhal T.H., El-Borollosy M.A., Fendrik I., Sharaf M.S., and El-sawy M. 1998. Effectiveness of dual inoculation with diazotrophs and vesicular *Arbuscular mycorrhizae* on growth and medicinal compounds of *Datura stramonium*. Arab Universities Journal of agricultural Sciences, 6(2): 343-355.
 - 75- Salimpour S., Khavazi K., Nadian H., Besharati H., and Miransari M. 2010. Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. Australian Journal of Crop Science, 4(5): 330-334.
 - 76- Schofield P.E., Gregg P., and Syers J.K. 1981. Biosuper as a phosphate fertilizer (a glasshouse evaluation). New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 9: 63-97.
 - 77- Sefid kon, F. 1998. Study of shoots and fruit essential oil of coriander. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 13: 32-38. (In Persian)
 - 78- Shaalan M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research, 83(1): 271.
 - 79- Sharifi ashoorabadi A., Ghalavand A., Noormohammadi GH., Matin A., Amin Gh. Babakhanloo P., Lebaschi M.H., and Sefidkon F. 2001. Effect of organic and chemical fertilizers on the performance of fennel. Iranian

- Journal of Medical and Aromatic Plants, 7: 3-26. (In Persian)
- 80- Termorshuizen A.J., and Ket P.C. 1993. The effects of fertilization with ammonium and nitrate on mycorrhizal seedlings of *Pinus sylvestris*. Agriculture Ecosystems and Environment, 28(1): 497-501.
- 81- Uhart S.A., and Andrade F.H. 1995a. Nitrogen deficiency in maize. I. Effect on crop growth, development to dry matter-partitioning, and kernel set. Crop Science, 35:1376-1383.
- 82- Uhart S.A., and Andrade F.H. 1995b. Nitrogen deficiency in maize. II. Effect on crop carbon- nitrogen interaction effect on kernel number and grain yield. Crop Science, 35: 1384-1389.
- 83- Vazquez M.M., Barea J.M., and Azcon R. 2002. Influence of *Arbuscular mycorrhizae* and a genetically modified strain of *Sinorhizobium* on growth, nitrate reductase activity and protein content in shoots and roots of *Medicago sativa* as affected by nitrogen concentrations. Soil Biology and Biochemistry, 34: 899-905.
- 84- Vildova A., and Stolcova M. 2006. Cultivation technology of chamomile (*Matricaria recutita* L.) in organic agriculture. 1nd international Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Slovak Republic, Prosov, pp 50.
- 85- Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G. Cheung K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma, 125:155-166.
- 86- Yalcintas G. 1995. The effect of sowing dates and levels of nitrogen fertilizer on yield and some agricultural characteristics of Coriander. Master Thesis, Ondokuz Mayıs University, Institute of Natural and Applied Sciences. Department of Agronomy, Turkey.



اثر رژیم‌های کم آبیاری روی برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی چهار رقم انجیر

غلامحسین داوری‌نژاد^{۱*} - سمیه شیربانی^۲ - مهدی زارعی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

چکیده

میزان آب قابل دسترس برای گیاهان از جمله عوامل مهمی است که، رشد رویشی در گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هدف از مطالعه این تحقیق بررسی ارقام مختلف انجیر از لحاظ مقاومت به رژیم‌های مختلف کم آبیاری می‌باشد. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل (۴×۴) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. ارقام مورد مطالعه شامل: سبز، سیاه، شاه انجیر و متی می‌باشد، که با ۴ سطح آبیاری شامل تامین آب کافی برای گلدان‌ها یا شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی)، تنش ملایم (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) تیمار شدند. برخی از خصوصیات مورفوفیزیکی و فیزیولوژیکی شامل: رشد شاخه، تعداد برگ، سطح برگ، طول ریشه، سطح ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ، نشت الکترولیت، میزان کلروفیل و پروتئین برگ اندازه‌گیری شدند. مطابق با نتایج، در همه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد. بیشترین رشد شاخه، تعداد برگ و سطح برگ در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) تعیین شد در حالی که کمترین مقدار آن‌ها در تیمار تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد. نتایج نشان داد که، وزن تر و خشک شاخه و ریشه با افزایش سطح تنش کاهش می‌یابند به طوری که کمترین مقدار آن‌ها در تیمار شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) تنش بدست آمد. محتوای نسبی آب به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت به طوری که گیاهان تیمار شده با تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) دارای کمترین مقدار محتوای نسبی آب در حالی که تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) دارای بیشترین میزان آن بودند. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل به ترتیب در تیمارهای شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد. میان تیمارهای مورد مطالعه، تیمار تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) دارای بیشترین طول ریشه، سطح ریشه و نسبت ریشه به شاخه را دارا بود در حالی تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) کمترین میزان آن‌ها را به خود اختصاص داده بود. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که، با افزایش سطح تنش خشکی میزان نشت الکترولیتی افزایش می‌یابد. تیمار تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) بیشترین مقدار پروتئین و تیمار شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) کمترین میزان آن را به خود اختصاص دادند. همچنین در تمامی صفات اندازه‌گیری شده یک اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف مشاهده شد. میان ارقام مورد مطالعه، رقم سیاه نسبت به سایر ارقام شرایط کم آبی را بهتر و بیشتر تحمل می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که، تمامی صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری تحت تاثیر نوع تیمار تنش خشکی و رقم قرار می‌گیرند. براساس نتایج مشخص شد رقم مهمترین فاکتور جهت تعیین خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی در انجیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پرتولین، تنش خشکی، کلروفیل، نشت الکترولیت، *Ficus carica* L.

مقدمه

در بسیاری از مناطق معتدله کشت می‌شود. پراکندگی انجیر در جهان، بیانگر این موضوع است که این گیاه با شرایط مختلف آب و هوایی سازگاری خوبی نشان می‌دهد. هم اکنون انجیر در پنج قاره جهان جهت مصرف داخلی یا به عنوان یک محصول صادراتی کشت و پرورش داده می‌شود. در ایران کشت انجیر در اکثر استان‌های کشور رواج دارد، ولی فارس مقام نخست را در کشور دارا می‌باشد، که شهرستان استهبان این استان اولین و مهمترین منطقه انجیرکاری در ایران می‌باشد (۹).

میزان آب قابل دسترس برای گیاهان از جمله عوامل مهمی است

انجیر (*Ficus carica* L.) از جمله محصولات نیمه گرمسیری است که، در بسیاری از نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری و همچنین

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(*)- نویسنده مسئول: Email: davarynej@um.ac.ir

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس

که، رشد رویشی در گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مشخص شده است که، اگر آب قابل دسترس برای ریشه گیاه محدود شود و یا سرعت تعرق ناگهان بسیار زیاد شود، به گیاه تنش خشکی وارد می‌شود که معمولاً در مناطق و اقلیم‌های خشک و نیمه خشک مشاهده می‌شود (۲۱). تنش خشکی دارای اثرات زیادی بر الگوی رشد گیاهان می‌باشد، یکی از مهمترین این اثرات تغییر سیستم ریشه در شرایط نقصان رطوبت خاک است، که به دنبال آن جذب آب و مواد غذایی و همچنین رشد رویشی اندام‌های هوایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۲۳).

مهمترین مناطق تولید انجیر در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند، که در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌های پی‌پی مشکلات زیادی در تامین آب این محصول به وجود آمده است به طوری که، باعث کاهش کمیت و کیفیت تولید محصول شده است، و همچنین وضعیت اقتصادی نابسامانی برای تولیدکنندگان این محصول به وجود آورده است. بنابراین بررسی میزان مقاومت ارقام مختلف انجیر به شرایط خشک و کم آبیاری بسیار با اهمیت می‌باشد.

برخی از مهمترین ارقام انجیر عبارتند از: رقم سبز، انجیر سیاه، شاه انجیر و متی می‌باشند، که به طور نسبتاً وسیعی در ایران کشت و کار می‌شوند. همه این ارقام دارای رشد و باروری زیاد با تاج گسترده می‌باشند. رقم سبز دارای میوه‌های شیرین، ضخامت گوشت زیاد، دیررس و به صورت خشک مصرف می‌شوند. میوه‌های رقم انجیر سیاه ترش، ضخامت گوشت کم، زودرس و به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شوند. همچنین میوه‌های رقم شاه انجیر شیرین، پر بذر، میان رس که بیشتر به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شوند در حالی که رقم متی دارای میوه‌های شیرین، کم بذر، دیررس و مصرف تازه‌خوری می‌باشند. هدف از این تحقیق بررسی میزان مقاومت ارقام سبز، انجیر سیاه، شاه انجیر و متی به رژیم‌های مختلف کم آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد مطالعه انجیر عبارتند از: سبز، سیاه، شاه انجیر و متی می‌باشند، که اواسط بهمن قلمه‌های ارقام مختلف از ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان تهیه، و به دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند، و در محیط کشت پرلایت و کوکوپیت ریشه‌دار شدند. سپس گیاهان سالم و نسبتاً یکنواخت را به گلدان‌های ۱۰ لیتری حاوی خاک (۶۴ درصد شن، ۲۰ درصد سیلت و ۱۶ درصد رس)، ماسه و خاکبرگ به نسبت ۱:۱:۱ منتقل گردیدند (اوایل اردیبهشت ماه). وزن گلدان‌های حاوی قلمه‌های ریشه‌دار شده از ارقام مختلف یکسان بود. گیاهان تا زمان استقرار کامل (از اوایل اردیبهشت ماه تا اول مرداد ماه به مدت ۹۰ روز) به گونه‌ای که خروج آب از زهکش گلدان‌ها قابل رویت بود آبیاری

شدند. جهت اعمال تنش خشکی از روش وزنی (با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم) استفاده شد بدین ترتیب که، اول مرداد ماه ۳ نمونه خاک به طور تصادفی از توده خاک برداشته و جهت تعیین $P.W.P^1$ به آزمایشگاه منتقل شدند، و به وسیله دستگاه صفحات فشاری مقدار $P.W.P$ (فشار بر روی ۱۵ بار تنظیم شد بود) اندازه‌گیری شد. برای تعیین $F.C.^2$ نیز ۳ عدد گلدان با وزن و اندازه مشابه کاملاً اشباع گردید، سپس اجازه داده شد تا آب ثقی از گلدان‌ها خارج گردد در این حالت وزن گلدان (W_t) نشان دهنده مجموع وزن خاک خشک (W_s) + وزن گلدان (W_p) + وزن آب در حد ظرفیت مزرعه ($W_{w(f.c.)}$) می‌باشد.

پس از به دست آمدن مقادیر رطوبت وزنی خاک در $F.C$ و $P.W.P$ (به ترتیب $W_{fc}=0.32$ و $W_{p.w.p}=0.075$ برای تعیین $A.W^3$ یا آب قابل دسترس به طریقه زیر عمل شد:

$$(W_{f.c.}-W_{p.w.p}) \times W_s \\ (0.32-0.075) \times 10kg = 2.45kg$$

بنابراین میزان $A.W$ برابر ۲.۴۵ kg یا ۲۴.۵٪ وزن خاک بود، که برای تعیین وزن تیمارها به روش زیر عمل شد:

$$W_p^4 + W_s = 100\% \text{ (ظرفیت مزرعه (شاهد))} \\ W_p^4 + W_s + (W_{p.w.p}^6 + W_{AW}^7) W_s$$

$$(2) \text{ تیمار آبیاری } 75\% \text{ ظرفیت مزرعه (تنش ملایم)} = \\ W_p + W_s + (W_{p.w.p} + 75\% W_{AW}) W_s$$

$$(3) \text{ تیمار آبیاری } 50\% \text{ ظرفیت مزرعه (تنش متوسط)} = \\ W_p + W_s + (W_{p.w.p} + 50\% W_{AW}) W_s$$

$$(4) \text{ تیمار آبیاری } 25\% \text{ ظرفیت مزرعه (تنش شدید)} = \\ W_p + W_s + (W_{p.w.p} + 25\% W_{AW}) W_s$$

آبیاری و وزن کردن گلدان‌ها هر ۲ روز یکبار انجام شد.

خصوصیات مورفولوژیکی

طول شاخه قبل و بعد از دوره تیماردهی (از اوایل مرداد ماه تا انتهای فصل زراعی) با استفاده از کولیس دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) تعیین شد. سطح برگ به وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Win DIAS Image Analysis) محاسبه شد. با شمارش تعداد برگ‌ها قبل و بعد از دوره تیماردهی، تعداد برگ جدید شمارش شد. ریشه‌ها پس از قطع اندام هوایی به دقت از گلدان‌ها خارج و با آب مقطر شستشو شدند. پس از جدا کردن مواد زائد، با استفاده از کولیس

1- Permanent wilting point

2- Field capacity

3- Available water

4- Pot weight

5- Soil weight

6- Weigh the relative moisture content of soil in the permanent wilting point

7- Weight of water available

کلروفیل با استفاده از روابط زیر به دست آمد.

$$\begin{aligned} \text{Chl a } (\mu\text{g/ml}) &= (12.5 \text{ OD663}) - (2.55 \text{ OD645}) \\ \text{Chl b } (\mu\text{g/ml}) &= (18.29 \text{ OD645}) - (2.58 \text{ OD 663}) \\ \text{Chl (Total)} &= \text{Chl a} + \text{Chl b} \end{aligned}$$

اسید آمینه پرولین

جهت اندازه‌گیری اسید آمینه پرولین در برگ‌ها، ۰/۱ گرم برگ تازه را در هاون چینی همراه با ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوسالسیلیک ۳/۳ درصد به خوبی سائیده، و سپس با عبور دادن از صافی، عصاره حاصل را در لوله آزمایش ریخته و در مخلوط آب و یخ نگهداری گردید. در مرحله بعد ۲ میلی لیتر از معرف ناین هیدرین (۱/۲۵ گرم ناین هیدرین + ۲۰ میلی لیتر اسید فسفریک ۶ مولار + ۳۰۰ میلی لیتر اسید استیک خالص) و ۲ میلی لیتر اسید استیک به هر یک از لوله‌های محتوی عصاره و یا استاندارد افزوده شد. لوله‌ها به مدت یک ساعت در حمام آب جوش در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به منظور خنک شدن به داخل مخلوط آب و یخ منتقل شدند. سپس ۶ میلی لیتر تولوئن به هر یک از لوله‌های آزمایش افزوده، و به مدت ۲۰ ثانیه به وسیله شیکر به شدیداً تکان داده شدند. ۱ میلی لیتر از فاز بالایی را برداشته توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر میزان جذب نور قرائت شد (۵).

$$\mu \text{ mol prolin/gram of wet weight} = (\mu \text{ gram prolin/ml}) \text{ ml toloen/115.17 } \mu \text{ gram/mol(Prolin)}$$

آنالیز آماری

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار (برای هر تکرار ۳ مشاهده) انجام شد. آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج

رشد شاخه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس موید وجود اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها می‌باشد (جدول ۱). بیشترین میزان رشد شاخه در تیمار شاهد (۴۳/۴ میلی‌متر) و کمترین (۷/۸ میلی‌متر) میزان آن در تیمار تنش خشکی شدید مشاهده شد (شکل ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، بیشترین رشد شاخه مربوط به رقم شاه انجیری (۳۰/۱۳ میلی‌متر) و کمترین میزان آن مربوط به رقم متی (۲۸/۰۹ میلی‌متر) می‌باشد (شکل ۱). میزان رشد شاخه همه ارقام مختلف انجیر در سطح تنش شدید نسبت به سایر سطوح تنش خشکی کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (سبز ۶، شاه انجیر ۸، متی ۵/۱۶، سیاه ۱۲/۱۶ میلی‌متر) (شکل ۱).

دیجیتالی طول ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. حجم ریشه به روش اختلاف حجم ایجاد شده پس از قرار دادن ریشه در حجم معینی از آب (قانون ارشمیدس) محاسبه شد (۱۰). نسبت ریشه به ساقه از تقسیم طول ریشه به طول ساقه که پس از قطع از محل طوقه به وسیله کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شده بود، بدست آمد. وزن تر ریشه و اندام هوایی به وسیله ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ تعیین شد. درصد ماده خشک ریشه و اندام هوایی با استفاده از توزین وزن معینی از ریشه و اندام هوایی و قرار دادن در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت محاسبه شد.

محتوای نسبی آب برگ

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب از برگ‌های کاملاً گسترش یافته استفاده شد، که مقدار آن از فرمول زیر محاسبه شد:

$$RWC\% = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100$$

که در آن FW، وزن تازه نمونه‌های برگ، DW، وزن خشک آن‌ها پس از قرارگیری در آون دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و TW، وزن برگ‌ها پس از غوطه‌ور شدن در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت می‌باشد.

نشت الکترولیت

نشت الکترولیت مطابق روش بلوم و ابرکن (۷) محاسبه شد. ابتدا قطعات برگ‌ها به اندازه ۲ سانتی‌متر تهیه، و پس از شستشو همراه با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر در لوله‌های آزمایش قرار گرفتند. سپس لوله‌ها به مدت ۱۷ تا ۱۸ ساعت به وسیله شیکر شدیداً تکان داده شدند. پس از آن هدایت الکتریکی اولیه (C_i) به وسیله دستگاه هدایت‌سنج (مدل ۴۳۱۰، ساخت شرکت WAY JEN) اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌های آزمایش درون اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه انتقال داده شدند، و پس از سرد شدن محتویات داخل لوله‌های آزمایش هدایت الکتریکی ماکزیمم (C_m) اندازه‌گیری شد. در نهایت مقدار نشت الکترولیت از رابطه مقابل محاسبه شد:

$$EL = (C_i / C_m) \times 100$$

محتوای کلروفیل

میزان کلروفیل برگ به روش هیل و همکاران (۱۱) اندازه‌گیری شد. ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ‌های جوان کاملاً خرد شده و در هاون چینی با ۵ میلی لیتر آب مقطر ساییده شد. مخلوط حاصل در یک بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری توسط آب مقطر به حجم رسانیده شد. ۰/۵ میلی لیتر از مخلوط به دست آمده با ۴/۵ میلی لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط گردید. سپس به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. میزان جذب نور محلول رویی در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (مدل CE 2502 ساخت شرکت Bio Quest انگلستان) قرائت گردید. در نهایت غلظت

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روی برخی از خصوصیات مورفولوژیکی اندام‌های هوایی ارقام مختلف انجیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	رشد شاخه	تعداد برگ جدید	سطح برگ	وزن تر اندام‌های هوایی	وزن خشک اندام‌های هوایی
Sources changes	Degree of freedom	Shoot growth	New leaf number	Leaf area	Shoot wet weight	Shoot dry weight
رقم	3	33.8*	42.3*	581271.7**	1171.9**	269.8**
Cultivar						
سطح تنش	3	3023.6**	559.6**	7381822.4**	1019.9**	1524.1**
Stress level						
رقم × سطح تنش	9	262.3**	0.1 ns	285107.2*	815.2**	228.4**
Cultivars*Stress level						
خطای آزمایش	32	19.3	15.3	118587.5	257.5	41.9
Errors experiment						

***: معنی دار در سطح احتمال یک درصد، **: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی دار

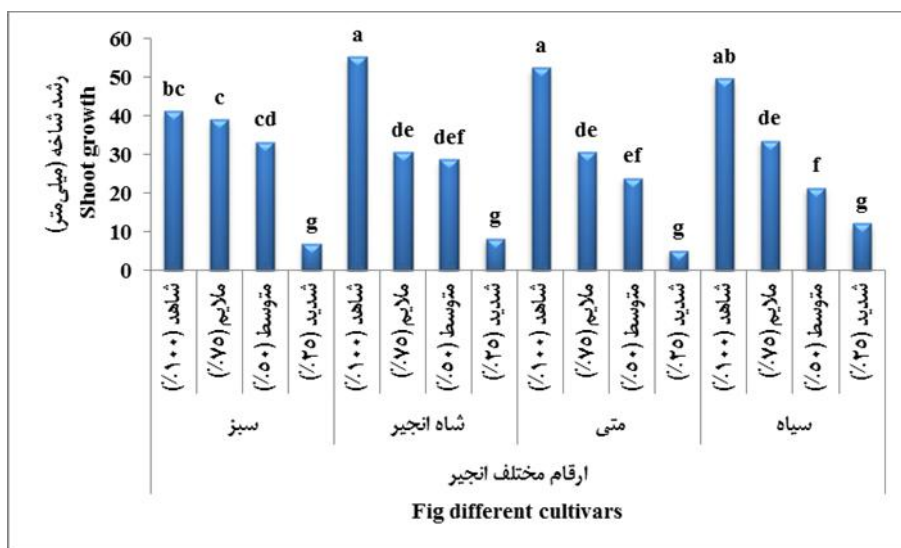
***: Significant at the one percent level, *: significant at the level of five percent probability, ns: non-significant difference

ادامه جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روی برخی از خصوصیات مورفولوژیکی ریشه ارقام مختلف انجیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع طول ریشه‌ها	سطح ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	نسبت ریشه به اندام هوایی
Sources changes	Degree of freedom	Total root length	Root level	Root wet weight	Root dry weight	Ratio of root to shoot
رقم	3	5492461 ns	2492405 ns	2431.2**	184.3*	0.52**
Cultivar						
سطح تنش	3	5059937 ns	7130597*	1339.9*	490.4*	3.08**
Stress level						
رقم × سطح تنش	9	6556754**	3693921 ns	1169.6**	82.7 ns	0.22**
Cultivars*Stress level						
خطای آزمایش	32	1039261	2289246	397.5	50.5	0.05
Errors experiment						

***: معنی دار در سطح احتمال یک درصد، **: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی دار

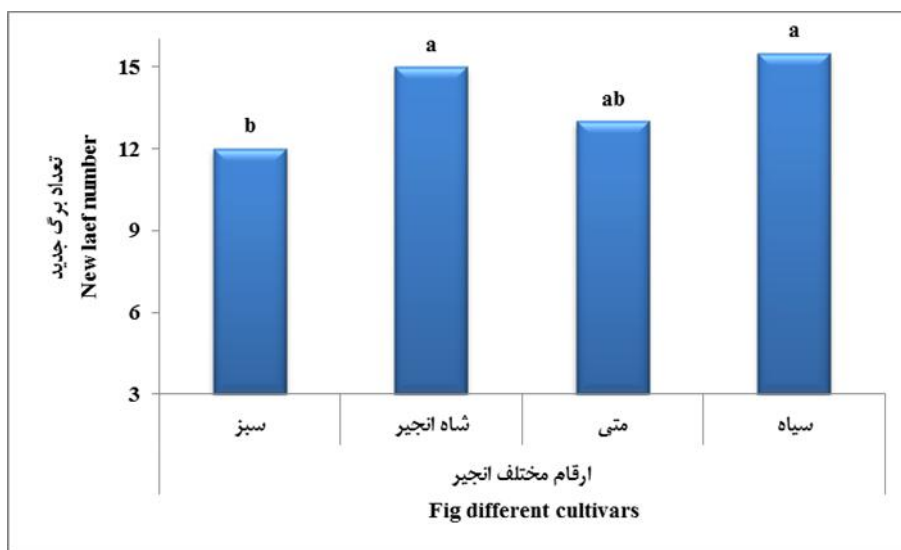
***: Significant at the one percent level, *: significant at the level of five percent probability, ns: non-significant difference



شکل ۱- رشد شاخه (میلی متر) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد)

Figure 1- Shoot growth (mm) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



شکل ۲- تعداد برگ جدید ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

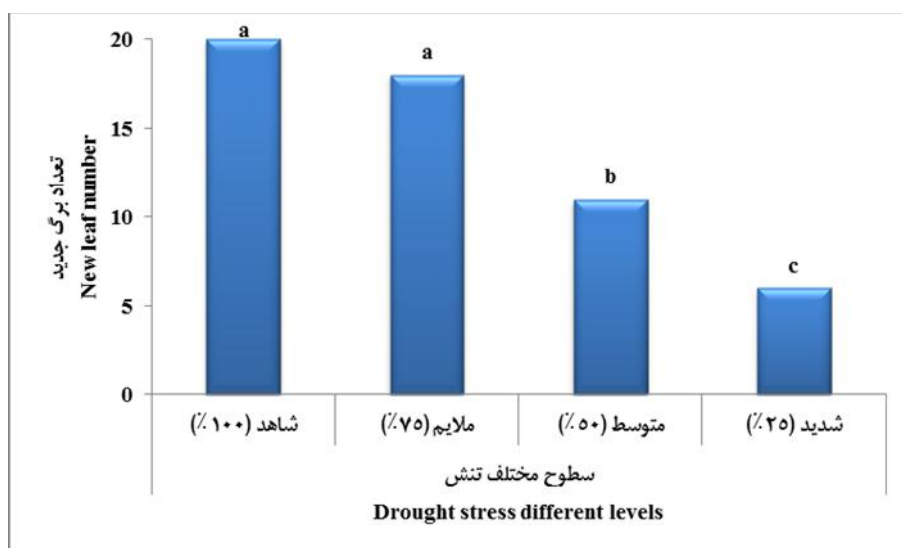
(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد)

Figure 2- New leaf number of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

تنش ملایم (سبز) ۱۳۴۳، شاه انجیر ۲۳۴۰، متی ۲۲۹۶، سیاه ۲۲۵۵ سانتی مترمربع، تنش متوسط (سبز) ۱۵۷۰، شاه انجیر ۱۹۰۰، متی ۱۶۲۵، سیاه ۱۴۰۰ سانتی مترمربع و تنش شدید (سبز) ۴۹۰، شاه انجیر ۴۵۶، متی ۵۵۸/۷، سیاه ۸۰۶/۷ مشاهده شد (شکل ۴). در بین ارقام مورد مطالعه در این آزمایش، رقم سبز نسبت به سایر ارقام از کمترین میزان سطح برگ برخوردار بود (شکل ۴).

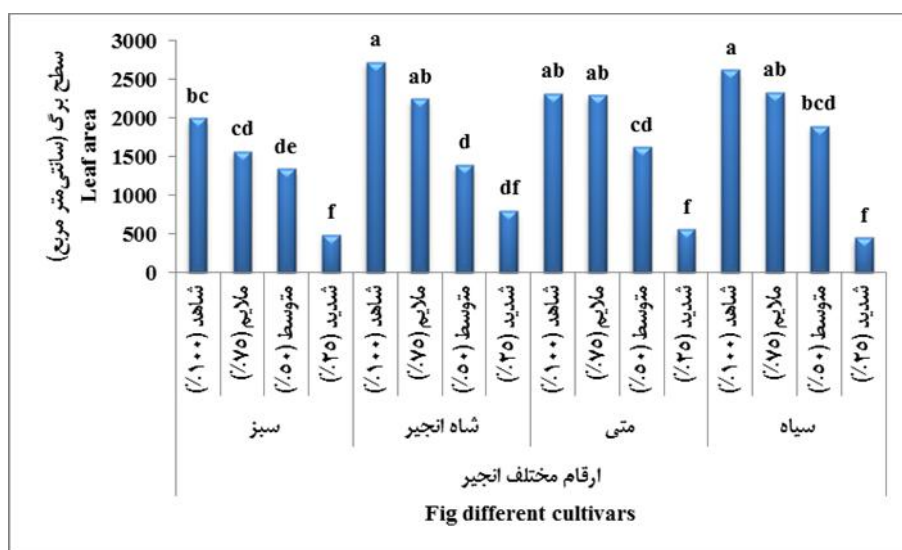
سطح برگ

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تفاوت معنی داری بین ارقام مختلف انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین میزان سطح برگ همه ارقام مختلف انجیر در سطوح مختلف تنش خشکی به ترتیب در تیمارهای شاهد (سبز) ۲۰۰۰، شاه انجیر ۲۶۲۵، متی ۲۳۲۰، سیاه ۲۷۳۲ سانتی متر مربع،



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر تعداد برگ جدید ارقام مختلف انجیر
(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 3- The effect of drought stress different treatments on the new leaf number of fig different cultivars
(Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



شکل ۴- سطح برگ (سانتی‌متر مربع) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی
(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 4- Leaf area (cm²) of fig different cultivars under drought stress different treatments
(Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

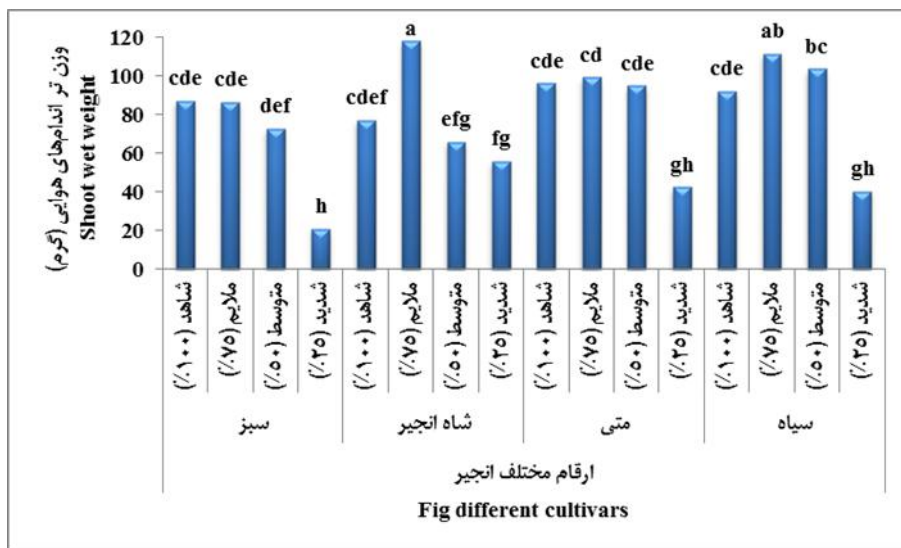
کمترین وزن تر اندام هوایی در همه ارقام انجیر مورد مطالعه در تیمار تنش شدید (سبز) ۲۱/۰۱، شاه انجیر ۵۶/۱، متی ۴۲/۶۲، سیاه ۴۰/۳۳ گرم) مشاهده شد (شکل ۵). بیشترین و کمترین وزن خشک اندام هوایی همه ارقام مورد مطالعه به ترتیب در تیمارهای شاهد (سبز

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی

براساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها از نظر وزن تر و خشک اندام هوایی وجود داشت (جدول ۱).

ارقام مختلف مورد مطالعه رقم سبز کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی را نسبت به سایر ارقام به خود اختصاص داده است (شکل‌های ۵ و ۶).

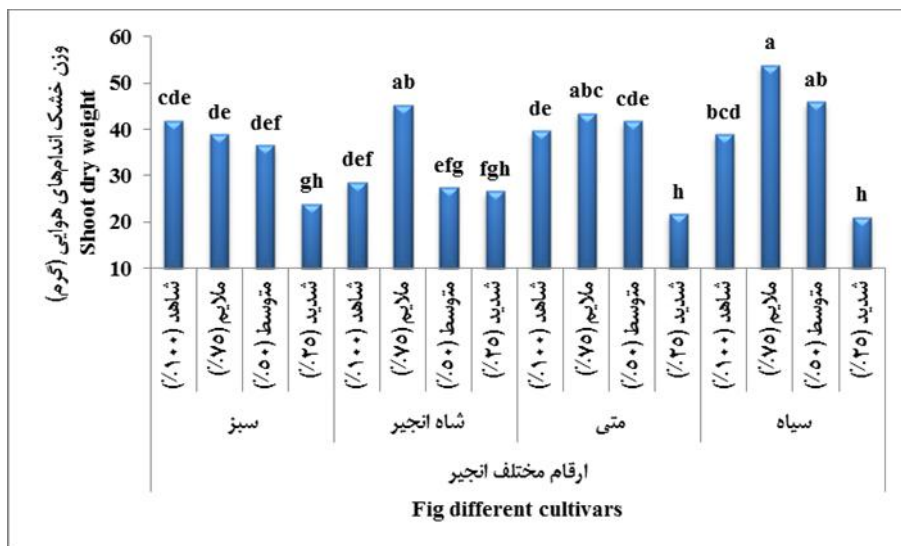
۳۲/۹۶، شاه انجیر ۲۲/۶۵، متی ۴۳/۴۶، سیاه ۴۴/۹۰ گرم) و تنش شدید (سبز ۱۳/۹۹، شاه انجیر ۱۶/۶۸، متی ۱۱/۶۵، سیاه ۱۱/۰۹ گرم) بدست آمد (شکل ۶). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که، بین



شکل ۵- وزن تر اندام‌های هوایی (گرم) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 5- Shoot wet weight (%) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



شکل ۶- وزن خشک اندام‌های هوایی (درصد) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

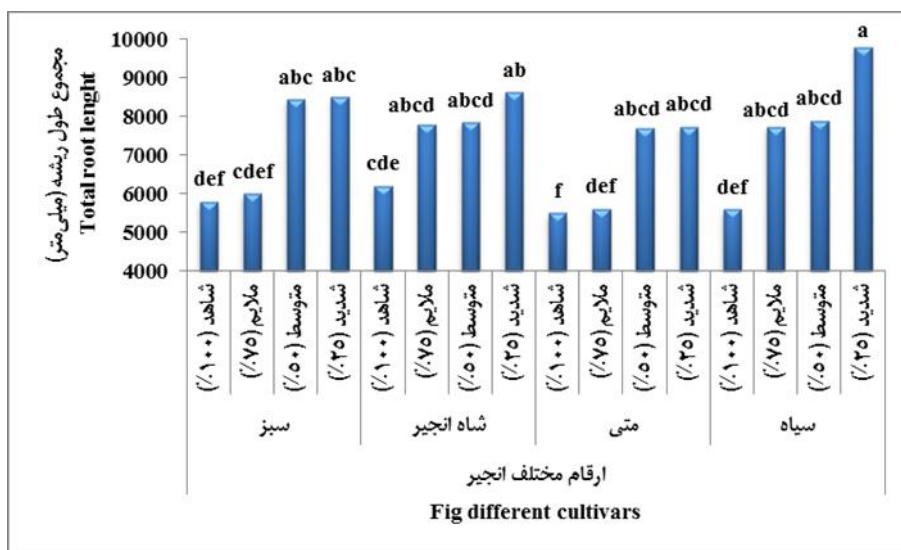
(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 6- Shoot dry weight (%) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

مجموع طول ریشه‌ها

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین ارقام مورد مطالعه انجیر و سطوح مختلف تنش خشکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، در حالی که اثر متقابل آن‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۱). بیشترین مجموع طول ریشه‌ها در همه ارقام مورد مطالعه به ترتیب در

تیمارهای تنش شدید (سبز ۸۵۳۲، شاه انجیر ۸۸۸۶، متی ۷۴۹۰ و سیاه ۱۰۲۳۰ میلی‌متر)، متوسط (سبز ۸۴۶۸، شاه انجیر ۸۸۲۹، متی ۷۲۷۸ و سیاه ۷۸۶۶ میلی‌متر)، ملایم (سبز ۶۴۹۵، شاه انجیر ۷۶۶۹، متی ۵۹۰۶، سیاه ۷۵۹۲ میلی‌متر) و شاهد (سبز ۵۶۴۵، شاه انجیر ۶۶۹۷، متی ۵۲۶۸، سیاه ۵۴۰۰ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۷- مجموع طول ریشه‌ها (میلی‌متر) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 7- Total root length (mm) of fig different cultivars under drought stress different treatments
(Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

براساس نتایج جدول ۱، بین ارقام مختلف انجیر و سطوح مختلف تنش خشکی از نظر وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، در حالی که بین اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در بین ارقام مورد مطالعه رقم سبز کمترین وزن خشک ریشه (۱۵/۰۳ گرم) را به خود اختصاص داده بود، در حالی که بین سه رقم دیگر از لحاظ وزن خشک ریشه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱۰). نتایج این تحقیق نشان داد که، با افزایش شدت تنش خشکی میزان وزن خشک ریشه‌ها کاهش می‌یابد به طوری که، بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (۲۵/۵۱ گرم) و پس از آن در تیمار تنش ملایم (۲۲/۱۶ گرم) در حالی که، کمترین میزان آن در تیمار تنش شدید بدست آمد (شکل ۱۱).

نسبت ریشه به اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس موید وجود اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها از نظر نسبت ریشه به اندام هوایی می‌باشد (جدول ۱). بیشترین میزان نسبت ریشه به اندام هوایی در همه ارقام مختلف انجیر به

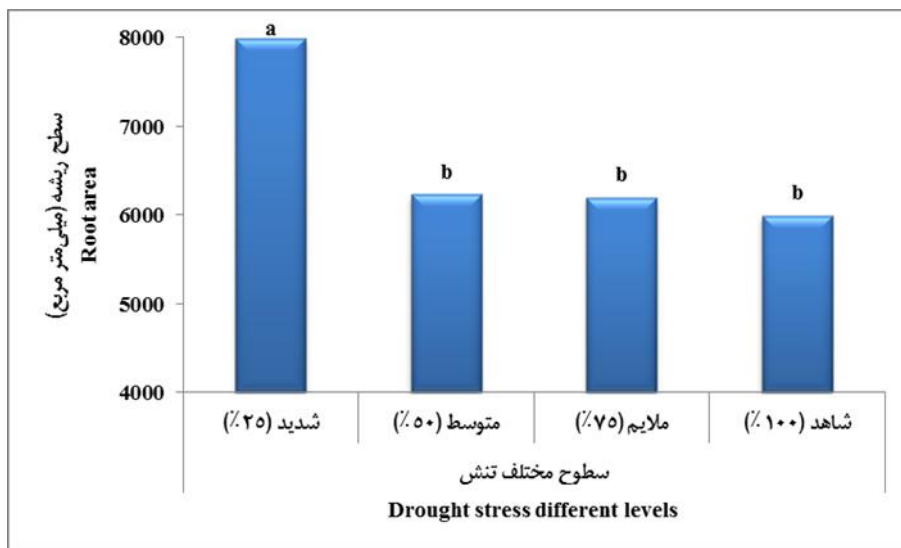
سطح ریشه

نتایج آنالیز آماری نشان داد که، فقط بین سطوح مختلف تنش خشکی از نظر سطح ریشه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بیشترین سطح ریشه در تیمار تنش شدید (۷۷۱۶ میلی‌متر مربع) بدست آمد، و بین سطوح دیگر تنش تفاوت معنی‌داری از لحاظ سطح ریشه مشاهده نشد (شکل ۸).

وزن تر و خشک ریشه

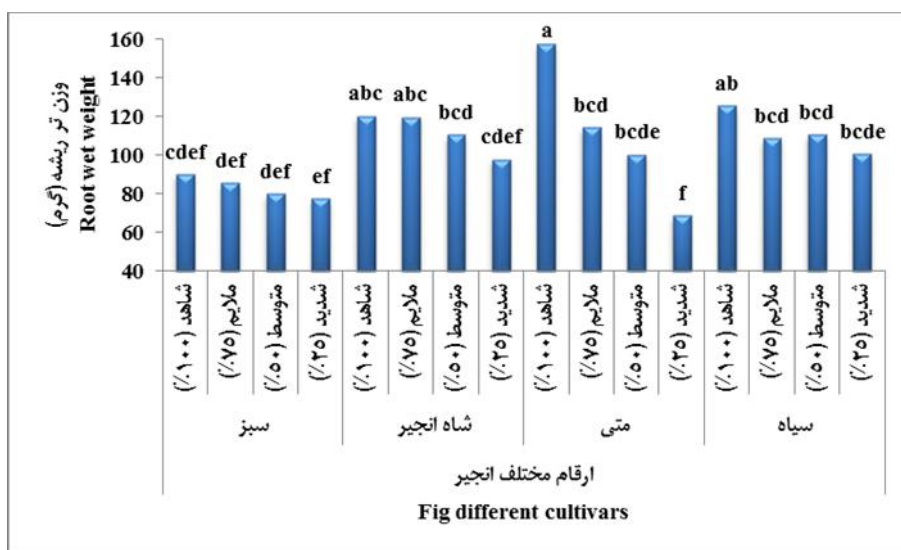
نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها از نظر وزن تر ریشه می‌باشد (جدول ۱). کمترین وزن تر در همه ارقام مورد مطالعه در تیمار تنش شدید (سبز ۷۳/۰۷، شاه انجیر ۹۵/۸، متی ۶۶/۷۵ و سیاه ۱۰۱/۶ گرم) و بیشترین میزان آن در تیمار شاهد (سبز ۹۰/۹۲، شاه انجیر ۱۲۱/۲، متی ۱۵۱/۸ و سیاه ۱۳۲/۴ گرم) مشاهده شد (شکل ۹). با توجه به شکل ۹، بین تمامی ارقام مورد مطالعه در همه سطوح مختلف تنش خشکی رقم سبز کمترین میزان وزن تر ریشه را به خود اختصاص داد.

ترتیب در تیمارهای تنش شدید (سبز ۲/۳۹، شاه انجیر ۱/۴۶، متی ۰/۹۲، سیاه ۱/۱۱ میلی‌متر) و شاهد (سبز ۰/۹۵، ۲/۳۶ و سیاه ۱/۵۰ میلی‌متر)، تنش متوسط (سبز ۱/۰۸، شاه انجیر ۰/۶۳، متی ۱/۰۳، سیاه ۰/۶ میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱۲).
 ۱/۰۲، متی ۱/۴۶ و سیاه ۰/۸۸ میلی‌متر)، تنش ملایم (سبز ۰/۸۰،



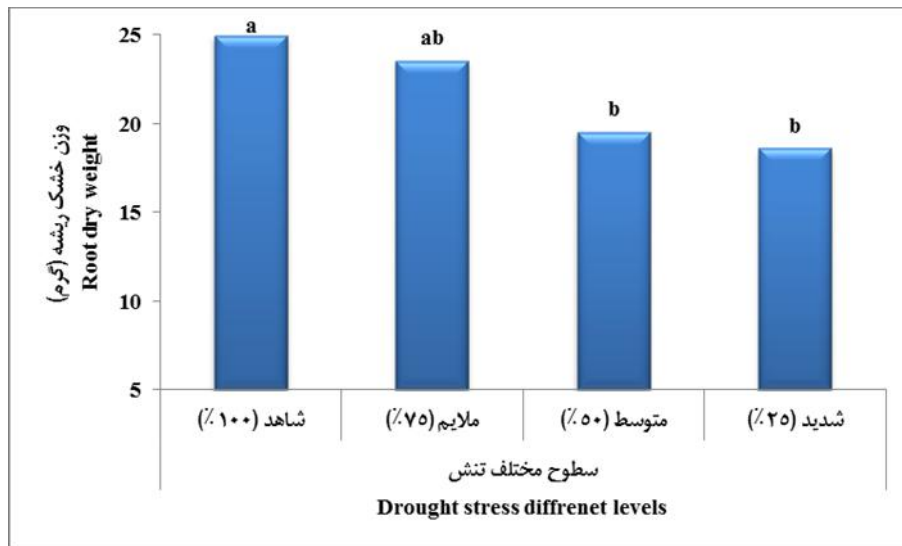
شکل ۸- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر سطح ریشه (میلی متر مربع) ارقام مختلف انجیر
 (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 8- The effect of drought stress different treatments on root area (mm²) of fig different cultivars
 (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



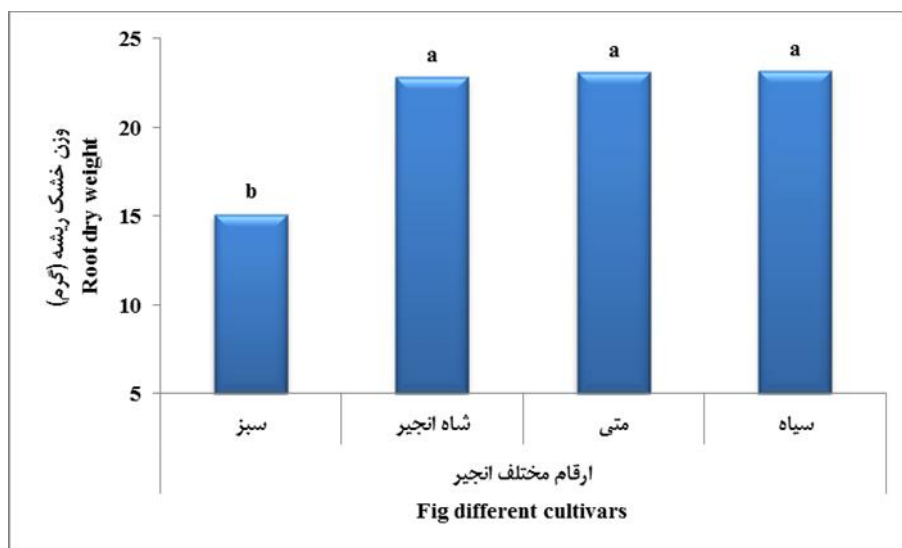
شکل ۹- وزن تر ریشه (گرم) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی
 (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 9- Root wet weight (g) of fig different cultivars under drought stress different treatments
 (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



شکل ۱۰- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر وزن خشک ریشه (درصد) ارقام مختلف انجیر (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 10- The effect of drought stress different treatments on root dry weight (%) of fig different cultivars (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



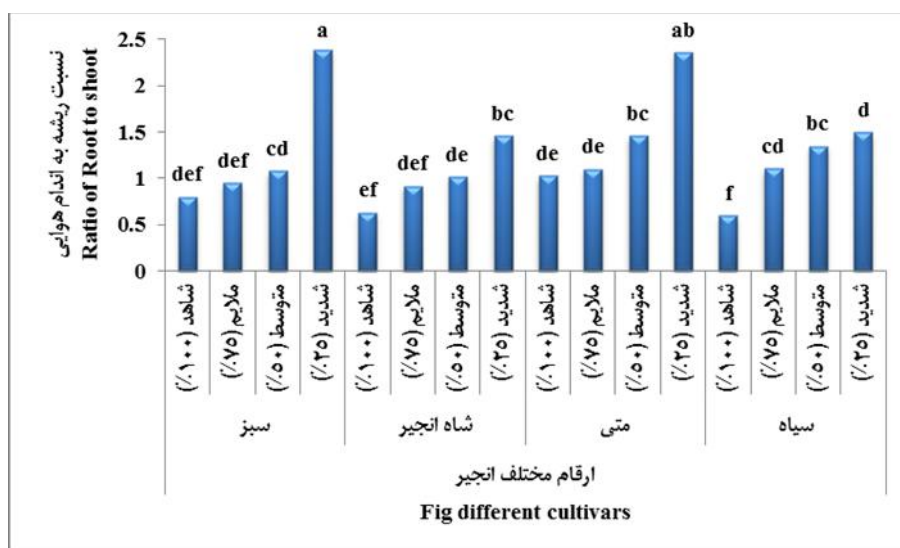
شکل ۱۱- وزن خشک ریشه (درصد) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 11- Root dry weight (g) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

میزان محتوای نسبی آب برگ به ترتیب در تیمارهای شاهد (۴۵/۴۸٪)، تنش ملایم (۳۹/۲۹٪)، تنش متوسط (۲۹/۶٪) و تنش شدید (۲۴/۹٪) مشاهده شد. بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ در رقم سیاه (۳۷/۲٪) و کمترین میزان آن در رقم سبز (۳۱/۲٪) وجود داشت (شکل ۱۴).

محتوای نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، بین ارقام مختلف و سطوح مختلف تنش خشکی از لحاظ محتوای نسبی آب برگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد در حالی که، اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). با توجه به شکل ۱۳، بیشترین و کمترین



شکل ۱۲- نسبت ریشه به اندام هوایی ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 12- Ratio of Root to shoot of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی برگ ارقام مختلف انجیر

Table 2- The average square of the ANOVA effect of drought stress on some leaf physiological characteristics of different cultivars of fig

منابع تغییرات Sources changes	درجه آزادی Degree of freedom	محتوی نسبی آب برگ Relative water content	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	کلروفیل کل Total Chlorophyll	پرولین Prolin
رقم Cultivar	3	80.9*	670**	0.3**	0.1 ^{ns}
سطح تنش Stress level	3	1031.1**	5072**	4.1**	15.2**
رقم × سطح تنش Cultivars*Stress level	9	31 ^{ns}	68**	0.2**	0.6 ^{ns}
خطای آزمایش Errors experiment	32	24.7	23	0.01	0.3

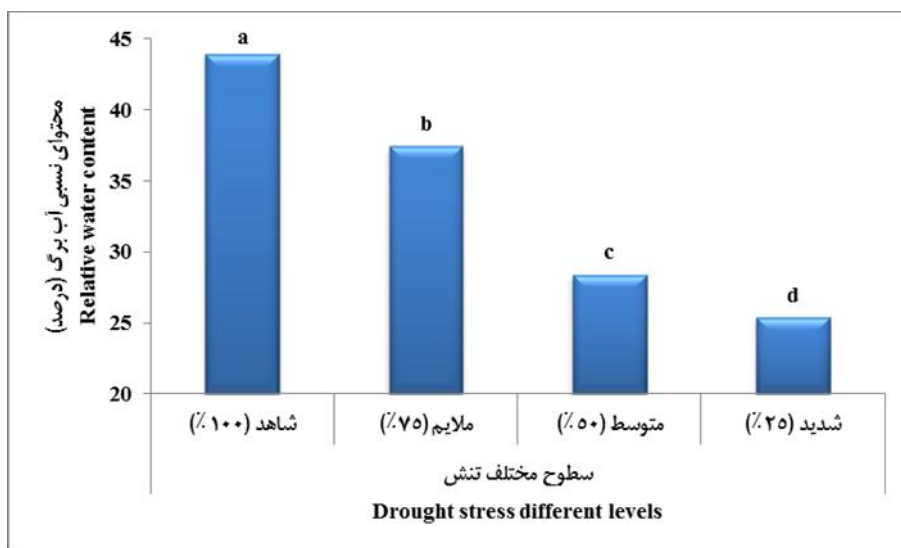
** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد، * : معنی دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: عدم تفاوت معنی دار

** : Significant at the one percent level, * : significant at the level of five percent probability, ns: non-significant difference

نشت الکترولیت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، بین ارقام مختلف انجیر، سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها از نظر میزان نشت الکترولیتی اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). با توجه به شکل ۱۵، بیشترین نشت الکترولیت در تیمار تنش شدید و کمترین میزان آن در تیمار شاهد بدست آمد. در بین ارقام مورد آزمایش رقم سیاه

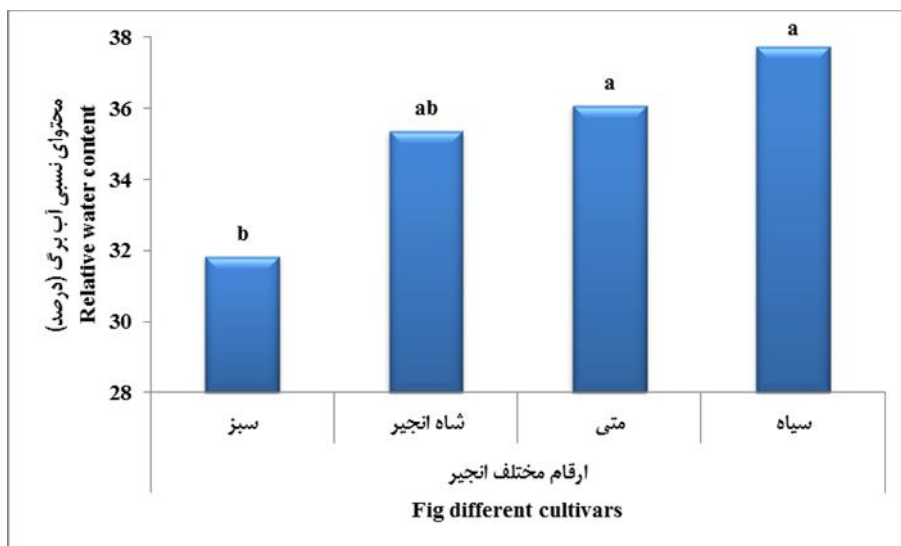
بیشترین میزان نشت الکترولیت را دارا بود، در حالی که بین سه رقم دیگر تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان نشت الکترولیت وجود نداشت (شکل ۱۵). میزان نشت الکترولیت ارقام سبز، شاه انجیر، متی و سیاه در تیمار تنش شدید به ترتیب ۶۳/۵، ۵۹/۴، ۵۹/۱ و ۸۵/۲ درصد بود، که بیشترین میزان نشت الکترولیت را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۵).



شکل ۱۳- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر میزان محتوای نسبی آب برگ (درصد) ارقام مختلف انجیر

(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

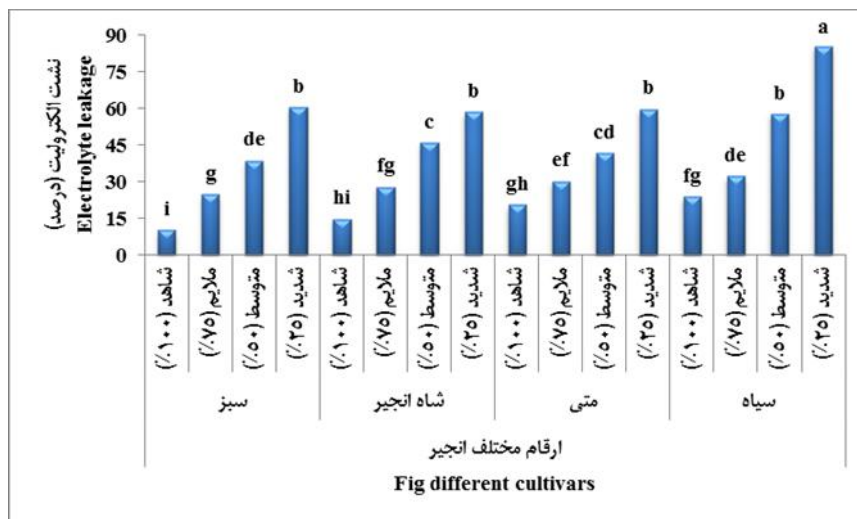
Figure 13- The effect of drought stress different treatments on relative water content (%) of fig different cultivars (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



شکل ۱۴- میزان محتوای نسبی آب برگ (درصد) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی

(حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 14- Relative water content (%) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)



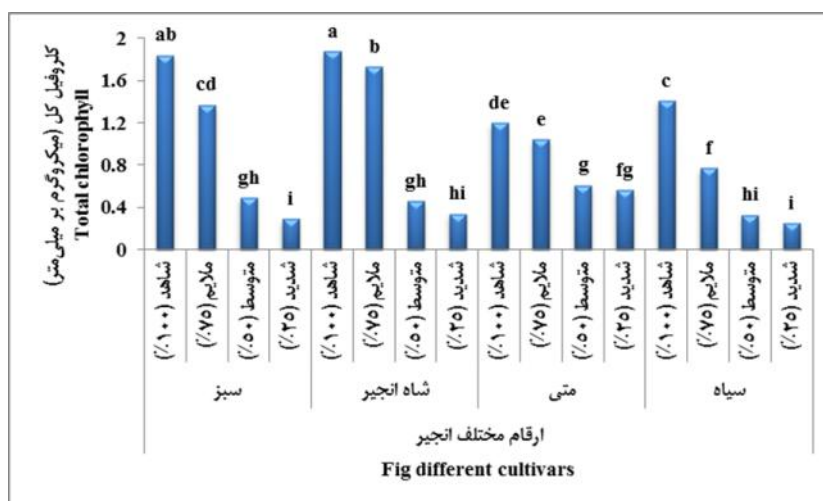
شکل ۱۵- نشت الکترولیت (درصد) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 15- Electrolyte leakage (%) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

میزان کلروفیل تفاوت معنی‌داری وجود داشت به طوری که، بیشترین میزان آن به ترتیب در رقم شاه انجیر (۱/۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، سبز (۰/۹۹ میکروگرم بر میلی‌متر)، متی (۰/۸۶ میکروگرم بر میلی‌متر) و سیاه (۰/۷ میکروگرم بر میلی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱۶). در همه ارقام کمترین میزان کلروفیل کل برگ در تیمار تنش شدید و بیشترین میزان آن تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۱۶).

کلروفیل کل برگ

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که، بین ارقام مختلف انجیر، تیمارهای مختلف تنش خشکی و اثر متقابل آن‌ها از لحاظ محتوای کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). با توجه به شکل ۱۶، بیشترین و کمترین میزان کلروفیل کل برگ به ترتیب در تیمارهای شاهد (۱/۶۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و تنش شدید (۰/۳۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بدست آمد. بین ارقام مختلف از لحاظ



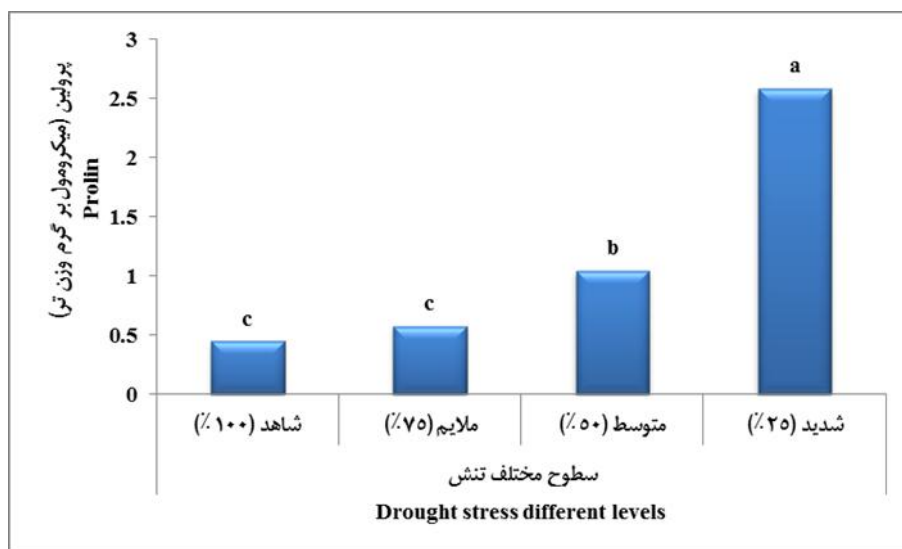
شکل ۱۶- میزان کلروفیل کل برگ (میکروگرم بر میلی‌متر) ارقام مختلف انجیر تحت تیمارهای مختلف تنش خشکی (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد)

Figure 16- Total Chlorophyll (microgram per mm) of fig different cultivars under drought stress different treatments (Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

محتوای پرولین

با توجه به جدول ۲ مشخص شد که، فقط بین سطوح مختلف تنش خشکی از نظر میزان پرولین برگ تفاوت معنی داری وجود دارد، در حالی که بین ارقام مختلف انجیر و اثر متقابل آن با سطوح مختلف تنش خشکی اختلاف معنی داری وجود ندارد. در این آزمایش بیشترین میزان پرولین در تیمار تنش شدید (۲/۶ میکرومول بر گرم وزن تر) و

بعد از آن در تنش متوسط (۱/۰۶ میکرومول بر گرم وزن تر) و سطح تنش ملایم (۰/۲۱ میکرومول بر گرم وزن تر) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (۰/۲۱ میکرومول بر گرم وزن تر) بدست آمد، که بین دو سطح تنش ملایم و شاهد تفاوت معنی داری از لحاظ میزان پرولین مشاهده نشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر میزان پرولین برگ (میکرومول بر گرم وزن تر) ارقام مختلف انجیر (حروف متفاوت روی ستون‌ها طبق آزمون LSD دارای تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد)

Figure 17- The effect of drought stress different treatments on leaf prolin content (micromoles per gram of wet weight) of fig different cultivars

(Different letters in columns according to LSD test was significantly different at level of 0.05)

برگ در برابر تنش‌های شدید می‌شود (۱۳ و ۱۴). توریسیلاز و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که، تنش آبی روی زردآلو باعث کاهش معنی داری در کل سطح برگ می‌شود که عمدتاً به خاطر ریزش برگ‌های بالغ است. همچنین مشخص شده است که، کاهش سطح برگ پایه‌های سیب در شرایط تنش خشکی یک پدیده معمول است (۳). در آزمایشی که بر روی ۶ رقم زیتون تحت شرایط تنش خشکی انجام شد مشخص شده که، تعداد برگ‌ها تحت تاثیر تنش کاهش یافت (۲۸). نتایج حاصل از این تحقیق به خوبی نشان می‌دهد که، در شرایط تنش خشکی میزان سطح برگ و تعداد برگ ارقام مختلف انجیر کاهش می‌یابد.

یکی از عوامل مهم در مقاومت به خشکی و اجتناب از آن، جذب آب کافی است. از طرفی مجموع طول ریشه‌ها، یکی از فاکتورهای موثر در میزان جذب آب است. در واقع بالا بودن مجموع طول ریشه‌ها از جهت بهره‌برداری ریشه از بخش وسیع‌تری از خاک و

بحث

سیورستن (۲۴) اظهار داشت که، کاهش تورگر در اثر تنش آبی باعث محدودیت رشد شاخه می‌شود. در پژوهشی که بر روی درختان هلو و گلابی تحت تاثیر تنش خشکی انجام شده بود، مشخص شد که رشد رویشی درختان در شرایط تنش کاهش می‌یابد (۱۹). همچنین تان و بوتیری (۲۵) گزارش نمودند که، ارتفاع دانهال هلو در شرایط تنش خشکی شدید کاهش می‌یابد. شریعتی و عصاره (۲۲) گزارش نمودند که، در شرایط تنش خشکی پارامترهای گونه‌های مختلف اکالیپتوس کاهش می‌یابد. نتایج این آزمایش نشان داد که، با افزایش شدت تنش خشکی رشد شاخه‌های ارقام مختلف انجیر کاهش می‌یابد.

تنش آب زمانی در یک گیاه افزایش می‌یابد که شدت تعرق در آن از میزان جذب آب تجا و زکند (۱۶). کاهش سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی در گیاهان متحمل، سبب حفظ و نگهداری بیشتر آب

در آزمایشی که بر روی آواکادو انجام شده بود مشخص شده است که، تنش خشکی باعث کاهش در محتوای نسبی آب برگ می‌گردد و کاهش تنها ۱۰ درصد در مقدار محتوای نسبی آب برگ باعث کاهش محسوسی در مقدار پتانسیل آب برگ گردید (۸). همچنین ضرابی و همکاران (۲۸) در تحقیق بر روی ۶ رقم زیتون تحت شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که، محتوای نسبی آب برگ تحت تاثیر تنش کاهش یافت. نتایج تحقیق حاضر با نتایج این پژوهش‌ها مطابقت دارد.

مشخص شده است که حفظ و سلامت غشا تحت شرایط تنش خشکی یکی از اصلی‌ترین اجزاء تحمل گیاهان به تنش خشکی می‌باشد. در پژوهشی که بر روی گیاه لوبیا انجام شده بود مشخص شده است که، با کاهش بیشتر آب آسیب بیشتری به غشای سلولی وارد می‌شود (۱۵). نتایج این تحقیق نشان داد که، با افزایش سطح تنش میزان نشت الکترولیت در همه ارقام افزایش می‌یابد که با نتایج باجی و همکاران (۴) و کوچوا و همکاران (۱۵) مطابقت دارد.

شریعت و عصاره (۲۲) در تحقیقی بر روی ۴ گونه اکالیپتوس تحت شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که، غلظت کلروفیل در این گیاه تحت شرایط تنش کاهش می‌یابد. همچنین احمدی و سرمرده (۱۱) اظهار داشتند که، میزان کلروفیل ۴ رقم مختلف گندم تحت تاثیر تنش خشکی کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با نتایج این پژوهش‌ها مطابقت دارد.

یکی از مهمترین موادی که تحت تنش خشکی افزایش می‌یابد، و برای گیاه در غلظت بالا سمی نیست اسید آمینه پرولین می‌باشد. اسید آمینه پرولین باعث کاهش پتانسیل آب درون سلول شد، باعث می‌شود گیاه در شرایط تنش خشکی بتواند آب جذب کند. زمانی و همکاران (۲۷) گزارش نمودند که، با افزایش میزان تنش در بادام میزان پرولین بیشتر می‌شود. همچنین در پژوهش‌های که بر روی گندم (۱)، ذرت شیرین (۱۷) و اکالیپتوس (۲) انجام شده است مشخص شده که، با افزایش سطح تنش خشکی میزان پرولین نیز افزایش می‌یابد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که، با افزایش سطح تنش میزان رشد شاخه، سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل برگ کاهش می‌یابد، در حالی که طول ریشه، سطح ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، نشت الکترولیت و پرولین برگ افزایش می‌یابد. در این آزمایش صفات مختلف و زیادی برای اثبات اینکه کدامیک از رقم‌ها به شرایط تنش و کم آبی سازگارتر است اندازه‌گیری شد، که به طور کلی نتایج نشان داد که، رقم سیاه شرایط کم آبی را نسبت به سایر ارقام بهتر تحمل می‌کند.

افزایش نقاط جذب آب و عناصر غذایی، می‌تواند برای گیاه حائز اهمیت باشد (۱۰). این بدین معناست که در شرایط تنش مجموع طول ریشه‌های بیشتری وجود دارد. کیان و فری (۲۰) هنگامی که محتوای رطوبت حجمی خاک در اعماق مختلف را اندازه گرفتند اظهار داشتند که، در لایه‌های سطحی خاک تحت شرایط خشکی رطوبت به سرعت کاهش می‌یابد، این در حالی است که از محتوای رطوبتی در اعماق پایین‌تر خاک به کندی کاسته می‌شود. لذا بدیهی است که بیشترین طول ریشه مخصوصاً در گیاهان مقاوم، جهت اجتناب از خشکی در تنش‌های شدید تولید شود. در این بررسی مشاهده شد که با افزایش شدت تنش میزان طول ریشه در همه ارقام مختلف انجیر روند افزایشی دارد، به طوری که بیشترین طول ریشه در تنش خشکی شدید بدست آمد. نتایج این تحقیق با نتایج کیان و فری (۲۰) مطابقت دارد.

هنگامی که خشکی رخ می‌دهد، محتوای رطوبتی خاک به شدت کاهش می‌یابد، در نتیجه اندک مولکول‌های آب موجود در خاک تحت این شرایط به وسیله نیروی مکش زیادی از جانب ذرات ریز خاک به شدت جذب می‌شوند. لذا باید سطح تماس بین ریشه‌ها و ذرات خاک افزایش یابد تا این مقدار آب برای گیاهان که بسیار ضروری است، قابل دسترس باشد. افزایش سطح ریشه در زمان تنش‌های خشکی از طریق افزایش نقاط ورودی آب و عناصر غذایی و همچنین به وسیله افزایش سطح جذب، می‌تواند کارایی جذب آب و عناصر غذایی را افزایش دهد (۱۰). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که، سطح ریشه بین سطوح مختلف تنش معنی‌دار است به طوری که با افزایش شدت تنش میزان سطح ریشه افزایش می‌یابد. این نتایج با نتایج گنجعلی (۱۰) همخوانی دارد.

یکی دیگر از اثرات آشکار تنش خشکی کاهش وزن قسمت هوایی گیاهان است (۲۳). همچنین در منابع متعددی خصوصاً در مورد گیاهان حساس به خشکی اشاره شده است که، در شرایط تنش خشکی وزن خشک ریشه‌ها کاهش می‌یابد (۱۲ و ۱۸). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، در همه ارقام مورد مطالعه با افزایش شدت تنش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و ریشه کاهش می‌یابد به طوری که کمترین میزان آن در تیمار تنش خشکی شدید مشاهد شد، در حالی که تیمار شاهد بیشترین وزن را به خود اختصاص داده بود.

بهبودی و میلز (۶) اظهار داشتند که، ریشه‌ها به دلیل لین که در معرض تنش خفیف‌تری نسبت به شاخه‌ها قرار دارند معمولاً نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش می‌یابد. همچنین سیورستن (۲۴) گزارش نمود که، رطوبت ناکافی خاک از طریق افزایش تراکم نسبی ریشه توانسته باعث افزایش در نسبت ریشه به اندام هوایی در سیب و مرکبات شود. براساس نتایج این مطالعه مشخص شد که، نسبت ریشه به اندام هوایی تحت شرایط تنش افزایش می‌یابد.

منابع

- 1- Ahmadi A., and Srmdreh A. 2004. Effect of drought stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and prolin in 4 wheat cultivars adapted to different climatic conditions of Iran. Journal of Agricultural Sciences Iran. 35 (3): 753-763. (in Persian with English abstract)
- 2- Akhondi M., Safarnejad A. and Lahouti M. 2006. Effect of drought stress on prolin accumulation and mineral nutrients changes in alfalfa Medicago Sativa L. Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 10 (1): 175-175.
- 3- Atkinson C.H.J., Poloicarlo M.A.D. and Kuden A. M. 1999. Drought tolerance of apple rootstocks: Production and partitioning of dry matter. Plant and Soil, 206: 223-235.
- 4- Bajji M., Kinet J.M. and Lutts S. 2001. The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. Plant Growth Regulation, 1-10.
- 5- 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.
- 6- Behboudian M.H. and Mills T.M. 1997. Deficit irrigation in deciduous orchards. John Wiley and Sons. Inc., New York. P. 279
- 7- Blum A. and Ebercon A. 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Science, 21: 43-47.
- 8- Chartzoulakis K., Patakas A.G., Kofidis A. and Nastou A. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. Scientia Horticulturae. 95:39-50.
- 9- Faghi H., and Sabet Sarvestani J. 2003. Fig (planting and harvesting). Rahagoosha Publications. P. 292. (in Persian)
- 10- Ganjali A. 2005. Investigation of physiology-morphological aspects to drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) species. Ph. D. Thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. P. 238. (in Persian with English abstract)
- 11- Hill J., Verheggen F.P., Fernssen H., Vankammen A. and Zabel K. 1985. Bleomycin resistance: A new dominant selectable marker for plant cell transformation. Plant Molecular Biology, 7: 171-176.
- 12- Huang B. and Gao H. 2000. Root physiological characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivars. Crop Science, 40: 196-203.
- 13- Johns G.G. 1978. Transpiration, leaf area, stomatal and photosynthetic responses to gradually induced water stress in four temperate herbage species. Australian Journal of plant physiology, 5: 113-125.
- 14- Johns G.G. and Lazenby A. 1973. Defoliation, leaf area index, and the water use of four temperate pasture species under irrigated and dryland conditions. Australian Journal of Agricultural Research, 24: 783-795.
- 15- Kocheva K., Lambrev P., Georgiev G., Goltsev V. and Karabaliyev M. 2004. Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. Bioelectrochemistry, 63: 121-124.
- 16- Kozlowski T.T. 1968. Introduction In: Kozlowski T.T. (Ed.). Water deficit and plant growth. P.I. Academic Press. New York.
- 17- Mohamadkhani N. and Haidary R. 2008. Drought -induced Accumulation of soluble sugars and proline in two Maize varieties. World Applied Sciences Journal, (3): 448- 453.
- 18- Pand H. and Singh J.S. 1981. Comparative biomass and water status of four range grasses growth under two soil water conditions. Journal of Range Management, 34: 480-484.
- 19- Probsting E.L. and Middleton J.E. 1980. The behavior of peach and pear trees under extreme drought stress. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105: 380-385.
- 20- Qian Y.L. and Fry J.D. 1996. Irrigation frequency affects zoysiagrass rooting and plant water status. Horticultural Science, 31: 234-237.
- 21- Reddy A.R., Claitanya K.V. and Vivekanadan M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161: 1189-1202.
- 22- Shariat A., and Asare M.H. 2008. Effect of drought stress on plant pigments, prolin, soluble sugars and growth properties of four eucalyptus species. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 15 (6): 13-24. (in Persian with English abstract)
- 23- Slahvrzy E. 2007. Effects of drought stress and re-irrigation on morpho-physiologic and biochemical responses in domestic and imported grasses. Master's thesis, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. P. 160. (in Persian with English abstract)
- 24- Syversten J.P. 1985. Integration of water stress in fruit trees. Horticultural Science, 20: 1039-1043.
- 25- Tan C.S. and Buttery B.R. 1982. The effect of soil moisture stress to various fractions of the root system on transpiration, photosynthesis and internal water relation of peach seedling. Journal of the American Society for Horticultural Science, 107: 845-849.

- 26- Torrecillas A., Galego R., Perez-Pastor A. and Ruize-Anchez M. C. 1999. Gas Exchange and water relations of young apricot plants under drought conditions. *Journal of Agriculture Science*, 132: 445-452.
- 27- Zamani Z., Taheri A., Vazaei A. and Poustini K. 2002. Proline content and stomata resistance of almond seedling as affected by irrigation intervals. *Acta Horticulture*, 591: 411-416.
- 28- Zarrabi M., Motlaiy A., and Lesani H. 2008. Effect of drought stress on morphological and anatomical characteristics of olive different cultivars. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science Iran)*. 39 (1): 109-117. (in Persian with English abstract)



بررسی تأثیر کاربرد سولفات پتاسیم و اسیدهیومیک بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گل راعی (*Hypericum perforatum*)

هاله کابلی فرشیچی^۱ - مجید عزیزی^{۲*} - حسین نعمتی^۳ - وحید روشن سروسستانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دو نوع کود مختلف آلی (اسید هیومیک مایع) و غیر آلی (سولفات پتاسیم) بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس گل راعی، آزمایشی به صورت فاکتوریل (۳×۳) با سه تکرار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه فردوسی مشهد طی سال زراعی ۹۰-۹۱ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل سولفات پتاسیم (K_x) در غلظت‌های (صفر، ۶۰ و ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و اسید هیومیک (H_x) در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰) لیتر در هکتار بودند که به ترتیب در دو مرحله (در اسفند ماه) قبل از گلدهی و هر پانزده روز یکبار (در مجموع چهار بار) همراه با آب آبیاری اعمال گردیدند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه، تعداد ساقه گل‌دهنده و تعداد خوشه گل در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است؛ اما اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. از سویی در بالاترین سطح تیمارها (۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم (K_{100}) و ۴۰ لیتر اسید هیومیک (H_{40})) بالاترین میزان وزن تر و خشک در واحد مترمربع در برداشت اول و دوم تولید گردید. از سوی دیگر بالاترین میزان ارتفاع، تعداد گل و تعداد شاخه گل‌دهنده نیز متعلق به همین تیمار بود. میزان اسانس به دست آمده در دو تیمار ($K_{100} \times H_{20}$) و ($K_{100} \times H_{40}$) از سایر تیمارها بیشتر و با سایر سطوح تیماری اختلاف معنی‌دار نشان داد. این دو سطح کودی میزان اسانس در این گیاه را نیز افزایش داد. تجزیه عناصر غذایی ماکرو در گیاه نشان داد که تیمارهای اعمال شده بر مقادیر فسفر و نیتروژن جذب شده تأثیر معنی‌دار نداشت اما میزان پتاسیم در تیمار $K_{100} \times H_{40}$ از سایر تیمارها بالاتر بود. با توجه به این که پراکنش طبیعی گل راعی در اراضی با پتاسیم بالا گزارش شده است احتمال می‌رود تغذیه این گیاه با کودهای حاوی پتاسیم برای بهبود کیفیت و کمیت مواد مؤثره نیز مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، کود شیمیایی، گیاهان دارویی

مقدمه

(۳) ولیکن بر اساس مطالعات صورت گرفته تاکنون اثر کودهای پتاسیم‌دار بر این گیاه مورد بررسی قرار نگرفته است. گل راعی یا علف چای (*Hypericum perforatum*) متعلق به تیره Hypericaceae بوده که این تیره با نام‌های دیگر هم‌چون Clusiaceae و Guttiferae نیز شهرت دارد (۲). این گیاه از نظر آب و هوایی با مناطق معتدل سازگار است و گیاهی روز بلند و مقاوم به سرما نیز می‌باشد (۱۲). بیشترین مقدار متابولیت‌های ثانویه نظیر نفتودیانترون‌ها و اسیل فلوروگلوکوسینول‌های گیاه مذکور در اندام‌های اختصاصی مانند پرچم، گلبرگ و مادگی آن وجود دارند. علاوه بر فلاونوئید، گل راعی حاوی اسانس نیز می‌باشد که در پیکر رویشی آن ذخیره می‌گردد.

کاسیلیا و همکاران (۱۳) سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک را به صورت کوددهی با آب آبیاری هر ۲ هفته یک بار روی گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) به کار بردند. افزایش سطوح مختلف اسید هیومیک تأثیر معنی‌داری در افزایش

در تولید گیاهان دارویی علاوه بر شرایط آب و هوایی، فاکتورهای خاکی نیز از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در بین فاکتورهای مربوط به خاک، نقش عناصر غذایی از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد بود. چرا که این عامل به راحتی قابل تغییر بوده و می‌توان با تغییر آن‌ها، تغییرات قابل توجهی را در کمیت و کیفیت گیاهان دارویی ایجاد نمود. عناصر غذایی نه تنها در افزایش میزان محصول گیاهان دارویی همانند بقیه گیاهان مؤثر هستند بلکه کیفیت محصول تولیدی را نیز تغییر می‌دهند (۴). در گل راعی اثر کودهای نیتروژن و فسفر جهت افزایش عملکرد و هم‌چنین بالا بردن ماده مؤثره گزارش گردیده است

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*) نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir

۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز

نسبت به مقادیر مختلف کودهای مورد استفاده پاسخ‌های متفاوتی نشان می‌دهند و مدیریت تغذیه‌ای مناسب می‌تواند در افزایش عملکرد و کیفیت محصول حائز اهمیت باشد (۱۶). بدیهی است که تغذیه بهینه‌ی گل راعی نیز همانند سایر گیاهان دارویی می‌تواند در ارتقای ویژگی‌های مورفولوژیک و فیتوشیمیایی مؤثر واقع شود. با توجه به اینکه بر اساس مطالعات صورت گرفته تاکنون گزارشی از تأثیر کاربرد کود پتاسیم در گل راعی در ایران و خارج از کشور منتشر نشده است و به نظر می‌رسد این گیاه خاک‌های دارای پتاسیم را ترجیح دهد، بخشی از اهداف این تحقیق بنا نهاده شد. لذا به طور کلی هدف از این تحقیق بررسی سطوح مختلف کودهای پتاسیم و اسید هیومیک جهت بالابردن ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد اسانس در این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه زمین

ابتدا زمین مورد نظر جهت کشت نشاءها به ابعاد ۵۸ متر مربع در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی سال زراعی ۹۰-۹۱ تهیه گردید. زمین مذکور به ۲۷ کرت جداگانه به ابعاد ۱/۲×۱/۲ متر تقسیم گردید. پس از تسطیح زمین، کرت‌ها آماده گردید و به جوی و پشته تقسیم شد.

مشخصات خاک محل اجرای طرح

قبل از عملیات کاشت و آماده‌سازی زمین نمونه‌هایی از خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر بطور تصادفی برداشت گردید و پس از اختلاط، جهت آزمون خاک به آزمایشگاه آنالیز خاک، گروه خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک نشان داد که بافت خاک مورد استفاده لومی می‌باشد (جدول ۱). نشای گیاه مورد نظر از پارک علم و فناوری خراسان رضوی، کلکسیون گیاهان دارویی تهیه گردید. در هر کرت ۳ ردیف کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و روی هر ردیف ۳ نشا به فاصله ۵۰ سانتی‌متر کاشته شد تا در مجموع در هر کرت ۹ بوته گل راعی وجود داشته باشد. با احتساب ۲۷ کرت حدود ۲۴۳ اصله نشاء در زمین کاشته شد. تاریخ کشت نشاءها اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ بود.

ارتفاع گیاه نداشت، اما به طور معنی‌داری وزن تر و خشک گیاه و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش داد. از طرفی افزایش سطوح کودی سبب کاهش میزان اسانس گردید. مطالعه دیگری توسط پرابهو و همکاران (۲۲) بر روی عملکرد و وزن تر و خشک گیاه ریحان (*Ocimum santum*) انجام پذیرفت که با افزایش سطح کود اسید هیومیک از صفر تا ۴ درصد، میزان وزن تر و خشک و در نهایت عملکرد گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت. خزاعی و همکاران (۱۷) غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک را بر میزان رشد اندام هوایی، عملکرد گیاه و میزان اسانس گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*) مورد بررسی قرار دادند. کاربرد این ترکیب آلی، اثر بسیار مطلوبی بر افزایش عملکرد و رشد اندام‌های هوایی گیاه داشت. بالاترین غلظت کاربردی اسید هیومیک با افزایش معنی‌دار اندام‌های هوایی و بعلاوه افزایش تعداد برگ‌ها و زیست‌توده گیاهی همراه بود. میزان اسانس نیز در نهایت به طور معنی‌داری از شاهد بیشتر گزارش شد.

تغذیه گیاهان توسط کودهای حاوی نیتروژن و پتاسیم تأثیر بسزایی بر افزایش اجزای عملکرد زراعی و همچنین ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی دارد (۱۱). هیلال و همکاران (۱۴) و احمد و همکاران (۹) اثر دو نوع کود پتاسیم دار یعنی K_2SO_4 و KCl را بر کیفیت و عملکرد سیر (*Allium sativum*) بررسی نمودند. آنان اظهار داشتند که پتاسیم به فرم K_2SO_4 بسیار مطلوب‌تر و مناسب‌تر از نوع دیگر یعنی KCl می‌باشد. با کاربرد K_2SO_4 میزان رشد رویشی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، میزان اسانس، وزن تر و خشک به طور معنی‌داری افزایش یافت و باعث افزایش عملکرد در گیاهان مورد تیمار نسبت به شاهد گردید. آبو ال مگد و همکاران (۷) نیز اثر مقادیر صفر، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم را بر رشد، عملکرد و میزان اسانس در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) مورد مطالعه قرار دادند. بالاترین میزان رشد رویشی، تعداد و ابعاد برگ، ارتفاع گیاه در بالاترین مقدار کاربردی کود یعنی ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم دیده شد.

میزان مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی به شرایط آب و هوایی، روش‌های زراعی، مدیریت آبیاری و همچنین تغذیه‌ی کودی بستگی دارد کونتال و همکاران (۱۹)؛ بنابراین بهبود عملکرد کمی و کیفی می‌تواند توسط هر یک از این عوامل حاصل گردد. گیاهان

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک مزرعه تحت کشت

Table 1- The results of soil analysis of the experimental plot

بافت (Texture)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	ازت (کل) (ppm) Nitrogen(Total)	پتاسیم در دسترس (ppm) Available Potassium	فسفر در دسترس (ppm) Available Phosphorous	EC ds/m ⁻¹	pH
لومی Loam	38	40	22	735	150	15.3	2.28	7.28

(۱۶/۵ درصد) است، استفاده گردید. میزان مصرفی صفر، ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار بوده است. بنا به توصیه‌های کودی رایج سطوح کاربردی هر دو هفته، از اواسط فروردین ۹۱ به مدت دو ماه همراه با آبیاری به زمین داده شد.

اسانس‌گیری

گل راعی میزان کمی اسانس تولید می‌نماید اما اسانس آن سرشار از ترپن و ترپنویدهاست (۱۲). برای اسانس‌گیری از دستگاه کلونجر استفاده شد. جهت استخراج اسانس ۳۰ گرم از سرشاخه‌های گلدار گیاه کاملاً خشک توزین گردید و به نسبت ۱ به ۲۰ آب مقطر، داخل بالون‌های مربوطه قرار داده شد. مدت زمان اسانس‌گیری ۴ ساعت در نظر گرفته شد. اسانس به دست آمده در ۱۰۰ گرم گیاه خشک محاسبه گردید.

تجزیه عناصر غذایی

پس از برداشت سرشاخه‌های گلدار گیاه در مرحله‌ی تمام گل، اندام مربوطه در آون خشک و میزان عناصر غذایی شامل ازت، فسفر و پتاسیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل Varian Spectra AA 220FS) و فلیپ فوتومتر (مدل Jenway PFP7) اندازه‌گیری شد (۱).

تجزیه آماری

آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار EXCEL 2007 ترسیم گردید.

مراحل کوددهی از اسفندماه ۹۰ بصورت پیش‌رویشی آغاز و تا خردادماه ۹۱ ادامه داشت. برداشت محصول نیز دو بار در ماه‌های تیر و مرداد صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل (۳×۳) با سه تکرار بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل سولفات پتاسیم (K_2SO_4) در غلظت‌های (صفر، ۶۰ و ۱۰۰) کیلوگرم در هکتار و اسید هیومیک (H_x) در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰) لیتر در هکتار بودند که به ترتیب در دو مرحله قبل از گلدهی و هر پانزده روز یک‌بار (در مجموع چهار بار) همراه با آب آبیاری اعمال گردیدند.

کوددهی و مراحل آن

کود پتاسیم

کود سولفات پتاسیم (K_2SO_4) آزمایشگاهی (MERCK) تهیه گردید که پس از استقرار گیاهان حاصل از کاشت نشاها در زمین، مراحل کوددهی آغاز شد. بر اساس توصیه (باداوی و همکاران ۱۱) و (احمد و همکاران ۹)، کود پتاسیم در سطوح مختلف صفر، ۴۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد. جهت جذب بیشتر کود و در اختیار گیاه قرار گرفتن بهتر آن، مقدار مورد نظر نصف شده و به صورت سرک طی ۲ مرحله همراه با آب آبیاری به گیاه داده شد. از آنجایی که هدف بررسی اثر کود مورد نظر روی عملکرد بود، هر ۲ مرحله کوددهی قبل از گلدهی گیاه صورت گرفت.

اسید هیومیک

اسید هیومیک به دو شکل مایع و پودری در دسترس است. از آنجایی که استفاده از این کود برای نخستین بار در گیاه راعی آزمایش شده است لذا از فرم مایع آن که دارای درصد پایینی از مواد آلی

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی گل راعی

Table 2-Analysis of variance (mean square) in items investigated in *Hypericum perforatum*

ارتفاع	ساقه گل دهنده	تعداد خوشه گل	درجه آزادی	منبع تغییرات
Height	Flowering stem	Cluster of flowers	Degree of freedom	(The source of variation)
2315.81**	14457.00**	186.46**	2	پتاسیم Potassium
417.14**	787.44**	185.7**	2	اسید هیومیک Humic acid
64.68 ^{ns}	70.77 ^{ns}	23.56**	4	پتاسیم × اسید هیومیک Potassium × Humic acid
خطا	18	18	18	خطا Error

* و **. به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

*, **, Significant at 5 and 1% possibility level respectively; ns: None significant

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع گیاه معنی دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین صفات مورد بررسی حاکی از آنست که بالاترین میزان ارتفاع (۹۱ سانتی متر) در بیشترین سطح پتاسیم (K_{100}) وجود داشت، در حالی که پایین ترین میزان ارتفاع (۶۰ سانتی متر) در کمترین سطح پتاسیم (K_0) مشاهده شد.

از سوی دیگر بیشترین میزان ارتفاع (۸۰ سانتی متر) در بیشترین سطح اسید هیومیک (H_{40}) مشاهده شد؛ اما بین سطح بالا (H_{40}) و متوسط اسید هیومیک (H_{20}) اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. این در حالیکه بین این دو سطح و تیمار شاهد (H_0) اختلاف معنی دار مشاهده شد؛ یعنی کمترین ارتفاع (۶۶/۷ سانتی متر) در سطح صفر (تیمار شاهد) مشاهده شد.

اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک بر تعداد ساقه گل دهنده در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳)، اما اثر متقابل این دو نوع کود بر این صفت معنی دار نبود. در تیمارهای پتاسیمی بالاترین تعداد ساقه گل دهنده (۱۰۶ عدد در کرت)، در بالاترین سطح کود پتاسیم و کمترین تعداد (۳۱ عدد در کرت) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

بالاترین تعداد ساقه گل دهنده (۶۸/۲ عدد در کرت) در سطح بالای اسید هیومیک وجود داشت و این مقدار با سطح متوسط این کود (۶۲/۲ عدد در کرت) اختلاف معنی داری نداشت؛ اما بین سطح اول و دوم با سطح شاهد تفاوت معنی دار مشاهده شد. کمترین تعداد ساقه گل دهنده نیز در سطح شاهد (۵۰ عدد در کرت) ثبت گردید. این نتایج با نتایج باداوی و همکاران (۱۱) مطابقت داشت. آنها نشان دادند که سطوح مختلف پتاسیم باعث افزایش معنی دار ارتفاع و تعداد ساقه گل دهنده در گیاه *Artemisia annua* گردید. شدمیرت (۲۴) نیز گزارش نمود که افزایش کود پتاسیم در تمام اکوتیپ‌های *Artemisia annua* سبب افزایش معنی دار در ارتفاع و تعداد ساقه گل دهنده گردید. آرانکو (۸) نیز نشان داد که کاربرد سطوح مختلف (۵۰-۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) اسید هیومیک باعث افزایش ارتفاع بوته‌های توت فرنگی شد.

تعداد گل در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اسید هیومیک بر تعداد خوشه گل در گل راعی معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین مندرج در جدول ۳ نیز نشان داد که بیشترین تعداد خوشه گل در هر بوته گل راعی که ۳۴ عدد بود، مربوط به بالاترین سطح کودی اسید هیومیک یعنی ۴۰ لیتر در هکتار بود.

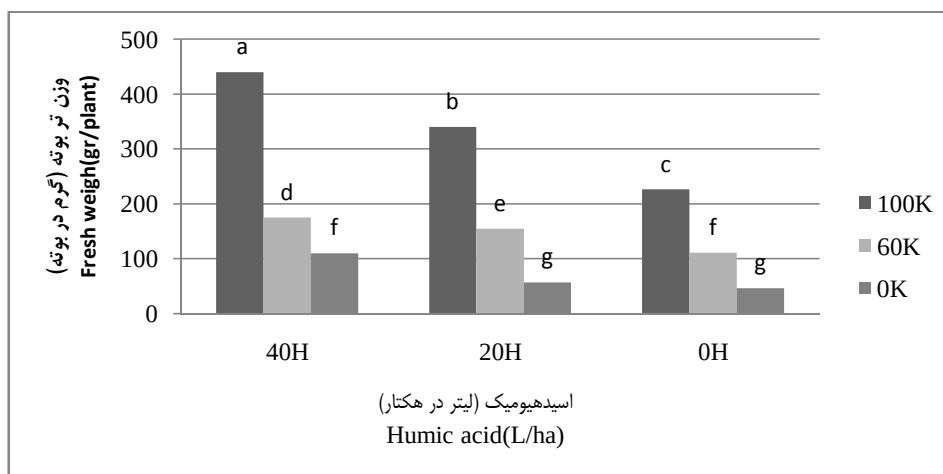
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک در برخی صفات مورد مطالعه‌ی گل راعی
Table 3- Analysis of variance of simple effect of potassium fertilizer and humic acid on some items investigated in *Hypericum perforatum*

تیمارها Treatment	تعداد ساقه گل دهنده (در کرت) The number of flowering stem/Plot.	ارتفاع بوته (سانتی متر) Height (Cm)	تعداد گل (در بوته) Flower number/Plant
سولفات پتاسیم Potassium Sulphate	K_{100}	97.6a	24.33a
	K_{60}	69.6a	18.30b
	K_0	60.4b	15.53b
اسید هیومیک Humic acid	H_{40}	80.33a	34.33a
	H_{20}	74.6a	17.92b
	H_0	66.7b	5.64c

در هر ستون تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، از نظر آماری دارای تفاوت معنی داری با یکدیگر نمی‌باشند
Numbers in each column followed by the same letter are not significantly different

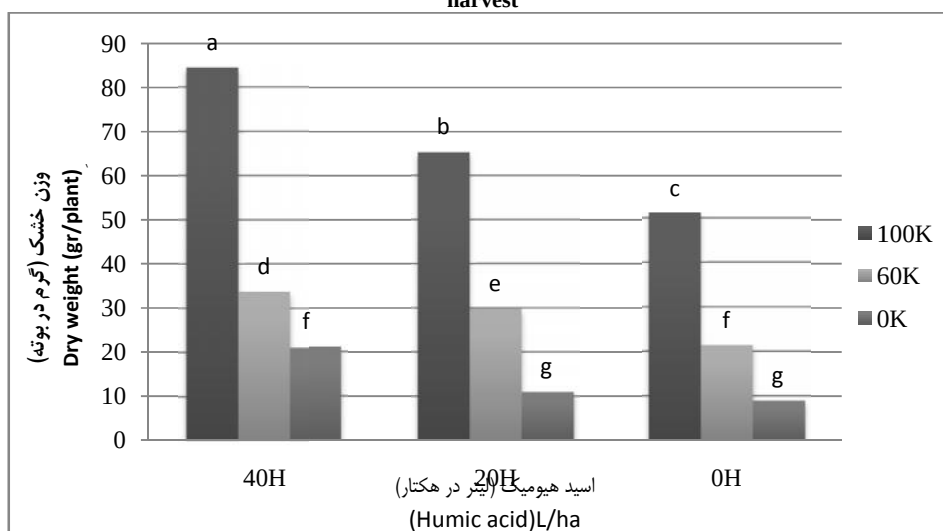
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده کود پتاسیم بر میزان عملکرد وزن تر و عملکرد وزن خشک در برداشت اول و دوم در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است و همچنین اثر ساده اسید هیومیک بر عملکرد وزن تر و خشک در برداشت اول و دوم نیز معنی دار بود (جدول ۲).
برهمکنش تیمارها بر میزان وزن تر و خشک در برداشت اول در شکل ۱ و ۲ آمده است.

بعد از آن تعداد ۱۷ و ۵/۶ عدد در هر بوته مربوط به سطوح بعدی اسید هیومیک یعنی ۲۰ لیتر در هکتار و سطح شاهد بود. این نتایج با نتایج راجامن و بالا کومپاهان (۲۳) مطابقت داشت. آنان اعلام داشتند که اسید هیومیک از طریق تغییر در خصوصیات فیزیولوژیک مانند افزایش فتوسنتز گیاه سبب افزایش رشد می شود. از سوی دیگر آنان پیشنهاد نمودند که اسید هیومیک سبب افزایش سطح برگ در گیاه شده و از این طریق باعث افزایش میزان فتوسنتز و به دنبال آن سبب افزایش عملکرد می گردد.



شکل ۱- اثر متقابل اسید هیومیک و سولفات پتاسیم بر عملکرد وزن تر گل راعی در برداشت اول

Figure 1- Interaction between humic acid and potassium sulphate on wet weight yield in *Hypericum perforatum* in first harvest



شکل ۲- اثر متقابل اسید هیومیک و سولفات پتاسیم بر میزان وزن خشک گل راعی در برداشت اول

Figure 2- Interaction between humic acid and potassium sulphate on dry weight yield in *Hypericum perforatum* in first harvest

بالاترین میزان وزن تر و خشک (۴۴۰ گرم در بوته وزن تر و ۸۴/۴ گرم در بوته وزن خشک) در بالاترین تیمار دیده شد، پایین ترین میزان نیز در تیمار شاهد (۴۶/۶ گرم در بوته وزن تر و ۸/۹ گرم در بوته خشک) مشاهده گردید. بین تیمار شاهد و سطح K_0H_{20} نیز اثر معنی دار دیده نشد. بین سطح K_0H_{40} و $K_{60}H_0$ نیز اثر معنی دار مشاهده نشد؛ اما بین این دو سطح و تیمار شاهد و K_0H_{20} اختلاف معنادار وجود داشت. بین پنج سطح باقیمانده با یکدیگر نیز اختلاف معنادار وجود دارد.

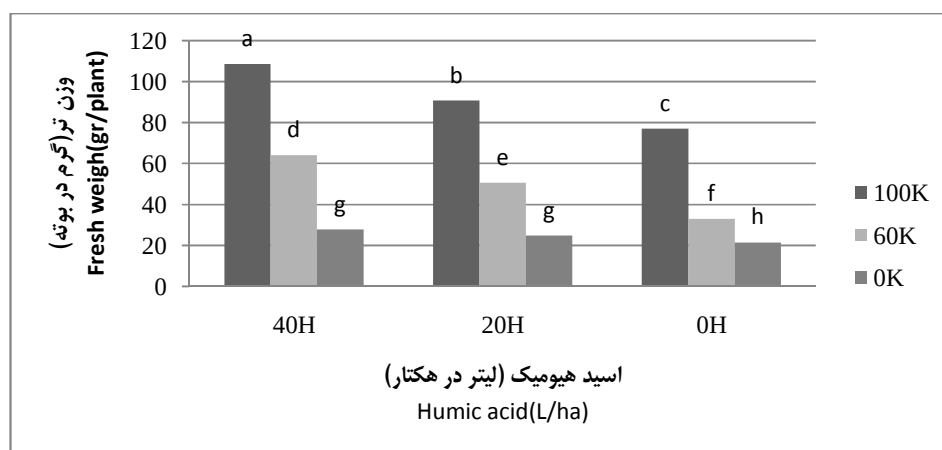
بالاترین میزان عملکرد وزن تر و خشک (۴۴۰ گرم در بوته وزن تر و ۸۴/۴ گرم در بوته وزن خشک) در بالاترین تیمار دیده شد، پایین ترین میزان نیز در تیمار شاهد (۴۶/۶ گرم در بوته وزن تر و ۸/۹ گرم در بوته خشک) مشاهده گردید. بین تیمار شاهد و سطح K_0H_{20} نیز اثر معنی دار دیده نشد. بین سطح K_0H_{40} و $K_{60}H_0$ نیز اثر معنی دار مشاهده نشد؛ اما بین این دو سطح و تیمار شاهد و K_0H_{20} اختلاف معنادار وجود داشت. بین پنج سطح باقیمانده با یکدیگر نیز اختلاف معنادار وجود دارد.

اثر کود پتاسیم و اسید هیومیک بر میزان اسانس

از جدول تجزیه واریانس میزان اسانس مشخص گردید که اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک و اثر متقابل این دو نوع کود، بر مقدار اسانس به دست آمده، در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است.

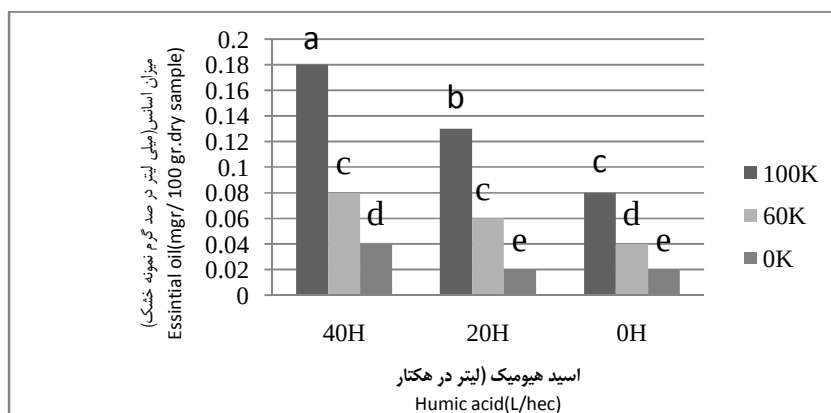
اثر متقابل دو نوع کود در برداشت دوم

اثر متقابل تیمارها بر میزان وزن تر و خشک بوته در برداشت دوم در شکل ۳ آمده است.



شکل ۳- اثر متقابل اسید هیومیک و سولفات پتاسیم بر میزان وزن تر در برداشت دوم

Figure 3- Interaction between humic acid and potassium sulphate on wet weight in *Hypericum perforatum* in second harvest



شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میزان اسانس به دست آمده در گل راعی

Figure 4- Interaction between different treatments on essential oil content in *Hypericum perforatum*

کاهش میزان مواد موثره است، عدم توازن در کاربرد کودها نیز اثری مشابه داشته و سبب کاهش میزان اسانس تولیدی خواهد شد.

غلظت عناصر غذایی ماکرو در گیاه

گیاهان برداشت شده از برداشت دوم، از هر ۲۷ کرت جهت تجزیه عناصر ماکرو (نیترژن، فسفر و پتاس) نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که اثر ساده کود پتاسیم بر میزان فسفر و نیترژن جذب شده در گیاه اثر معنی‌دار نداشته اما بر تجمع میزان پتاس معنی‌دار است. اثر ساده اسید هیومیک بر میزان فسفر معنی‌دار نیست اما بر میزان نیترژن و پتاس معنی‌دار است. اثر متقابل این دو نوع کود بر میزان فسفر معنی‌دار نشد اما بر میزان نیترژن و پتاسیم و معنا دار است.

شکل ۵ و ۶ مقایسه میانگین اثر ساده کود پتاسیم و اسید هیومیک را در میزان عناصر ماکرو در گل راعی نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده، سطوح مختلف پتاسیم در جذب ازت توسط گیاه، اختلاف معنی‌دار نداشته اند، یا به عبارتی در سطح K_{60} و K_{100} با سطح شاهد، تفاوتی در جذب ازت مشاهده نمی‌گردد. همین حالت در مورد میزان جذب فسفر نیز مشاهده شد؛ یعنی سطح بالا، متوسط و شاهد تفاوتی در میزان فسفر جذب شده نداشتند؛ اما در مورد جذب پتاس اگرچه بین K_{60} و K_{100} تفاوت معنی‌دار وجود ندارد، اما بین این دو سطح با سطح K_0 تفاوت معنی‌داری دیده شد.

از شکل ۴ که مقایسه میانگین را نشان می‌دهد، مشخص شد که بالاترین مقدار اسانس استخراجی در بالاترین سطح کودی، هم در کود پتاسیم و هم در اسید هیومیک مشاهده گردید. پایین‌ترین میزان اسانس به دست آمده در هر دو تیمار مربوط به سطح شاهد است. با افزایش سطح کود پتاسیم از صفر تا صد کیلوگرم در هکتار و افزایش اسید هیومیک از صفر تا شصت لیتر در هکتار میزان اسانس به دست آمده به طور معنی‌دار افزایش یافت. میزان اسانس به دست آمده در این آزمایش با نتایج اسکوپ و همکاران (۲۴) مطابقت دارد.

خلید و همکاران (۱۸) کاربرد همزمان کودهای ماکرو و یک نوع کود آلی را بر افزایش میزان اسانس در گل بابونه (*Matricaria chamomilla*) بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که کاربرد همزمان این دو نوع کود، نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها، باعث افزایش بیشتر در میزان اسانس شد. در ادامه پیشنهاد شد که کاربرد این کودها باعث افزایش تعداد و ابعاد گل‌ها در بابونه شد و به دنبال آن افزایش اسانس را در برداشت.

حسن پور و همکاران (۱۵) اثر سطوح مختلف پتاسیم و نیترژن را بر افزایش میزان اسانس در گیاه (*Tanacetum balsamita*) بررسی کردند. بالاترین میزان اسانس در بالاترین میزان کود کاربردی به دست آمد. کاربرد همزمان این دو نوع کود، در افزایش اسانس اثر معنی‌دار داشت. این محققان اعلام کردند که، تغذیه مناسب گیاهان در غالب کودهای مختلف، سبب تقویت مسیرهای درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود. به نظر می‌رسد که پتاسیم در ساختمان آنزیم‌هایی که در مسیرهای بیوشیمیایی درگیر در سنتز مواد موثره گیاهی موثر هستند، دخیل است. آنها همچنین اظهار داشتند که همان‌طور که کمبود مواد غذایی سبب کاهش عملکرد و به دنبال آن

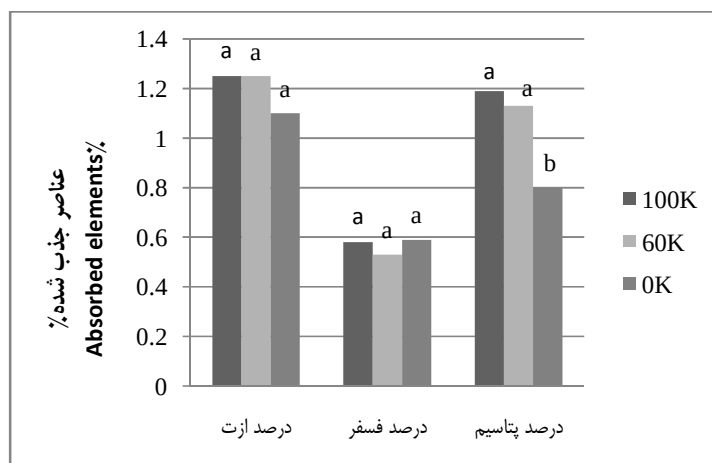
جدول ۴- تجزیه واریانس غلظت عناصر ماکرو در گل راعی

Table 4- Analysis of variance of the macro elements concentration in *Hypericum perforatum*

منبع تغییرات	درجه آزادی	%K	%N	%P
پتاسیم Potassium	2	0.396**	0.04 ^{ns}	0.008 ^{ns}
اسید هیومیک Humic acid	3	6.53**	0.0143**	0.0109 ^{ns}
پتاسیم × اسید هیومیک Potassium*Humic acid	4	10.15*	0.3*	0.0365 ^{ns}
خطا Error	18	0.037	0.037	0.037

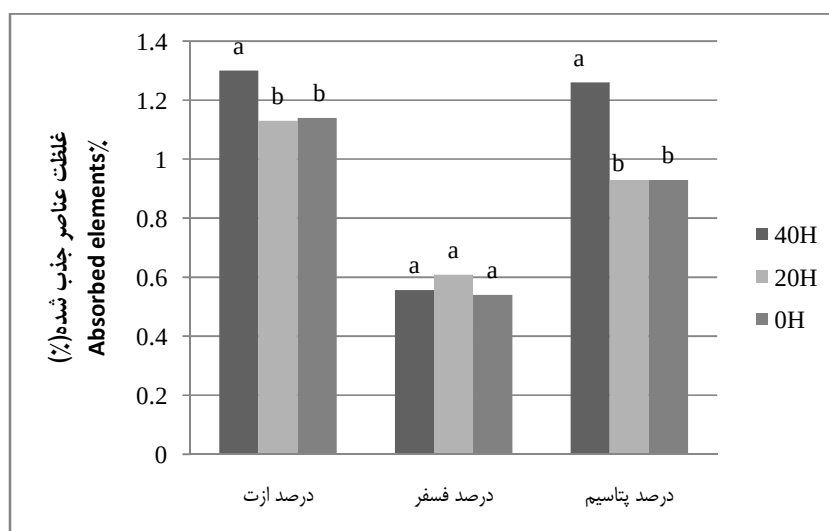
* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns عدم تفاوت معنی‌دار

*, **: Significant at 5 and 1% possibility level respectively; ns: None significant



شکل ۵- مقایسه میانگین سطوح مختلف پتاسیم بر میزان عناصر ماکرو جذب شده در گل راعی

Figure 5- Mean analysis of different levels of potassium on macro element absorption in *Hypericum perforatum*



شکل ۶- مقایسه میانگین سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان عناصر ماکرو جذب شده در گل راعی

Figure 6- Mean comparison of different levels of humic acid on the macro element absorption in *Hypericum perforatum*

نعناع (*Mentha piperita*) ۱/۰۸۷ درصد بیان شد. از بین تمامی گیاهان مورد تحقیق، میزان پتاسیم در نوعی ختمی (*Malva silvestris*) بالاترین مقدار یعنی ۱/۴۱ درصد و در توسکا (*Rhamnus frangula*) کمترین مقدار یعنی ۰/۳۱۹ گزارش شد. از سوی دیگر نتایج به دست آمده، با نتایج هیکارو و همکاران (۱۶) نیز مطابقت دارد. آنان میزان سدیم را در گیاهان مورد تحقیق از همه کمتر و بعد از آن میزان فسفر را از بقیه کمتر گزارش نمودند. این نتایج با نتایج به دست آمده در مورد گل راعی مطابقت دارد.

نتیجه گیری کلی

بر طبق نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد این دو نوع کود به

در شکل بالا مشاهده می شود که بین سطح H_0 و سطح H_{20} تفاوت معنی دار در میزان جذب نیتروژن توسط گیاه وجود ندارد، اما بین این دو سطح با سطح H_{40} یعنی بالاترین سطح اسید هیومیک تفاوت معنا دار دیده شد. بین سه سطح اسید هیومیک در جذب فسفر تفاوت معنی دار وجود نداشت. در سطح H_{40} بالاترین میزان جذب پتاسیم دیده شد. در این سطح با سطوح دیگر تفاوت معنی دار وجود داشت. اما بین سطح H_0 و H_{20} با یکدیگر تفاوت معنی دار دیده نشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج استیف و همکاران (۲۵) مطابقت دارد. آنان میزان عناصر غذایی ماکرو را در شماری از گیاهان دارویی از جمله گل راعی اندازه گیری کردند و میزان پتاسیم را در این گیاه ۰/۹۵۲ درصد بیان داشتند. به عنوان مثال میزان پتاسیم در گیاه

سایر تیمارها بیشتر بود. افزایش تعداد گل و تعداد شاخه گل‌دهنده در اثر کاربرد کودها که محل تجمع اسانس است، می‌تواند علت افزایش میزان اسانس باشد که در تحقیقات سایر محققین نیز مورد تأیید قرار گرفته است. تجزیه عناصر ماکرو در گیاه نیز نشان داد که میزان تأثیر کاربرد کود پتاسیم بر جذب فسفر و نیتروژن معنی‌دار نبوده است و فقط میزان پتاسیم جذب شده در بالاترین سطح با سایر سطوح تفاوت معنی‌دار نشان داد.

صورت توأم یا حتی به تنهایی سبب افزایش عملکرد در گل را می‌شد. میزان وزن تر و خشک در برداشت اول و دوم به طور معنی‌داری افزایش یافت. ارتفاع و میزان شاخه گل‌دهنده نیز در بالاترین سطح کودی K100H40 از سایر سطوح بیشتر بود. تعداد گل نیز در این سطح در هر دو برداشت در اثر ساده پتاسیم و اسید هیومیک و حتی در اثر متقابل این دو نوع کود، نسبت به سایر سطوح اختلاف معنی‌داری نشان داد.

درصد اسانس نیز در بالاترین سطح کودی K100H40 نسبت به

منابع

- 1- Amanifar S., Aliasgharzad N., Najafi N., Oustan Sh., and Bolandnazar, S. 2010. Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Lead Phytoremediation by Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Soil and Water Journal, 22(1):156-170
- 2- Omidbaigi R. 2007. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr Publication. 238PP.
- 3- Azizi M. 2000. The study on the effect of physiological and environmental factors on growth, yield and active substances in *Hypericum perforatum* in vitro and in Vivo condition. PhD Dissertation in Tarbiat Modarres University of Tehran, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. 129PP.
- 4- Azizi M., 2005. Change in Content and Chemical Composition of *Hypericum perforatum* L. Oil at Three Harvest Time. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 13(2):79-85.
- 5- Gadzovska S., Maury S., Ounnar S., Righenza M., Kascakova S., Refregiers M., Spasenoski, M., Joseph, C., and Hagege D., 2005. Identification and quantification of hypericin and pseudohypericin in different *Hypericum perforatum* L. in vitro cultures. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 591 - 601.
- 6- Barnes J, Anderson LA, Phillipson D. St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.): 2001. A review of its chemistry, pharmacology and clinical properties. J. Pharm. Pharmacol; 53: 583
- 7- Abou El-Magd M. M., Zaki, M. F. and Camilia, Y. 2010. Effect of planting dates and different levels of potassium fertilizers on growth, yield and chemical composition of sweet fennel cultivars under newly reclaimed sandy soil conditions. *American Science*. 6(7):89-106.
- 8- Arancon N., Edwards, C., Lee, S., Byrne, R. 2006. Effects of humic acid from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 42: 65-69.
- 9- Ahmed M.E., Derbala, M., El-Kade, A., and Abd, N. 2009. Effect of irrigation frequency and potassium source on the productivity, quality and storability of garlic. *Irrigation and Drainage*, 26(3):1245- 1262.
- 10- Azizi M., Omidbaigi, R. 2002. Effect of NP supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.). *Acta Horticulturae*. 576:267-7.
- 11- Badawy E.M., Maadawy, E.I., Heikal, A. 2009. Effect of nitrogen, potassium levels and harvesting date on growth and essential oil productivity of *Artemisia annua* L. plants. *4th Conference on Recent Technologies in Agriculture*, 600-616. Cairo, Giza, Egypt.
- 12- Bertoli A., Cirak, C., Jamic, A. and Silva, T. 2010. Species as sources of valuable essential oil. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*. 5(1):29-47.
- 13- Cacilia R., Juarez, R., Craker, L. and Mendoza, A. 2011. Humic substances and moisture content in the production of biomass and bioactive constituents of *Thymus vulgaris* L. *Articulo Cientifico*. 34(3):183-188.
- 14- Hilal M.H., Selim, A.M. and El-Neklawy, A.S. 1992. Enhancing and retarding effect of combined sulphur and fertilizers applications on crop production in different soils. *In Proceedings Middle East Sulphur Symposium 12-16 February*. Cairo, Egypt.
- 15- Hassanpouraghdam M.B., Tabatabaie, S.J., Nazemiyeh, H. and Aflatuni, A. 2008. N and nutrition levels affect growth and essential oil content of costmary (*Tanacetum balsamita* L.). *Food, Agriculture and Environment*. 6(2):150-154.
- 16- Hikaru A., Amzad, H., Yukio, I., Kenichi, Y., Kazuo, H., Yukikazu, I. and Yoko, A. 2007. Effect of application of N, P and K alone or in combination of growth, yield and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant production science*. 10(1):151-154.
- 17- Khazaie H.R., EyshiRezaie, E. and Bannayan, M. 2011. Application times and concentration of humic acid impact on above ground biomass and oil production of hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Medicinal Plants Research*. 5(20):5148-5154.

- 18- KhalidKh. andHendway,S. 2009. Effect of chemical and organic fertilizers on yield and essential oil of chamomile flower heads. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*,5(1):43-48.
- 19- Kuntal D., Raman, D., Thippenahalli, N.S. and Sekeroglu, N. 2007. Influence of bio-fertilizers on the biomass yield and nutrient content in *Stevia rebaudiana* Bert. grown in Indian subtropics. *Journal of Medicinal Plants Research*, 1(1),005-008.
- 20- Mert A. 2008.The effect of some agronomic practices on yield and yield components with quality of *Artemisiaannua* L. PhD Thesis.Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Adana, Turkey. (Cited afterÖzgüvenetal.,*Industrial Crops andProducts*,27(1):60-64.
- 21- Michałojc Z. and Buczkowska, H.2009. Influence of varied potassium fertilization on eggplant yield and fruit qualityin plastic tunnel cultivation. *Folia Horticulturae*, 21(1):17-26.
- 22- Prabhu M., Ramesh Kumar, A. and Rajamani, K. 2010. Influence of different organic substances on growth and herb yields of sacred basil (*Ocimumbasilicum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*. 44(1):48–52.
- 23- Rajaman K. and Balakumbahan, R. 2010. Effect of bio-stimulant on growth and yield of senna (*Cassiaangustifolia*).*Horticultural Science and Ornamental Plant*, 2(1):16-18.
- 24- Schwob I.,Bessiere, J., Masotti, V., Viano, J. 2004. Change in essential oil composition in saint jon's wort (*Hypericumperforatum*)aerial parts during its phonological cycle.*Biochemical Systematic and Ecology*.32:735-745.
- 25- Stef D., Gergen, I., Stef, L., Harmanescu, M., Pop, C., Druga, M., Bujanca, G. and Pop, M. 2010.Determination of the macro elements content of some medicinal herbs.*Animal Science and Biotechnologies*, 43(1):122-126.



تأثیر یون پتاسیم روی مهار شوری در گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera macrocarpa*)

مرتضی گلدانی^{*۱} - احسان کشمیری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۷

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش رستنی‌های طبیعی در بسیاری از مناطق دنیا به ویژه ایران است. گل مغربی گیاهی است از خانواده *Onagraceae* که از نظر دارویی و تغذیه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. این پژوهش به منظور ارزیابی سطوح مقاومت به شوری این گیاه و نقش تغذیه پتاسیم در کاهش اثرات شوری انجام شد. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی بر روی گیاه گل مغربی با پنج سطح شوری کلرید سدیم (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی مولار) و دو سطح کلرید پتاسیم (صفر و ۱۵/۰۲ میلی مولار) در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۰ انجام شد. نتایج حاصل حاکی از کاهش سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن تک برگ، حجم ریشه، وزن خشک ریشه، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و شاخص کلروفیل برگ‌ها در بالاترین سطح غلظت شوری بود به طوری که میزان فتوسنتز در بالاترین سطح شوری به میزان ۱۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کاربرد پتاسیم تأثیر مثبتی بر تحمل گیاه به شوری داشت و سبب کاهش تجمع سدیم و افزایش درصد پتاسیم در برگ‌ها گردید. همچنین کاربرد پتاسیم در بالاترین سطح شوری تعداد برگ را به میزان ۳۲ درصد نسبت به همان سطح شوری بدون کاربرد پتاسیم افزایش داد. از طرفی نتایج نشان داد که این گیاه تا حد زیادی به سطوح شوری ۳۰ تا ۶۰ میلی مولار در این آزمایش مقاومت داشته و می‌تواند تولید قابل توجهی در این سطوح از شوری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تغذیه پتاسیم، صفات ظاهری، کلرید سدیم، گل مغربی

مقدمه

رسیدن و عملکرد کم از موانع گسترش کشت و تولید اقتصادی گل مغربی می‌باشند. به علاوه اطلاعات موجود در زمینه فیزیولوژی، جوانه‌زنی و مقاومت در برابر شرایط نامناسب محیطی بسیار ناچیز بوده و نیازمند مطالعات بیشتری است. این گیاه در درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله التهاب مثانه و دستگاه گوارش، ناراحتی رودی باریک، ناراحتی کلیه، آسم و تب تیفوئیدی مورد استفاده بیماران قرار می‌گیرد (۱۰). اراضی شور دنیا و ایران در اثر فعالیت‌های بی‌رویه کشاورزی پیوسته در حال گسترش هستند (۱۷). بنابراین تولید بالقوه محصولات کشاورزی در این شرایط امکان‌پذیر نمی‌شود برای مقابله با این مشکل شناسایی و انتخاب ارقام متحمل بسیار ضروری بنظر می‌رسد. در کشور ایران، تولید محصولات زراعی اغلب تحت تأثیر تنش‌های محیطی انجام می‌شود و بجز نوار شمالی کشور در بقیه نقاط آن معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، گرما و سرما وجود دارد (۲۱). شوری کلرید سدیم بر روند انتقال آب و یونها در گیاهان تأثیر می‌گذارد، به طوری که ممکن است تعادل یونی و وضعیت مواد غذایی را در گیاه تغییر دهد (۱۸).

گیاهان با سه مکانیسم مختلف از اثرهای اولیه تنش شوری می‌گیرند: کنترل جذب یونی، حذف یا ترشح نمک و رقیق کردن

گل مغربی گیاهی است از خانواده *Onagraceae* که در ابتدا به دلیل داشتن گل‌های زیبا مورد توجه قرار گرفت. این گیاه به دلیل باز شدن گل‌هایش تنها در اوایل صبح و هنگام غروب به عنوان گل مغربی یا شمع شب نیز نامگذاری شد. دانه گیاه در گروه دانه‌های روغنی قرار داشته و بسته به منطقه و نوع رقم میزان روغن آن از ۲۰ تا ۳۰ درصد متغیر است. روغن دانه این گیاه تحت عنوان Evening Primrose Oil (EPO) به دلیل چیدمان خاص اسیدهای چرب در مولکول گلیسرول و همچنین وجود اسید چرب نادر گاما لینولینیک (۸-۱۲ درصد) در علم پزشکی و همچنین علم تغذیه دارای جایگاه منحصر به فردی است. تحقیقات نشان داد که استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی می‌تواند بر تجمع روغن و همچنین درصد اسیدهای چرب روغن گل مغربی موثر باشد (۱۴). اگرچه ویژگی‌های ممتاز دارویی و تغذیه‌ای روغن این گیاه ثابت شده است، ریزش دانه، غیر یکنواختی زمان

۱ و ۲- دانشیار و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*)- نویسنده مسئول: goldani@um.ac.ir (Email)

هدف بررسی عناصر سدیم و پتاسیم بر خصوصیات رشدی و فتوسنتزی در این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با ۵ سطح شوری (صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ میلی مولار) و دو سطح پتاسیم (۰ و ۱۵/۰۲ میلی مولار) در بهار سال ۱۳۹۰ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. سطوح شوری با استفاده از کلرور سدیم ۹۷ درصد اعمال گردید. جهت اعمال شوری از نمک طعام استفاده شد که میزان نمک محلول کمتر از ۹۰ میلی مولار از فرمول $EC = 640 \times TDS(mg/l)$ و برای شوری ۱۲۰ میلی مولار از فرمول $EC = 800 \times TDS(mg/l)$ استفاده شد. به نحوی که افزایش غلظت‌های شوری به تدریج اعمال می‌شد (برای اطمینان بیشتر بعد از تهیه محلول‌ها، غلظت‌های شوری توسط ایسمتر نیز اندازه‌گیری می‌شد). و تیمار شاهد با آب شهری مشهد اعمال گردید. در ابتدا کاشت بذور در سینی‌های کشت حاوی کوکویت انجام شد. پس از مرحله سه برگی، گیاهچه‌ها به تیوب‌هایی با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع یک متر حاوی خاک، ماسه و خاک برگ به نسبت ۱:۱:۱ منتقل شدند. برای ثبات و پایداری تیوب‌ها و نیز جلوگیری از نفوذ نور به محیط ریشه‌ها، هر یک از تیوب‌ها در لوله‌هایی از جنس پلی اتیلن سیاه رنگ قرار گرفتند.

گیاهچه‌های مورد نظر پس از اتمام دوره سازگاری خود به گلدان‌های پلاستیکی منتقل شدند. تیمار شوری برای جلوگیری از شوک اسمزی به تدریج از مرحله چهار برگی اعمال شد و تیمار پتاسیم نیز به طور همزمان همراه با آب آبیاری اعمال گردید. جهت جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها هفته‌ای دو بار آبیاری (۴۰۰ سی سی که بیشتر از حد ظرفیت زراعی بود) انجام شد. ۶ هفته بعد از اعمال تیمارها میزان فتوسنتز، محتوی نسبی کلروفیل و هدایت روزنه‌ای توسط دستگاه پرومتر اندازه‌گیری شد. میزان فتوسنتز با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فتوسنتز (مدل LCA4) مورد ارزیابی قرار گرفت و محتوای نسبی کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپد (SPAD-502, Japan) اندازه‌گیری شد.

در آخر فصل رشد پس از برداشت گیاهان به آزمایشگاه منتقل شدند و صفاتی از قبیل سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن تک برگ، وزن آماس، حجم ریشه، وزن خشک ریشه و درصد سدیم و پتاسیم در اندام هوایی اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

نمک (۲۸)، سانتا ماریا و اپستین (۳۱) اعلام داشتند که توانایی گیاهان برای مقابله با سطوح بالای شوری به روش و درجه‌ای از آن روش بستگی دارد که آنها بتوانند روابط آب خودشان را تنظیم کنند و هم چنین بستگی به این دارد که چگونه آنها با غلظت داخلی نمک مقابله یا از آن اجتناب کنند. کایا و همکاران (۲۵) اظهار داشتند که شوری، رشد رویشی و زایشی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بنابراین موجب کاهش وزن خشک و عملکرد گیاه می‌شود. در یک آزمایش گلخانه‌ای، اثر تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در گیاه دارویی زنیان مطالعه شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری باعث کاهش معنی‌داری در وزن تر و خشک ریشه و ساقه، میزان کلسیم و پتاسیم و افزایش میزان سدیم در اندام هوایی و ریشه گردید (۵). عبید و همکاران (۱) در زمینه تأثیر تنش شوری بر روی رشد گیاه، بیان کردند که شوری ناشی از کلرور سدیم در گیاه ذرت باعث کاهش میزان رشد نسبی و به تبع آن کاهش ماده خشک کل گیاه می‌گردد. نتیجه مشابه در برنج توسط سایر محققین گزارش شده است (۳). کلروفیل برگ‌ها در شرایط تنش شوری آسیب دیده و باعث کاهش فتوسنتز می‌گردد (۱۳). هانگ و ردمن (۲۲) نیز به کاهش میزان کلروفیل کل برگ‌های گیاه جو در شرایط تنش شوری اشاره کرده‌اند. یون‌های سدیم و کلر معمولاً شایع‌ترین یون‌های موجود در خاک‌ها و آب‌های شور هستند و هر دوی آنها می‌توانند اثرات مضر روی گیاهان داشته باشند، زیرا با افزایش فشار اسمزی محلول خاک، ضمن ایجاد سمیت یونی در گیاه، تعادل یون‌های مورد نیاز گیاه مانند پتاسیم را بهم می‌زنند. اسکچمن و مانز (۳۲) طی یک آزمایش اعلام کردند که در شرایط تنش شوری، غلظت یون سدیم گیاهی افزایش می‌یابد ولی سرعت تجمع آن در ارقام متفاوت می‌باشد. گرامر و همکاران (۱۵) رابطه بین نسبت یون پتاسیم به سدیم و مقاومت به شوری در گیاهان را بررسی و تایید کردند به طوری که در بسیاری از گیاهان، عامل تعیین کننده میزان عملکرد در شرایط تنش شوری بود. در آزمایشی که به منظور بررسی اثر تنش شوری بر برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه مرزه انجام گرفت، نجفی و همکاران (۳۰) گزارش کردند که با افزایش شوری، پارامترهای رشد و سرعت فتوسنتز کاهش پیدا کرد. همچنین آنها مشاهده نمودند که با افزایش غلظت نمک، وزن خشک گیاه، سطح برگ و میزان کلروفیل آن کاهش معنی‌داری داشت. به طوری که افزایش غلظت نمک باعث کاهش جذب یون پتاسیم و افزایش تجمع یون‌های سدیم، نیتروژن و فسفر در برگ‌ها گردید. گو و تانگ (۱۶) اظهار داشتند که یکی از عوامل مهم تحمل به شوری در گیاهان حفظ و نگهداری خاصیت جذب انتخابی نسبت پتاسیم به سدیم تحت تنش شوری است. نتایج تحقیق خوش گفتارمنش و سیادت (۲۶) نشان داد که در شرایط شور افزایش غلظت سدیم موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و در نتیجه کمبود پتاسیم در گیاه می‌شود. با توجه به نقش مهم سدیم و پتاسیم در رشد گیاه دارویی گل مغربی این آزمایش با

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن تک برگ، حجم ریشه و وزن خشک ریشه
Table 1- Analysis of variance (mean square) of the leaf area, leaf number, leaf dry weight, the weight of a single leaf, root volume and root dry weight

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	سطح برگ Leaf area(cm ² .plant ⁻¹)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight(gr)	وزن تک برگ (گرم) Weight of one leaf	تعداد برگ No. of leaves	حجم ریشه (سانتی متر مکعب) Vol. Of root	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight	نسبت ریشه به اندام هوایی Root/shoot
تیمار کنترلی Treatment	9	108839.974**	17.035**	0.1691 **	7.520**	322.892**	4.4990 **	0.108**
خطا Error	20	3855.451	0.962	0.0063	0.293	38.26	0.277	0.037

** معنی داری در سطح $p < 0.01$ می باشد

**Significant at 1 percentage probability level

تحقیق دارد (۲۱، ۱۷، ۲۵، ۳۲ و ۳۵). ریشه اندامی است که وظیفه جذب آب و املاح معدنی را به عهده دارد و تنش شوری بیشتر از ناحیه ریشه به گیاه وارد می شود، بنابراین ریشه اولین اندامی است که با تنش شوری مواجه می شود. یکی از شاخص های موثر در تحمل به شوری حفظ آماس سلولی است و تنظیم اسمزی در اثر جذب نمک (یون های نمکی) و ساختن مواد آلی انجام می شود. گیاهان برای ساختن مواد آلی (گلاسیسین بتائین، سوربیتول، پرولین و مانیتول) انرژی زیادی صرف می کنند که با صرف انرژی زیاد جهت تنظیم اسمزی برای مقابله با شوری باعث کاهش کارایی ریشه در تامین عناصر غذایی و آب برای سایر اندام ها می شود و رشد اندام های هوایی کاهش یافته و در نتیجه تنش شوری باعث کاهش اندام زائی و تولید ماده خشک شده و در نهایت کاهش انتقال مواد غذایی از پیه ها به محور جنینی را به دنبال داشته و در نتیجه کاهش وزن ریشه و وزن ساقه را منجر می شود (۲۴). ارقام مقاوم به شوری نسبت به ارقام حساس، از ریشه های حجیم تر، طولی تر و نسبت بالاتر ریشه به اندام هوایی (R/S) برخوردار می باشند (۳۷).

کاهش سطح برگ یکی از اولین واکنش های گیاهان در برابر تنش شوری می باشد. به این دلیل که تجمع ماده خشک و سطح برگ توسط شوری به طور پیوسته کاهش می یابد، ممکن است کاهش سطح برگ یکی از دلایل کاهش رشد در اثر شوری باشد. تنش شوری از طریق کاهش تکثیر سلولی و کاهش مدت تجمع ماده خشک باعث کوتاه شدن میانگین ها شده و ارتفاع بوته و در نتیجه وزن خشک برگ و اندام هوایی را کاهش می دهد. البته بعضی از منابع علت اصلی کاهش وزن برگ را کاهش تعداد پنجه در گلدان و در نتیجه کاهش سطح برگ دانسته اند. آنها بیان داشتند که مقداری از تفاوت در تعداد پنجه به تفاوت های ژنتیکی ارقام بر می گردد (۲۴، ۳۵ و ۳۷). کاهش رشد ریشه و اندام هوایی در شرایط شوری ممکن است به علت تجمع زیاد یون سدیم در گیاه و در نتیجه کاهش فرآیندهای آنزیمی و سنتز

برای تعیین سدیم و پتاسیم در اندام هوایی گیاه از روش هضم تر استفاده شد (۲۰) و سپس مقدار سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر مدل (JENWAY PFP7) اندازه گیری شدند. آنالیز واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS بر آورد گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط کشت گیاه گل مغربی تاثیر معنی داری ($p < 0.01$) بر صفات تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن تک برگ، وزن خشک ریشه، حجم ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی داشت. محیط شور دارای مقدار زیادی از یون های مضر مانند منیزیم، کلر، سدیم و سولفات می باشد که یا خود آنها مضر هستند یا باعث اختلال در متابولیسم های عناصر غذایی دیگر می شوند. نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول (۲) نشان می دهد که تیمارهای شوری به کار رفته تاثیر معنی داری ($p < 0.01$) را بر خصوصیات فتوسنتز، هدایت روزنه ای و عدد قرائت شده توسط اسپد داشته اند مثلاً رقابت سدیم با پتاسیم و کلر با نیترات باعث اختلال در جذب عناصر غذایی می شود. در نتیجه گیاه با صرف انرژی بیشتر برای تولید مواد آلی خود، انرژی لازم برای مقابله با تنش شوری را از دست داده و کارایی ریشه با کاهش مواجه شده و نهایتاً رشد اندام هوایی کاهش یافته و از طول و وزن آن ها کاسته شده و در نهایت وزن خشک برگ و اندام هوایی با کاهش مواجه می شود (۲۸). بررسی نتایج پژوهش های مشابه در مورد شنلیله و سایر گیاهان از قبیل اسفناج که در سطح شوری ۶۰ میلی مولار باعث کاهش گسترش سیستم ریشه ای شده است نیز نشان از نتایج تقریباً مشابه با نتایج حاصل از این

بهبود تغذیه گیاهانی که در معرض تنش شوری قرار دارند، با کودهای پتاسیم دار می‌تواند با کاهش اثرات تخریبی اکسیداسیون سلولی و یا به حداقل رساندن، کاهش واکنش ترکیبات اکسیژن که در خلال فرایند فتوسنتز ایجاد می‌گردند (شبه رادیکالهای اکسیژن) از اثرات مخرب تنش شوری بکاهد (۳۲). گیاهان زمانی که در معرض شوری قرار می‌گیرند ابتدا تنش آب را تجربه می‌کنند، در این شرایط شوری از طریق بستن روزنه‌ها و کاهش فشار جزئی CO_2 بین سلولی و یا از طریق عوامل غیر روزنه‌ای به کاهش فتوسنتز منجر می‌شود که در نهایت به کاهش توسعه برگ‌ها می‌انجامد (۲۷ و ۳۴). در صورتی که گیاه مدت طولانی در معرض شوری قرار گیرد تنش یونی را نیز تجربه می‌کند که باعث پیری زودرس برگ‌های بالغ می‌شود بنابراین کاهش در سطح فتوسنتزی که حمایت کننده رشد است ایجاد می‌شود.

با توجه به مقایسات میانگین موجود بین صفات مورد مطالعه با تیمارهای به کار رفته (جدول ۳) مشاهده می‌شود که سطح برگ در تیمار شوری ۳۰ میلی‌مولار همراه با کاربرد پتاسیم بیشترین مقدار (۸۱۱/۶) و در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار بدون کاربرد پتاسیم کمترین مقدار (۲۴۰/۵) را دارا می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها وجود دارد. در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار همراه با کاربرد پتاسیم، سطح برگ به میزان ۳۲ درصد نسبت به همان تیمار شوری بدون کاربرد پتاسیم برتری از خود نشان داد. همچنین بیشترین حجم ریشه مربوط به تیمار شوری ۳۰ میلی‌مولار با کاربرد پتاسیم می‌باشد که با افزایش شوری کاهش چشمگیری در حجم ریشه مشاهده شد و کاهش ۵۰ درصدی در حجم ریشه در اثر تیمار شوری مشاهده شد. با افزایش میزان شوری از شاهد به سطوح بالاتر شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) وزن خشک ریشه کاهش یافت به طوری که بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار بدون کاربرد پتاسیم مشاهده شد.

پروتئین باشد. در آزمایشی میزان سدیم با افزایش شوری در گونه آتریپلکس نومولاریا افزایش یافت در حالیکه مقدار پتاسیم کاهش یافت (۱۲). برگ‌های لوبیا مقدار پتاسیم بیشتری در شرایط شوری کمتر (۳۰ میلی‌مولار) نسبت به شوری بیشتر (۶۰ میلی‌مولار) داشتند (۳۸). سدیم می‌تواند منجر به اختلال در فعالیت و عمل غشای سلولی شود و پتانسیل انتقال یون‌های غذایی را تحت تاثیر خود قرار دهد. اثرات آنتاگونیستی و کاهش جذب پتاسیم در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است (۷، ۱۱، ۳۱ و ۳۷). یکی از عوامل مهم تحمل به شوری در گیاهان حفظ و نگهداری خاصیت جذب انتخابی نسبت پتاسیم به سدیم تحت تنش شوری است (۱۶). برنستین و همکاران (۶) گزارش کردند که در گیاه ریحان، افزایش شوری باعث کاهش طول ریشه و ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ‌ها شد. جمیل و همکاران (۲۳) بیان داشتند که خصوصیات ریشه و ساقه مهمترین صفات ارزیابی تنش شوری می‌باشند زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت‌های گیاه می‌رساند. کاهش رشد ریشه و ساقه می‌تواند ناشی از اثرات سمی سدیم و کلر و یا عدم تعادل در جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه باشد. سوختگی میانه برگ‌ها و سرشاخه‌ها در اثر تجمع بیش از حد کلر، که معمولاً با کلروزه شدن حاشیه برگ‌ها توأم است، رخ می‌دهد گاهی اوقات ۵۰ درصد برگ کلروزه می‌شود که منجر به کاهش شدید فتوسنتز می‌گردد. همچنین نمک ممکن است باعث کاهش تعداد آغازهای برگ و در نهایت کاهش تعداد برگ شود (۲).

همچنین تیمارهای شوری به کار رفته تاثیر معنی‌داری ($p < 0.01$) را بر درصد سدیم و پتاسیم موجود در برگ گیاه داشته‌اند (جدول ۲). تنش شوری علاوه بر تأثیر بر فتوسنتز گیاه سبب کاهش آب قابل دسترس، سمیت یونها و کمبود پتاسیم می‌گردد (۸). بنابراین

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مربوط به فتوسنتز، پرومتر و اسپد
Table 2- Analysis of variance (mean square) of photosynthesis, prometer and spad

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	فتوسنتز (میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) Photosynthesis ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	هدایت روزنه ای (میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) stomatal conductance($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	اسپد spad	درصد سدیم NA%	درصد پتاسیم K%
تیمار کنترلی Treatment	9	14.345**	111.650**	172.44**	0.0023**	0.00130**
خطا Error	20	2.920	7.195	7.240	0.0000032	0.00000057

** معنی داری در سطح $p < 0.01$ می‌باشد

**significant at 1 percentage probability level

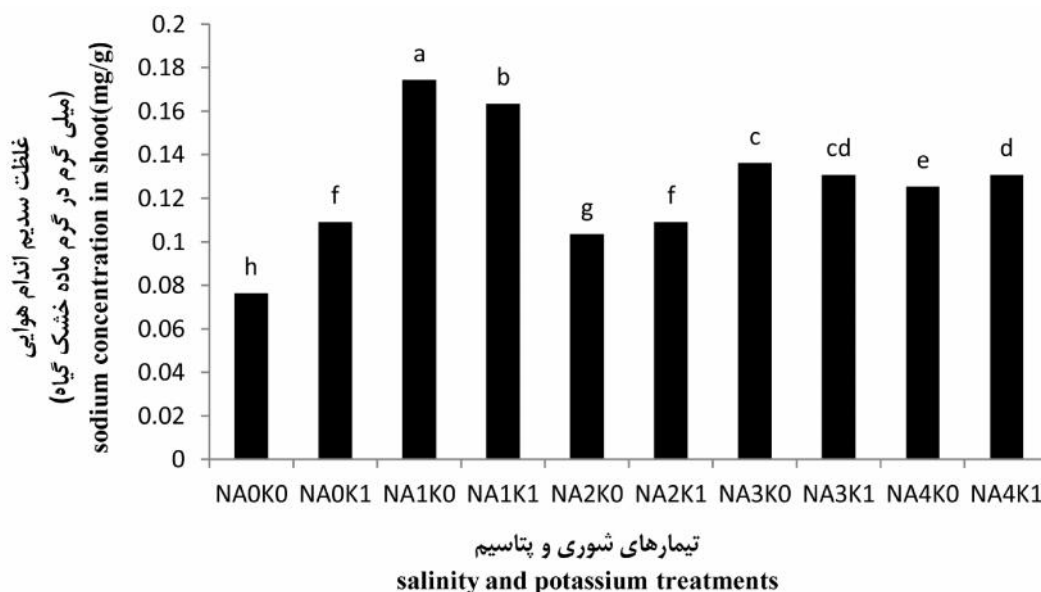
جدول ۳- مقایسه میانگین بین صفات مورد مطالعه در آزمایش مربوط به سطح برگ، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن تک برگ، حجم ریشه و وزن خشک ریشه
Table 3- The comparison between leaf area, leaf number, leaf dry weight, the weight of a single leaf, root volume and root dry weight

تیمار Treatment	سطح برگ Leaf area (cm ² plant ⁻¹)	وزن خشک Leaf dry weight (gr)	وزن تک Weight of one leaf (gr)	تعداد No. of leaves	حجم ریشه (سانتی متر مکعب) Vol. Of root (cm ³)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	نسبت ریشه به اندام هوایی Root/shoot	فتوسنتز Photosynthesis ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای stomatal conductance ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	اسپد spad
NA0K0	723.9 ^a	5.336 ^{cd}	0.837 ^a	6.57 ^{ab}	38.33 ^a	5.063 ^a	1.01 ^a	5.21 ^{de}	26.10 ^b	54.66 ^{ab}
NA0K1	721.4 ^a	9.026 ^a	0.867 ^a	6.12 ^{bc}	34.00 ^{ab}	4.68 ^{ab}	0.53 ^b	5.11 ^{de}	22.90 ^b	45.60 ^c
NA1K0	505.4 ^b	8.160 ^a	0.586 ^c	5.22 ^{cd}	33.33 ^{ab}	4.00 ^b	0.45 ^b	7.79 ^{abcd}	24.50 ^b	50.46 ^b
NA1K1	811.6 ^a	8.166 ^a	0.646 ^b	7.36 ^a	42.66 ^a	4.20 ^{ab}	0.41 ^b	11.34 ^a	26.03 ^b	57.13 ^a
NA2K0	470.7 ^b	6.090 ^{bc}	0.385 ^d	3.91 ^{ef}	32.66 ^{ab}	2.56 ^c	0.47 ^b	7.35 ^{bcde}	23.10 ^b	45.70 ^c
NA2K1	580.3 ^b	7.446 ^{ab}	0.689 ^b	5.54 ^c	39.33 ^a	3.02 ^c	0.40 ^b	8.10 ^{bcd}	35.23 ^a	50.60 ^b
NA3K0	342.6 ^c	3.193 ^{ef}	0.332 ^d	3.29 ^{fg}	15.33 ^c	1.60 ^d	0.41 ^b	9.75 ^{ab}	16.06 ^c	40.73 ^d
NA3K1	468.1 ^b	4.240 ^{de}	0.453 ^{cd}	4.48 ^{de}	23.00 ^{bc}	2.57 ^c	0.68 ^{ab}	8.87 ^{abc}	17.96 ^c	40.03 ^d
NA4K0	240.5 ^c	2.410 ^f	0.153 ^f	2.53 ^g	14.33 ^c	1.53 ^d	0.49 ^b	4.58 ^e	14.93 ^c	33.83 ^e
NA4K1	317.9 ^c	3.386 ^{ef}	0.305 ^e	3.35 ^{fg}	19.33 ^c	3.08 ^c	0.70 ^{ab}	6.29 ^{cde}	17.63 ^c	37.83 ^{de}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد ندارند.
Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.01 and 0.05)
K1, Na2, Na3, Na4, Na1, K0, Na0

شوری موجب کاهش معنی‌دار عدد اسپد شد (جدول ۳). در تیمارهای شوری همراه با کاربرد پتاسیم عدد قرائت شده توسط اسپد بالاتر از تیمار عدم کاربرد پتاسیم است و این نشان دهنده تأثیر مثبت پتاسیم در شرایط شوری بر محتوی نسبی کلروفیل برگ گیاه است. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش میزان شوری غلظت کلرید سدیم در اندام‌های هوایی گیاه افزایش می‌یابد ولی در مقایسه یک سطح شوری با کاربرد و عدم کاربرد پتاسیم در همان سطح مشاهده می‌شود که کاربرد پتاسیم تا حدی از تجمع سدیم در اندام‌های هوایی جلوگیری می‌کند و این امر می‌تواند از اثرات سمیت سدیم در اثر شوری در اندام‌های هوایی گیاه بکاهد. بر اساس نتایج اشرف و همکاران (۴) در مورد میزان عناصر پتاسیم و کلسیم و نسبت های ذکر شده در گیاه *Ammi majus*، غلظت زیاد سدیم در اندام هوایی دامنه‌ای از مشکلات اسمزی و متابولیک گیاه را موجب شده و سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد این یون در اندام گیاهی و کاهش تولید ماده خشک گیاه را به دنبال داشت. نتایج تحقیقات متعدد نشان می‌دهد پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی گیاه و بهبود وضعیت نفوذپذیری غشای سلولی ریشه موثر بوده و موجب افزایش تحمل به شوری گیاه می‌شود (۲۵، ۳۱ و ۳۷). در شرایط شور غلظت بالای سدیم موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و در نتیجه کمبود پتاسیم در گیاه می‌گردد. لذا مصرف پتاسیم میزان تحمل به شوری گیاه را افزایش می‌دهد (۲۶).

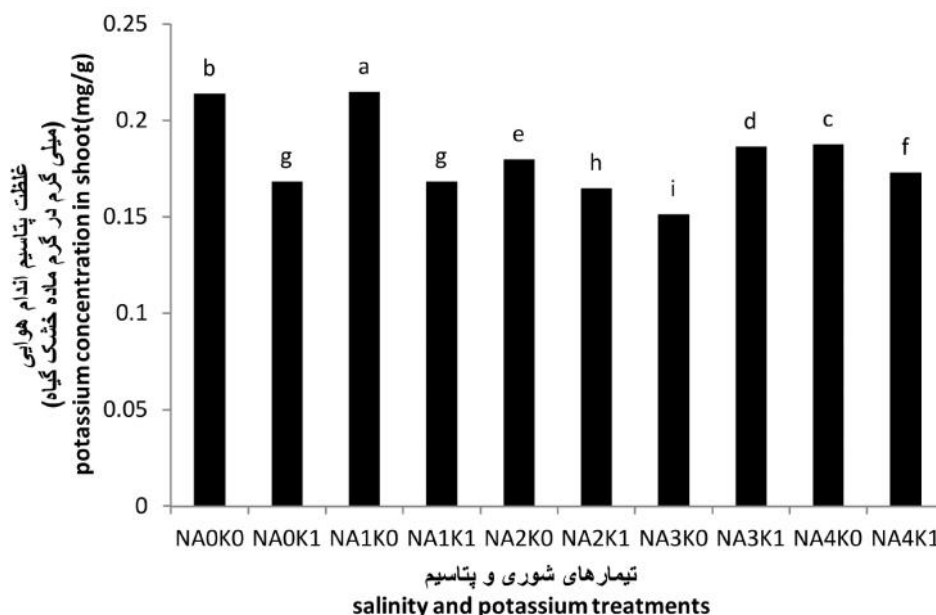
نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار شاهد بیشترین مقدار می‌باشد ولی با افزایش شوری این صفت کاهش یافت. در سطوح بالاتر شوری (۹۰ و ۱۲۰ میلی مولار) نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار همراه با کاربرد پتاسیم افزایش پیدا کرد که این نسبت در شوری ۱۲۰ میلی مولار بدون کاربرد پتاسیم ۰/۴۹ و با کاربرد پتاسیم ۰/۷۰ به دست آمد. مقایسه میانگین به دست آمده برای وزن خشک برگ نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار آبیاری با آب معمولی همراه با پتاسیم به دست آمد و کمترین میزان آن مربوط به بیشترین سطح شوری (۱۲۰ میلی مولار) می‌باشد که در آن کاربرد پتاسیم صورت نگرفته است. بیشترین تعداد برگ در تیمار شوری ۳۰ میلی مولار و کمترین تعداد آن در تیمار شوری ۱۲۰ میلی مولار بدون کاربرد پتاسیم به دست آمد. میزان فتوسنتز با افزایش شدت تنش شوری از تیمار شاهد به ۳۰ میلی مولار شوری همراه با پتاسیم افزایش و در تنش ۱۲۰ میلی مولار کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۳). در سطوح پایین‌تر شوری کاربرد پتاسیم تأثیر مثبتی را بر روی فتوسنتز گیاه از خود نشان داد ولی با افزایش شوری کاهش فتوسنتز با توجه به کاربرد پتاسیم به وقوع پیوست و کاهش شدیدی را از خود نشان داد. با افزایش شوری میزان هدایت روزنه‌ای کاهش یافت. در تیمارهای شوری همراه با کاربرد پتاسیم میزان هدایت روزنه‌ای در مقایسه با عدم کاربرد پتاسیم به مراتب بیشتر بود که می‌توان به نقش مثبت پتاسیم در کاهش اثرات منفی شوری در گیاه اشاره کرد. افزایش تنش



شکل ۱- اثر تنش شوری و پتاسیم بر غلظت سدیم در اندام هوایی گل مغربی
Figure 1- Effect of salinity and potassium to sodium concentration in shoots of Evening Primrose

در سیتوسول، یک نیاز اساسی برای رشد گیاه در شرایط شوری زیاد است (۲). زیاد بودن نسبت‌های پتاسیم به سدیم و کلسیم به سدیم در گیاه تحت شرایط شور به عنوان یکی از معیارهای مهم برای مقاومت به شوری به شمار می‌رود (۴). در شرایط تنش شوری، متابولیت‌های سمی سدیم می‌توانند برای محل‌هایی که پتاسیم در سطح سلولی اشغال میکند، رقابت نمایند (۷). در چنین شرایطی سطوح بالای سدیم، یا نسبت بالای سدیم به پتاسیم می‌تواند باعث تخریب واکنش‌های مختلف آنزیمی در سیتوپلاسم گردد (۳۳). به همین دلیل برخی از پژوهشگران معتقدند که بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم در برخی از گونه‌های گیاهی، اهمیت بیشتری نسبت به پایین نگه داشتن غلظت سدیم دارد (۱۱). همچنین برخی دیگر، رابطه نزدیکی بین مقاومت به تنش شوری و بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم گزارش نموده‌اند (۳۶).

همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در تیمار شاهد همراه با کاربرد پتاسیم غلظت پتاسیم در اندام‌های هوایی افزایش نیافته است در حالی که در تیمار شوری ۹ دسی زیمنس بر متر همراه با کاربرد پتاسیم در مقایسه با همان میزان شوری ولی بدون کاربرد پتاسیم مشاهده می‌شود که غلظت پتاسیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته که علت این امر می‌تواند برای خنثی سازی اثرات سمیت سدیم و تعدیل یونی در اندام‌های هوایی باشد. به هم خوردن نسبت‌های یونی در گیاه تحت شرایط شوری، حاصل تداخل جذب سدیم با پتاسیم است. تشابه بین شعاع یون هیدراته سدیم و پتاسیم، عمل تمایز بین دو یون مذکور را برای پروتئین‌های ناقل مشکل ساخته و بدین ترتیب سمیت سدیم فراهم می‌گردد. فعالیت آنزیم‌های موجود در سیتوپلاسم حساسیت زیادی به نمک دارد و لذا حفظ نسبت زیاد پتاسیم به سدیم



شکل ۲- اثر تنش شوری و پتاسیم بر غلظت پتاسیم در اندام هوایی گل مغربی
Figure 2- Effect of salinity and potassium to potassium concentration in shoots of Evening Primrose

مهم برای مقاومت به شوری به شمار می‌رود. در این آزمایش نیز کاربرد پتاسیم همراه با تیمارهای شوری تاثیر مثبتی را در صفات مورد مطالعه از خود نشان داد. و بیشترین تاثیر در تیمار ۳۰ میلی مولار کلرور سدیم حاصل شد. لذا با نتایج حاصل می‌توان اظهار داشت که پتاسیم موجب کاهش اثرات سوء سدیم در شرایط تنش شوری در گیاه دارویی گل مغربی می‌گردد. همچنین نتایج حاکی از این است که می‌توان گیاه گل مغربی را به عنوان یک گیاه نیمه مقاوم به شوری معرفی کرد.

نتیجه‌گیری کلی

در شرایط شور، افزایش غلظت سدیم باعث کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و در نتیجه کمبود پتاسیم در گیاه شد. با عنایت به اینکه اعمال پتاسیم به میزان ۱۵ میلی مولار در شرایط شوری ۱۲۰ میلی مولار کلرید سدیم منجر به بهبود فشار اسمزی گیاه گل مغربی و نفوذپذیری غشای سلولی ریشه آن گردید و از طرفی سبب کاهش اثرات تخریبی اکسیداسیون سلولی می‌شود. لذا زیاد بودن نسبت‌های پتاسیم به سدیم در گیاه تحت شرایط شور به عنوان یکی از معیارهای

منابع

- 1- Abid M., Qayyum A., Dasti A. A., and Abdilwajid R. 2001. Effect of salinity and SAR of irrigation water on yield, physiological growth parameters of Maize & properties of the soil. *Journal Research*. 12(1):26-33.
- 2- Apse M. P., and Blumwald E. 2002. Engineering salt tolerance in plant. *Journal Biotechnology*. 13: 146-150.
- 3- Asch F., Dingkuhn M., and Dorffling K. 2000. Salinity increases CO₂ assimilation but reduces growth in field grown, irrigated rice. *Plant and Soil*. 218:1-10.
- 4- Ashraf M., and Orooj A. 2005. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* L. Sprague). Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad 38040, Pakistan.
- 5- Ashraf M., Mukhtar N., Rehman S. and Rha E. S. 2004. Salt induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*. 42(4): 543-550.
- 6- Bernstein N., Kravchik M., and Dudai N. 2009. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Osimum basilicum*) in relation to alteration of morphological development. *Annals Applied Biology*. 156(2): 167-177.
- 7- Bhandal I.S., and Malik C.P. 1988. Potassium estimation, uptake, and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. *International Review of Cytology*. 110: 205-254.
- 8- Cakmak I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Plant Nutrition and Soil Science*. 168: 521-530.
- 9- Chow W.S., Ball M.C., and Anderson J.M. 1990. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity implications of K⁺ nutrition for salt tolerance, *Australian Journal of Plant Physiology*., 17: 563-578.
- 10- Court W.A., Hendel J.G., and Pocs R. 1993. Determination of the fatty acids and oil content of evening primrose (*Oenothera biennis* L). *Food Research*. 26:181-186.
- 11- Cuin TA., Miller AJ., Laurie SA., and Leigh RA. 2003. Potassium activities in cell compartments of salt-grown barley leaves. *Experiment Botany*. 54: 657- 661.
- 12- De Araujo S.A.M., Silveira J.A.G., Almeida T.D., Rocha I.M.A., Morais D.L., and Viegas R.A. 2006. Salinity tolerance of halophyte (*Atriplex nummularia* L.) grown under increasing NaCl levels, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10: 848-854.
- 13- Drazkiewicz M. 1994. Chlorophyllase: Occurrence functions, mechanism of action, effects of external and internal factors. *Photosynthesis*, 30:321-331.
- 14- Fieldsend A.F., and Morison J.I.L. 2000 b. Contrasting growth and dry matter partitioning in winter and spring evening primrose crops (*Oenothera* spp.). *Field Crops Research*. 68:9-20.
- 15- Gramer G.R., Alberico G.J. and Schmidt C. 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Australian Journal Plant physiology*. 21(5): 675-682.
- 16- Guo F.O., and Tang Z.C. 1999. Reduced Na⁺ and K⁺ permeability of K⁺ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat, *Chinese Science Bulletin*, 44: 816-821.
- 17- Haghnia G.H. 2004. Plant tolerance to salinity. Mashhad university publishers.
- 18- Hall A.F. 2001. Crop responses to environmental stresses. 232 p.
- 19- Hasni I., Ben Ahmed H., Bizid, E., Raies A., Samson G. and Zid E. 2009. Physiological characteristics of salt tolerance in fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.). *The Proceedings of the International Plant Nutrition. Colloquim XVI*, UC Davis.
- 20- Hejazi A., Shahroodi M., and Ardfroosh J. 2004. Analytical methods of plant. The first edition of Tehran University Press.
- 21- Hoseyni H., and Rezvani P. 2006. Salt and drought stress on the germination of *plantago ovate*. *Crop Research Journal* 4(1):15-25.
- 22- Hung I., and Redman R. E. 1995. Solute adjustment to salinity and calcium supply in cultivated and wild barley. *Plant Nutrition*. J. 18:1371-1389.
- 23- Jamil M., Lee D. B., Jung K. Y., Ashraf M., Lee S. C., and Rha E. S. 2006. Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. *Journal Central European Agriculture*. 7: 273-282.
- 24- Kafi M., and Stewart D. 2001. The effects of salinity on growth and yield of nine cultivar of wheat. *Journal of Agriculture Science and Technology*. Vol 12. No 1.
- 25- Kaya C., Higgs D., and Kirnak H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. *Bulgarian Journal Plant physiology*. 27: 47-59.
- 26- Khoshgoftar A., and Siadat H. 2001. Mineral nutrition of vegetables and horticultural crops in salt condition. Publishing and agricultural training center. Karaj. Iran. 87 pp.

- 27- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London. 889 pp.
- 28- Meybodi S., Ghareyazi B. 2002. Physiological and breeding aspects in salt stress in plants. Isfahan University Press.
- 29- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review Plant Biology. 59: 651-681.
- 30- Najafi F., Khavari-Nejad R. A., and Siah Ali M. 2010. The effects of salt stress on physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plant. Journal Stress Physiology Biochemistry. 6(1): 14-21.
- 31- Santa-Maria G. E., and Epstein E. 2001. Potassium/sodium selectivity in wheat and amphiploid cross wheat x *Lophopyrum elongatum*. Plant Science. 160: 523-534.
- 32- Schachtman D., and Munns R. 2002. Sodium accumulation in leaves of Triticum species that differ in salt tolerance. Australian Journal Plant physiology. 19(3):21,331-340.
- 33- Shen W., Nada K., and Tachibana S. 2000. Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars. Plant Physiology. 124: 431-439.
- 34- Spahn C., Blaha G., Stelzel U., Agrawal RK., Frank J., and Nierhause KH. 2000. Preparation of functional ribosomal complexes and effect of buffer conditions on tRNA positions observed by cry electron microscopy. Methods Enzymol. 317: 292-309.
- 35- Sultana N., Ikeda T. and Itoh R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. Environmental and Experimental Botany. 42: 211-220.
- 36- Tester M., and Davenport R. 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. Annals Botany. 91: 503-527.
- 37- Weimberg R., Lerner HR., and Poljakoff-Mayber A. 1982. A relationship between potassium and proline accumulation in salt-stressed *Sorghum bicolor*. Physiology Plantarum. 55: 5-10.
- 38- Wittenmayer L., and Merbach W. 2005. Plant responses to drought and phosphorus deficiency: Contribution of phytohormones in root-related processes. Journal Plant Nutrition Soil Science. 168(4): 531-540.
- 39- Zuccarini P. 2008. Effect of silicon on photosynthesis, water relations and nutrient uptake of *Phaseolus vulgaris* under NaCl stress, Biology Plantarum, 52(1): 157-160.



بررسی کارایی قارچ‌های میکوریزا در شرایط مدیریتی کم آبیاری بر ویژگی‌های رشدی و جذب برخی عناصر غذایی در نهال چنار (*Platanus orientalis* L.)

حامد عالی پور امرایی^{۱*} - علی نیکبخت^۲ - نعمت‌اله اعتمادی^۳ - فرشید نوربخش^۴ - فرهاد رجالی^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۷

چکیده

درخت چنار از جمله مهم‌ترین درختان مورد استفاده در فضای سبز شهری ایران می‌باشد. یکی از عوامل محدود کننده‌ی گسترش فضاهای سبز شهری، تأمین آب برای گیاهان می‌باشد. کم آبیاری یک راهکار بهینه برای صرفه‌جویی در مصرف آب در شرایط کم آبی و در نهایت کاهش هزینه مورد نیاز جهت تأمین آب برای گیاهان فضای سبز است. همچنین ممکن است تلقیح ریشه گیاهان با قارچ میکوریزا بتواند به عنوان راهکاری جهت کاهش نیاز آبی گیاهان به کار گرفته شود. این بررسی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و به منظور تعیین تأثیر تلقیح قارچ میکوریزا بر واکنش نهال‌های چنار به سطوح مختلف آب کاربردی (تأمین ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که صرف نظر از سطح آبیاری تلقیح گیاهان توسط میکوریزا باعث افزایش معنی‌داری در اکثر شاخص‌های رشدی از قبیل سطح برگ، کلروفیل و وزن تر و خشک در نهال‌های چنار گردیده‌است. همچنین غلظت عنصر فسفر در گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مجموع نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که تلقیح با قارچ‌های میکوریزا، رشد گیاهان تحت تنش را به واسطه اثر مثبت بر جذب عناصر غذایی، افزایش میزان کلروفیل و در نهایت افزایش فتوسنتز بهبود می‌بخشد. پیشنهاد می‌شود که در مناطق خشک و کم‌آب از روش مدیریتی کم آبیاری با کاربرد قارچ میکوریزا برای ذخیره آب مصرفی استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: سطح آبیاری، درخت، فضای سبز، همزیستی

مقدمه

شهری مانند اصفهان حدود ۹۰ درصد از درختان موجود را درختان چنار و نارون تشکیل می‌دهند و این مطلب بیانگر این موضوع است که این درختان علاوه بر دارا بودن زیبایی و نقش مفید در فضای سبز، در سالیان متمادی با شرایط آب و هوایی منطقه نیز سازگاری نشان داده‌اند (۱۸). درخت چنار معمولی ایران با نام علمی (*Platanus orientalis* L.) از خانواده Platanaceae است (۲۲). انواع درختان چنار تقریباً در تمام مناطق جهان وجود دارد و به خوبی خود را با شرایط مختلف آب و هوایی تطبیق می‌دهد. در عین حال درختان چنار، درختانی بزرگ و زیبا، با تنه مستقیم، تاجی گسترده و شاخه‌های قوی هستند. این ویژگی‌ها موجب شده‌اند تا چنار در ردیف مهم‌ترین درختان سایه‌دار پارک‌ها و حاشیه‌ی خیابان‌ها قرار گیرد (۳). هر ساله تعداد زیادی از این درختان زیبای شهری به دلیل غفلت و ناآگاهی و گاهی توسط عوامل محیطی آسیب می‌بینند، لذا لزوم تحقیقات و پژوهش‌های علمی هرچه بیشتر بر روی آن‌ها احساس می‌شود (۱۸). یکی از مشکلات و مسائل چنار، مرگ زودرس درختان چنار است. چنار بسیار آبدوست است و در مکان‌هایی که جوی آب از

فضای سبز در شهرها، به ویژه شهرهای بزرگ و صنعتی، دارای عملکردهای مختلفی می‌باشد. فضای سبز از یک سو موجب بهبود وضعیت زیست محیطی شهرها می‌شود و از سوی دیگر شرایط مناسبی را برای گذراندن اوقات فراغت شهروندان فراهم می‌کند. اثرهای فضای سبز شهری از دیدگاه زیست محیطی مواردی چون کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی صوتی، بهبود شرایط بیوکلیماتیک در شهر، افزایش نفوذپذیری خاک و اثر مثبت بر چرخه آب در محیط زیست شهری و افزایش کیفیت آب‌های زیرزمینی را شامل می‌شود (۲۲). درختان و درختچه‌ها نقش اصلی در ایجاد فضای سبز دارند و در

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(*) نویسنده مسئول: Email: h.ali@ag.iut.ac.ir

۴- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۵- دانشیار مرکز تحقیقات خاک و آب کشور

مواد و روش‌ها

روش اعمال تیمارها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ به صورت گلدانی بر روی نهال‌های ۲ ساله در محوطه گلخانه علمی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. برای انجام این آزمایش از گلدان‌های چوبی با ابعاد ۸۰ در ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر استفاده شد. کود میکوریزا مخلوط دو گونه از جنس گلوموس (*Glomus mosseae*) و (*G. intraradices*) با جمعیت مساوی ۸۰ اسپور در هر گرم بود که از مرکز تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردید. برای تلقیح نهال‌های جوان چنار با قارچ میکوریزا از مخلوط اسپور قارچ، پیت و کود کامل بر حسب تیمار در هنگام قرار گرفتن نهال‌ها در خاک استفاده شد. بدین صورت که در هر گلدان دو لوله‌ی پلیکا به قطر ۱۱ سانتی‌متر قرار داده شد و بعد از قرار دادن نهال‌ها در داخل گلدان و ریختن خاک اطراف آن‌ها داخل لوله‌ها مخلوط کودی مذکور اضافه شد (به صورت چالکود). سپس لوله‌ها از داخل گلدان خارج شد (شکل ۳-۱). برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول یک آورده شده است.

انتخاب تیمارها و طرح آزمایشی

آزمایش مورد نظر در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از:
(الف) خاک زراعی (شاهد)
(ب) خاک زراعی + چالکود (پیت آلمانی + کود کامل)
(ج) خاک زراعی + چالکود [پیت آلمانی + کود کامل + قارچ میکوریزا (در شرایط آبیاری استاندارد)]
(د) خاک زراعی + چالکود [پیت آلمانی + کود کامل + قارچ میکوریزا (در شرایط آبیاری نیمه‌استاندارد)].

روش اعمال تیمار آبیاری

دو روش معمول برای ایجاد تنش رطوبتی وجود دارد که عبارتند از: ۱- ثابت نگه داشتن دور آبیاری و تغییر حجم آب آبیاری ۲- تغییر دور آبیاری با ثابت نگه داشتن حجم آب آبیاری برای هر بار آبیاری شاهد و تنش (۴۳) که در این بررسی از روش اول استفاده گردید. تیمارهای آبیاری در دو سطح شامل ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه (سطح مطلوب آبیاری) و ۵۰ درصد (تنش متوسط) رطوبت ظرفیت زراعی اعمال گردید. برای اندازه‌گیری میزان آب ورودی به گلدان‌ها از کنتور حجمی استفاده شد.

تعیین همزیستی میکوریزایی

برای تعیین همزیستی از روش به کار برده‌شده توسط میرانسری و همکاران استفاده شد (۲۸).

کنار آن می‌گذرد و تهویه ریشه در آن به خوبی صورت می‌گیرد، رشد سریعی دارد. پژوهشی که در سال ۱۳۶۰ در تهران به منظور بررسی علل خزان زودرس و خشک شدن درختان چنار انجام شد نشان داد که عامل اصلی خزان زودرس درختان چنار در تهران که گاهی منجر به خشک شدن کامل آن‌ها می‌گردد تنش کمبود آب بخصوص در فصل گرما است (۱۸). نتایج پژوهشی در روسیه نیز نشان داده است که چنار معمولی مقاومت کمی به خشکی دارد و در شرایط تنش خشکی برگ‌ها دچار خزان زودرس می‌شوند (۱۸). در نواحی که تأمین آب برای فضای سبز روز به روز مشکل‌تر می‌شود، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان است که مسلماً رفع این نیاز در مناطق خشک و نیمه خشکی چون ایران به ویژه در ماه‌های گرم سال بسیار مشکل و پرهزینه می‌باشد، لذا باید استراتژی‌های مدیریتی ویژه‌ای جهت کاهش نیاز آبی اعمال شود. یکی از راهکارهای مدیریتی نوین در حمایت از گیاهان در برابر اثرات زیان‌بار تنش خشکی، استفاده از میکروارگانیسم‌های همزیست با گیاهان نظیر قارچ‌های میکوریزا می‌باشد. قارچ‌های میکوریزا، رایج‌ترین و با سابقه‌ترین ارتباط‌های همزیستی را در مجموعه گیاهی دارا می‌باشد. آغشتگی ریشه گیاهان با قارچ میکوریزا بر رشد و افزایش تحمل گیاهان به کمبود آب تأثیر زیادی دارد (۸ و ۳۲). اثر همزیستی میکوریزایی در تحمل گیاه به خشکی نتیجه ترکیب اثرات فیزیکی، تغذیه‌ای، فیزیولوژیکی و سلولی است (۳۶). افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه (۳۷)، تنظیم روزه‌ای و نسبت تعرق (۱)، افزایش جذب آب توسط ریشه برون ریشه‌ای (۵، ۱۵)، تنظیم فشار اسمزی (۳۳، ۷)، تغییر در انعطاف پذیری دیواره سلولی (۶)، افزایش فعالیت فنوستیزی (۳۷)، تجمع پرولین و کربوهیدرات (۹)، بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه (۴۰)، از جمله مکانیسم‌های احتمالی افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی در اثر همزیستی آن‌ها با قارچ میکوریزا می‌باشند. متأسفانه اطلاعات محدودی در مورد تغییرات مورفولوژی ریشه در شرایط تنش خشکی وجود دارد (۱۰). تغییرات مورفولوژیکی ریشه گیاهان همزیست با قارچ‌های میکوریزا، به ویژه در افق‌های سطحی خاک، ممکن است سبب افزایش تحمل گیاه به خشکی و یا جذب فسفر شود. معمولاً تنش آب بسته به شدت و مدت آن، باعث تغییر در رشد و جذب عناصر توسط ریشه‌ها و اختلال در انتقال آن‌ها به اندام‌های هوایی می‌شود. تلقیح گیاهان با قارچ میکوریزا باعث افزایش جذب عناصر غذایی (ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم) و تولید بیشتر ماده خشک نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی در شرایط تنش آبی می‌گردد (۲). هدف از این پژوهش بررسی کارایی قارچ‌های میکوریزا در شرایط مدیریتی کم آبیاری بر روی ویژگی‌های رشدی و جذب برخی عناصر غذایی در درخت چنار می‌باشد.

صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها

۵-۱- اندازه‌گیری ارتفاع هر درخت از سطح زمین تا بلندترین شاخه‌های درخت، برای نهال‌ها توسط شاخص نقشه برداری با دقت ۱ سانتی به صورت ماهیانه به دست آمد. در انتها با کسر ارتفاع اولیه میزان افزایش ارتفاع نسبی به دست آمد.

۵-۲- اندازه‌گیری وزن تر و خشک اندام هوایی به صورت ماهیانه و با انتخاب ۵ برگ از هر نهال به صورت تصادفی صورت پذیرفت. پس از اندازه‌گیری وزن تر، برای به دست آوردن وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

۵-۳- اندازه‌گیری قطر نهال‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال صورت پذیرفت.

۵-۴- اندازه‌گیری سطح برگ‌ها با نمونه‌گیری از ۱۰ برگ کامل از هر درخت در انتهای فصل رشد توسط دستگاه تعیین کننده سطح برگ محاسبه شد.

۵-۵- شاخص سبزی‌نگی با دستگاه کلروفیل سنج پورتابل (مدل CL-01) اندازه‌گیری شد.

۵-۶- فاکتورهای مربوط به تبدلات گازی برگ شامل فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و غلظت CO_2 زیر روزنه توسط دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوسنتز (مدل LCI ساخت کشور انگلستان) در برگ کاملاً توسعه یافته در هر تکرار اندازه‌گیری شد. بدین منظور هر برگ به مدت ۴۰ ثانیه درون اتاقک اندازه‌گیری تبدلات گازی برگ قرار گرفت. اندازه‌گیری در روز صاف و آفتابی بین ساعت ۱۱ - ۹ انجام

شد.

۵-۷- کلروفیل برگ‌ها به روش لیشنتنالر (۲۵) توسط حلال استون ۱۰۰ درصد استخراج گردید.

۵-۸- اندازه‌گیری میزان قندهای ساده محلول در اندام هوایی با استفاده از روش دابیوس (۱۲) انجام شد.

۵-۹- برای اندازه‌گیری عناصر در گیاه به روش خاکستری خشک عمل شد. در این روش یک گرم از نمونه گیاهی آسیاب شده در کروزه چینی ریخته شده و به مدت ۲ ساعت در کوره الکتریکی تحت حرارت ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا مواد آلی آن سوخته و به خاکستر تبدیل شوند. سپس به کروزه‌ها ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال افزوده و با حرارت دادن ملایم کروزه روی هات پلیت مواد خاکستر شده در اسید حل می‌شوند. سپس محلول تهیه شده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ عبور داده و عصاره در بالن ژوژه جمع‌آوری شد. با آب مقطر حجم عصاره به ۱۰۰ سی سی رسانده شد. سپس میزان عناصر داخل آن به شرح زیر اندازه‌گیری شد (۳۱).

۵-۹-۱- مقدار پتاسیم محلول به وسیله دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7) اندازه‌گیری و مقدار آن با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

۵-۹-۲- آهن و روی با دستگاه جذب اتمی (مدل Perkin Elmer AA3030) قرائت شد.

۵-۹-۳- اندازه‌گیری فسفر به روش السنو با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۸۸۰ نانومتر صورت پذیرفت (۲۹).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1- Physical and Chemical characteristics of soil

رسی Clay	بافت خاک Soil texture
1.45	وزن مخصوص ظاهری Apparent specific weight of soil ($g.cm^3$)
28.2	رطوبت حجمی در حد ظرفیت زراعی volumetric water content at field capacity (درصد)
12.6	رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی volumetric water content at wilting point (درصد)
7.6	اسیدیته خاک pH (1:5)
2.53	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک EC (dSm^{-1})
1.5	مواد آلی Organic matter (درصد)
36.5	آهک $CaCO_3$ (درصد)
0.247	نیتروژن N (درصد)
38.5	فسفر قابل جذب P ($mg\ kg^{-1}$)
120	پتاسیم قابل جذب K ($mg\ kg^{-1}$)
2020	آهن Fe ($mg\ kg^{-1}$)
155	روی Zn ($mg\ kg^{-1}$)

تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به هر صفت و آنالیز به کمک نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. همچنین

همبستگی بین صفات نیز به وسیله نرم افزار SAS صورت پذیرفت. برای انجام محاسبات و رسم شکل‌ها از نرم افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۰) استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن تر و خشک برگ

اثر تیمارها بر وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقایسات اورتوگونال نشان داد که بین تیمار میکوریزا با آبیاری کامل و تیمار میکوریزا با اعمال ۵۰ درصد نیاز آبی از لحاظ وزن تر و خشک اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان وزن تر و خشک برگ در تیمار میکوریزا با آبیاری کامل مشاهده شد به طوری که از نظر وزن تر و خشک به ترتیب ۳۲ درصد و ۳۹/۷۱ درصد افزایش نسبت به گیاهان شاهد را نشان داد (جدول ۴). تلقیح گیاهان با قارچ میکوریزا از طریق افزایش ساختار و راندمان فتوسنتزی موجب افزایش وزن خشک برگ و وزن خشک اندام هوایی گردیده و در نهایت به افزایش رشد گیاه و تولید وزن خشک بیشتر منتهی می‌گردد. گزارش شده‌است که با تلقیح درختان چنار گونه *P. occidentalis* با قارچ‌های میکوریزا وزن خشک برگ به طور قابل توجهی در مقایسه با گیاهان شاهد فاقد میکوریزا افزایش می‌یابد (۴۲). در آزمایشی که به منظور ارزیابی میزان همزیستی گونه‌های قارچ میکوریزا با نهال‌های ساج (*Tectona grandis*) انجام شد، نتیجه گرفتند که وزن تر و خشک نهال‌های تلقیح شده و نشده تفاوت معنی‌داری با هم داشتند و تمامی گونه‌های قارچ میکوریزا در افزایش وزن گیاه تأثیرگذار بودند (۳۴). همچنین افزایش در وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا نسبت به گیاهان شاهد فاقد میکوریزا توسط محققین مختلف گزارش گردیده است (۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۳۰). نتایج حاصل از همبستگی صفات نشان داد که بین وزن تر با محتوای کلروفیل ($R=0.82, P<0.001$) و غلظت عناصر فسفر ($R=0.62, P<0.01$)، پتاسیم ($R=0.69, P<0.01$) و همچنین وزن خشک با محتوای کلروفیل ($R=0.82, P<0.001$) و غلظت عناصر فسفر ($R=0.60, P<0.04$) و پتاسیم ($R=0.57, P<0.05$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد که با توجه به این نتایج می‌توان گفت که اثرات مطلوب تلقیح گیاهان با میکوریزا در افزایش وزن تر و خشک تا حدود زیادی به دلیل بهبود روابط آبی، جذب عناصر غذایی و افزایش محتوای کلروفیل در گیاهان چنار تلقیح شده با این قارچ‌ها می‌باشد که با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت دارد (۳ و ۹).

سطح برگ

نتایج به دست آمده نشان داد که تیمارها بر سطح برگ درختان تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار میکوریزا و آبیاری کامل بیشترین میزان سطح برگ را دارا بود و ۲۴/۴۹ درصد سطح برگ بیشتری نسبت به گیاهان شاهد

داشت. از طرفی بین گیاهان میکوریزایی با دو سطح آبیاری متفاوت، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید که این نتیجه تا حدودی می‌تواند بحث برانگیز باشد (جدول ۴). سطح برگ یکی از عوامل موثر در رشد می‌باشد، به این صورت که برگ‌ها به عنوان کارخانه تولید انرژی در گیاه عمل می‌کنند. از طرفی گیاه در شرایط تنش، به خصوص تنش خشکی سطح برگ خود را کاهش می‌دهد. به عبارتی کاهش سطح برگ یکی از مهم‌ترین عوامل در صرفه جویی آب و زنده ماندن گیاه می‌باشد (۲۴ و ۴۶). کاهش رشد برگ، کاهش جذب نور و در نهایت کاهش رشد را به دنبال خواهد داشت. در شرایطی که گیاه با مشکل کم آبی مواجه نباشد سطح برگ‌های خود را افزایش می‌دهد تا حداکثر استفاده از انرژی خورشید را داشته باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($R=0.78, P<0.003$) بین مقادیر محتوای آب نسبی و سطح برگ در این پژوهش نشان می‌دهد که هر چه آب در دسترس گیاه زیاد باشد رشد و سطح برگ بیشتر خواهد بود. نتایج ما با نتایج حاصل از تحقیقات سایر پژوهشگران که عنوان کرده‌اند که تلقیح میکوریزایی باعث افزایش سطح برگ گیاهان می‌زبان می‌شود مطابقت دارد (۱۴ و ۳۵). این در حالی است که در برخی موارد تلقیح گیاهان با قارچ میکوریزا هیچ گونه تفاوتی را از نظر سطح برگ بر روی گیاهان تلقیح شده و نشده ایجاد نکرده‌است (۱۶). پیشنهاد شده است که همزیستی با قارچ‌های میکوریزا می‌تواند میزان فتوسنتز را از طریق تغییرات مورفولوژیکی از قبیل افزایش سطح برگ افزایش دهد (۳۵)، که وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($R=0.75, P<0.005$) بین صفات سطح برگ و میزان فتوسنتز در این پژوهش این موضوع را تأیید می‌کند.

شاخص سبزینگی برگ (spad)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای شاخص سبزینگی نشان داد که بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان داد که بین تیمارهای میکوریزا با سطوح آبیاری مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد ولی اختلاف این تیمارها با تیمار پیت آلمانی + کود کامل معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارها نشان داد که درختان تلقیح شده با میکوریزا در شرایط آبیاری کامل بیشترین میزان سبزینگی را داشته است به طوری که ۴۶/۶ درصد سبزینگی بیشتری نسبت به گیاهان شاهد داشته است. همچنین اختلاف بین گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در شرایط آبیاری استاندارد و گیاهان تلقیح شده در شرایط آبیاری نیمه استاندارد حدود ۲۴/۲ درصد می‌باشد (جدول ۴). در تحقیقات مختلفی افزایش محتوای کلروفیل در اثر تلقیح قارچ‌های میکوریزا در گیاهان می‌زبان گزارش شده‌است (۱۳، ۲۶ و ۴۱). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین قرائت اسپد و میزان کلروفیل کل

($R=0.68$, $P<0.01$) در این آزمایش مشاهده گردید.

میزان کلروفیل و کارتنوئید

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمارها بر میزان کلروفیل a در نهال‌ها معنی‌دار بود. همچنین بین تیمار میکوریزا با آبیاری کامل و میکوریزا در شرایط کم آبیاری اختلافی در سطح احتمال ۰/۱ درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین نوع تیمار بر میزان کلروفیل a نشان می‌دهد که گیاهان میکوریزایی در شرایط آبیاری کامل بیشترین میزان کلروفیل a را به خود اختصاص داده‌اند به طوری که ۵۲ درصد کلروفیل a بیشتری نسبت به شاهد داشتند (جدول ۴). همچنین اثر تیمارها بر میزان کلروفیل a+b معنی‌دار است. اثر سطح آبیاری در گیاهان میکوریزایی بر میزان کلروفیل a+b معنی‌دار بود ولی بین این تیمارها و تیمار پیت آلمانی اثر معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). بیشترین میزان کلروفیل a+b در تیمار میکوریزا و آبیاری کامل مشاهده شد و کمترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). همچنین نتایج نشان داد که بین تیمارهای اعمال شده از لحاظ میزان رنگیزه کارتنوئید نیز اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). خشکی باعث شکسته شدن کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌گردد (۴). گزارش‌های زیادی مبنی بر بالابودن میزان غلظت کلروفیل و کارتنوئید در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در مقایسه با گیاهان فاقد میکوریزا وجود دارد (۲، ۴۵ و ۴۷). در تحقیقی بر روی گیاه توت فرنگی گزارش شد که تلقیح گیاهان با میکوریزا تحت شرایط تنش خشکی محتوای رنگدانه برگ را افزایش می‌دهد و مانع از تجزیه کلروفیل تحت تنش آبی می‌گردد. همچنین میزان کلروفیل a+b در گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده به طور مؤثرتری بهبود یافت و ۱۰ روز پس از تلقیح تفاوت معنی‌داری در محتوای کارتنوئید مشاهده گردید که این میزان در گیاهان تلقیح شده تحت تنش خشکی حتی بالاتر از گیاهان آبیاری شده بود (۴۷). شائو و همکاران گزارش کردند که میزان کلروفیل می‌تواند یک شاخص مهم برای میزان فتوسنتز باشد، بنابراین محتوای کلروفیل می‌تواند یکی از شاخص‌های ارزیابی میزان فتوسنتز نیز باشد (۳۸). وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($R=0.82$, $P<0.01$) بین کلروفیل کل و میزان فتوسنتز در پژوهش ما این موضوع را تأیید می‌کند. مطالعه ما نشان داد که گیاهان چنار تلقیح شده با میکوریزا (صرف نظر از سطح آبیاری) سطوح بالاتری از کلروفیل و کارتنوئید را به خود اختصاص داده‌اند که بالا بودن رنگیزه‌ها در شرایط کم آبیاری بیان کننده این موضوع است که قارچ‌های میکوریزا مقاومت گیاهان را به تنش احتمالی افزایش داده و این گیاهان کمتر تحت تأثیر تنش قرار گرفته‌اند.

شدت فتوسنتز

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تیمارها نشان می‌دهد که هرچند به طور کلی از نظر شدت فتوسنتز بین تیمارها اختلاف

معنی‌داری وجود ندارد ولی در مقایسه اورتوگونال تیمارها، بین تیمار شاهد با سایر تیمارهای به کاربرده شده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که تیمار میکوریزا با آبیاری کامل دارای فتوسنتز بیشتری از گیاهان شاهد بوده است. به طوری که گیاهان این تیمار ۲۷/۹۵ درصد فتوسنتز بیشتری نسبت به گیاهان شاهد داشته‌اند (جدول ۵). از نظر میزان دی اکسید کربن زیر روزنه ای اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ولی اثر تیمارها بر هدایت روزنه ای در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، تیمار میکوریزا با آب کامل دارای بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای می‌باشد و کمترین آن به گیاهان شاهد تعلق دارد (جدول ۵). برخی محققین افزایش عملکرد فتوسنتزی در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزا را گزارش کرده‌اند (۴، ۲۳، ۲۷ و ۴۴). افزایش فتوسنتز در تیمار میکوریزا با آبیاری کامل به دلیل افزایش در میزان کلروفیل است. مطالعات نشان داده که تولید بیوماس و محصول گیاه در ارتباط مستقیم با فتوسنتز است (۱۱ و ۱۷). همچنین وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار ($R=0.75$, $P<0.05$) بین میزان فتوسنتز و سطح برگ در این پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش سطح برگ، میزان فتوسنتز نیز افزایش یافته‌است.

غلظت عناصر غذایی

فسفر

تأثیر تیمارها بر غلظت فسفر در برگ نهال‌های چنار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود همچنین مقایسات اورتوگونال نشان داد که بین تیمار شاهد با سایر تیمارها، تیمار پیت آلمانی با تیمارهای دارای میکوریزا و تیمارهای میکوریزا با هم اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که تیمار میکوریزا با آبیاری کامل بیشترین میزان فسفر را دارا می‌باشد و غلظت فسفر در این گیاهان نزدیک به دو برابر گیاهان شاهد بود (جدول ۵). با توجه به pH قلیایی و درصد بالای آهک در خاک مورد استفاده (جدول ۱)، مقدار جذب بالای فسفر توسط گیاهان میکوریزایی می‌تواند بیانگر نقش مؤثر قارچ‌های میکوریزا در جذب فسفر از خاک آهکی و کاهش شرایط تنش اسیدیته خاک باشد که در نهایت به رشد بهتر این گیاهان منتهی می‌شود. در آزمایشی بر روی نهال‌های چنار گزارش شد که ۵ هفته پس از تلقیح با قارچ‌های میکوریزا به طور قابل توجهی میزان فسفر نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته‌است (۴۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی نهال چنار به صورت مقایسات اورتوگونال

Table 2- Analysis of variance (ANOVA) for growth and physiological characteristics of plane trees in orthogonal comparisons.

میانگین مربعات مقایسات اورتوگونال									
منابع تغییرات	وزن خشک بری	وزن تر بری	قطر تنه	مساحت بری	ارتفاع درختان	کارتنوئید	کلروفیل a+b	کلروفیل b	کلروفیل a
Source of variation	Dry weight (gr)	Fresh weight	Trunk diameter	Leaf area	trees high(m)	Carotenoid (mg/g leaf)	Chlorophyll a+b (mg/g leaf)	Chlorophyll b (mg/g leaf)	Chlorophyll a (mg/g leaf)
تیمار (Treatment)	0.19**	0.80**	0.0002 ^{ns}	1416136 ^{ns}	2.08 ^{ns}	0.03**	0.24**	0.01**	0.14**
تیمار A با بقیه (A with other)	0.13*	1.23**	0.0002 ^{ns}	323192 ^{ns}	4.69 ^{ns}	0.04**	0.42***	0.02*	0.24**
D, C با B تیمار (B with C & D)	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	4802 ^{ns}	0.88 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}
D با C تیمار (C with D)	0.42*	1.15**	0.0001 ^{ns}	392041**	0.66 ^{ns}	0.05**	0.30**	0.01**	0.18**
خطای کل (Total error)	0.02	0.1	0.003	40413	1	0.003	0.009	0.001	0.004
(%)CV	9.02	7.09	24.5	17.71	14.81	18.10	11.87	14.99	11.36
									11.86

*، **، ***: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

*، **، ***: significant at P = 0.05, P = 0.01, and ns, non-significant respectively.

تیمار A = تیمار شاهد، B = تیمار آلمانی + کود کامل، C = کود کامل + تیمار + میکوریزا در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، D = کود کامل + تیمار + میکوریزا در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی

fertilizer, C= Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 50% of field capacity, D= Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 100% of field capacity + A= without fertilizer, D= Germans peat

جدول ۳- تجزیه واریانس عناصر و شاخص های فتوسنتزی برای آزمایش اول به صورت مقایسات اورتوگونال

Table 3- Analysis of variance (ANOVA) for nutrients and photosynthetic characteristics of plane trees in orthogonal comparisons.

میانگین مربعات مقایسات اورتوگونال									
منابع تغییرات	هدایت روزنه ای	زیر روزنه ای	فتوسنتز	Fe	P	K	نسبت	فسفر	DF
Source of variation	Ci (Pa)	Gs (mol m ⁻² s ⁻¹)	Photosynthesis (μ mol m ⁻² s ⁻¹)	Fe	P	K	نسبت	P	DF
تیمار (Treatment)	0.03*	103.86 ^{ns}	3.13 ^{ns}	57.79 ^{ns}	243.55 ^{ns}	9.46*	4.76**	4.76**	1
تیمار A با بقیه (A with other)	0.07**	164.69 ^{ns}	5.70*	15.47 ^{ns}	16 ^{ns}	19.94*	9.92**	9.92**	3
D, C با B تیمار (B with C & D)	0.01 ^{ns}	6.72 ^{ns}	0.02 ^{ns}	48.60 ^{ns}	392 ^{ns}	2 ^{ns}	2.35*	2.35*	1
D با C تیمار (C with D)	0.01 ^{ns}	140.17 ^{ns}	3.67 ^{ns}	10.22 ^{ns}	322.66 ^{ns}	6.44 ^{ns}	2*	2*	1
خطای کل (Total error)	0.008	114.33	0.56	11.84	159.66	2.04	0.20	0.20	1
(%)CV	18.84	9.83	12.95	8.89	15.26	14.63	11	11	

*، **، ***: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

*، **، ***: significant at P = 0.05, P = 0.01, and ns, non-significant respectively.

تیمار A = تیمار شاهد، B = تیمار آلمانی + کود کامل، C = کود کامل + تیمار + میکوریزا در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، D = کود کامل + تیمار + میکوریزا در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی

fertilizer, C= Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 50% of field capacity, D= Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 100% of field capacity + A= without fertilizer, B= Germans peat

جدول ۴- اثر تیمارها بر شاخص‌های رشدی و فیزیولوژیکی نهال‌های چنار

Table 4- Effect of treatments on growth and physiological characteristics of plane trees

تیمار Treatment	وزن خشک Dry weight (gr)	وزن تر Fresh weight	سطح برگ Leaf area	کلروفیل a+b Chlorophyll a+b (mg/g leaf)	کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g leaf)	کلروفیل a Chlorophyll a (mg/g leaf)	قندهای محلول Total sugar (mgg ⁻¹)	کلروفیل نسبی spad
Control	1.36 ^b	3.59 ^c	7519 ^b	0.46 ^d	0.1 ^d	0.36 ^d	12.77 ^b	7.2 ^b
A	1.37 ^b	4.37 ^{ab}	7932 ^b	0.92 ^b	0.21 ^b	0.70 ^b	13.66 ^{ab}	8.80 ^{ab}
B	1.55 ^b	3.86 ^b	8278 ^{ab}	0.66 ^c	0.15 ^c	0.51 ^c	14.22 ^a	8.50 ^{ab}
C	1.90 ^a	4.74 ^a	9136 ^a	1.11 ^a	0.25 ^a	0.86 ^a	13.66 ^{ab}	10.56 ^a
Mean میانگین	1.55	4.14	8216	0.79	0.18	0.61	13.45	8.77

* در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه در سطح ۵٪ آزمون LSD با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند

In each column, means followed by the same letter are not significantly different (P < 0.05) using Least Significant Difference test (LSD)

*** A = پیت آلمانی + کود کامل، B = پیت آلمانی + کود کامل + میکوریزا در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، C = پیت آلمانی + کود کامل + میکوریزا در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی

fertilizer, B = Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 50% of field capacity, C = + control = without fertilizer, A = Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 100% of field capacity

جدول ۵- اثر تیمار بر میزان عناصر و شاخص فتوسنتزی در نهال‌های چنار

Table 5- Effect of treatments on for nutrients and photosynthetic characteristics of plane trees

تیمار Treatment	هدایت روزنه‌ای Ci (Pa)	Co ₂ زیر روزنه Gs ((mol m ⁻² s ⁻¹))	فتوسنتز Photosynthesis (μ mol m ⁻² s ⁻¹)	Zn (mg/kg dw)	Fe (mg/kg dw)	K (g/kg dw)	P (g/kg dw)
Control	0.35 ^b	102.33 ^a	3.83 ^b	40.66 ^a	260 ^a	7.54 ^b	2.56 ^c
A	0.49 ^b	109.67 ^a	5.49 ^{ab}	41.33 ^a	253.30 ^a	9.85 ^{ab}	3.93 ^b
B	0.52 ^{ab}	106.67 ^a	4.61 ^{ab}	39.13 ^a	274.67 ^a	9.82 ^{ab}	4.42 ^b
C	0.60 ^a	116.33 ^a	6.18 ^a	40.67 ^a	261 ^a	11.89 ^a	5.60 ^a
Mean میانگین	0.49	108.57	5.03	6.48	262.24	9.87	4.13

* اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار (P < 0.05) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (P < 0.05)

*** شاهد = بدون اعمال کود، A = پیت آلمانی + کود کامل، B = پیت آلمانی + کود کامل + میکوریزا در شرایط ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، C = پیت آلمانی + کود کامل + میکوریزا در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی

fertilizer, B = Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 50% of field capacity, C = + control = without fertilizer, A = Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 100% of field capacity

کود کامل استفاده شده است اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). که این نتیجه می‌تواند حاکی از این موضوع باشد که اختلافی که بین گیاهان شاهد و سایر تیمارها از نظر غلظت پتاسیم وجود دارد می‌تواند به دلیل استفاده از کود کامل (که دارای پتاسیم است) در این تیمارها باشد و قارچ میکوریزا نمی‌تواند چندان تأثیرگذار باشد.

آهن و روی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها از نظر میزان غلظت عناصر آهن و روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۵).

افزایش میزان فسفر در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا تحت شرایط مدیریت آبیاری کامل و شرایط کم آبیاری در گیاهان مختلف گزارش شده است (۴ و ۳۳). در تحقیقات مختلفی نیز گزارش شده است که تلقیح گیاهان توسط میکوریزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری باعث افزایش غلظت فسفر در گیاهان میکوریزایی صرف نظر از نوع تیمار آبیاری می‌شود (۳۹ و ۴۰).

پتاسیم

نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها از نظر غلظت پتاسیم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. این در حالی است که بین ۳ تیماری که در آن‌ها از پیت آلمانی و

نتیجه‌گیری کلی

عناصر از قبیل فسفر و سایر عناصر وابسته است. غلظت عنصر فسفر در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت. از طرفی یکی از مکانیسم‌های اصلی برای مقاومت به تنش آبی توسط قارچ‌های میکوریزا بهبود جذب عناصر غذایی از قبیل فسفر می‌باشد.

در مطالعه ما تلقیح نهال‌های چنار با قارچ‌های میکوریزا باعث افزایش پارامترهای رشدی در این گیاهان تحت شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری در مقایسه با گیاهان شاهد فاقد میکوریزا شد. افزایش پارامترهای رشدی توسط گیاهان میکوریزایی اغلب با بهبود جذب

منابع

- Allen M. F. 1982. Influence of vesicular- arbuscular mycorrhizae on water movement through *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag ex Steud. New Phytologist., 91: 191-196.
- Allen M. F., Edith B., Jennifer L., Lansing A., Kurt S., Pregitzer B., Ron L., Hendrick C., Roger W., Ruess D., and Collins S.L. 2010. Responses to chronic N fertilization of ectomycorrhizal pinon but not arbuscularmycorrhizal juniper in a pinon-juniper woodland. Journal of Arid Environments, 74:1170-1176.
- Asrar A. A., Abdel-Fattah G. M., and Elhindi K.M. 2012. Improving growth, flower yield, and water relations of snapdragon (*Antirrhinum majus*L.) plants grown under well-watered and water-stress conditions using arbuscular mycorrhizal fungi. Photosynthetica, 50(2): 305-316.
- Asrar A. A., and Elhindi K. M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. Saudi Journal of Biological Sciences, 18:93-98.
- Auge R. M., Stodola A., Brown M. S., and Bethlenfalvay G. L. 1992. Stomatal response of mycorrhizal cowpea and soybean to short-term osmotic stress. New Phytologist. 120: 117-125.
- Auge R. M., Moore J. L., Sylvia D. M., and Cho, K. 2004a. Mycorrhiza promotion of host stomatal conductance in relation to irradiance and temperature. Mycorrhiza. 14: 85-92.
- Auge R. M., Schekel K. A., and Wample R. L. 1986. Osmotic adjustment in leaves of VA mycorrhizal rose plants in response to drought stress. Journal of Plant Physiology, 82: 765-770.
- Borkowska B. 2002. Growth and photosynthetic activity of micropropagated strawberry plants inoculated with endomycorrhizal fungi (AMF) and growing under drought stress. Acta Physiologiae Plantarum, 4: 365-370.
- Caravaca F., Alguacil M. M., Hernandez J. A., and Rodan A. 2005. Involvement of antioxidant enzyme and nitrate reductase activities during water stress and recovery of mycorrhizal *Myrtus communi* and *Phillyrea angustifolia* plants. Plant Science, 169: 191- 197.
- Chaves M. M., Maroco J. P., and Pereira J.S. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. Functional Plant Biology, 30: 239-264.
- Dodd J. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystem. Outlook on Agriculture, 29:63-70.
- Dubios M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., and Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry, 28: 350-356.
- Estarda L. A., and Davies A. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relation, gas exchange, abscisic acid and growth of micropropagated chile ancho pepper (*Capsicum annum*) plantlets during acclimatization and post- acclimatization. Journal of Plant Physiology, 160:1073-1083.
- Fini A., Frangi P., Amoroso G., Piatti R., Faoro M., Bellasio C., and Ferrini F. 2011. Effect of controlled inoculation with specific mycorrhizal fungi from the urban environment on growth and physiology of containerized shade tree species growing under different water regimes. Mycorrhiza, 21: 703-719.
- Hardie k. 1985. The effect of removal of extraradical hyphae on water uptake by vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. New Phytologist, 101: 677-684.
- Hooker J. E., Munro M., and Atkinson D. 1992. Vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi induced alteration in poplar root system morphology. Plant and Soil, 145:207-214.
- Ibrahim H. A., Abdel-Fattah G. M., Eman F. M., Abdel-Aziz M. H., and Shohr A.E. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi and spermine alleviate the adverse effects of salinity stress on electrolyte leakage and productivity of wheat plants. Phytan-Annales Rei Botanicae, 51: 261-276.
- Kafi, M., and Nikbakht, A. 2006. Investigation of different nutrition methods via trunk injection and placement in holes in order to control the *Platanus orientalis* L. chlorosis. The final report of a joint project with the city of Karaj, Tehran University, Iran (in Farsi).
- Kafkas S., and Ortas I. 2009. Various Mycorrhizal Fungi Enhance Dry Weights, P and Zn Uptake of Four Pistacia Species. Journal of Plant Nutrition, 32:146-159.
- Kapoor R., Giri B., and Mukerji K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with p-fertilizer. Bioresource Technology, 93:307-311.

- 21- Karagianidis N., Bletsos F., and Stavropoulos N. 2002. Effect of verticillium wilt and mycorrhiza on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedling. *Scientia Horticulturae*, 94: 145-156.
- 22- Khorsandi, S. 2011. Reviews presence linkages endophytic fungi with longevity and morphologic properties plane trees. M.S. thesis. College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran (in Farsi).
- 23- Lee B. R., Muneer S., Avice J. C., Jung W. J., and Kim T. H. 2012. Mycorrhizal colonisation and P-supplement effects on N uptake and N assimilation in perennial ryegrass under well-watered and drought-stressed conditions. *Mycorrhiza*, 22(7):525-534.
- 24- Levitt J. 1990. Responses of plants to environmental stress. Academic press, New York, 698 pp.
- 25- Lichtenhaler H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. p. 350-382. In: R. Douce and L. Packer (Eds.). *Methods Enzymol.* Academic Press Inc, New York.
- 26- Louchet T. D., Samson G., Hernandez C., Chagavardieff P., and Desjardin Y. 1999. Importance of light and CO₂ on the effects of endomycorrhizal colonization on growth and photosynthesis of potato plantlets (*Solanum tuberosum*) in an invitro tripartite system. *New Phytologist*, 142:539-550.
- 27- Mathur N., and Vyas A. 1995. Influence of VA mycorrhiza on net photosynthesis and transpiration of *Ziziphus mauritiana*. *Journal of Plant Physiology*, 147:328-330.
- 28- Miransari M., Bahrami H. A., Rejali F., Malakouti M. J., and Torabi H. 2007. Using arbuscular mycorrhiza to reduce the stressful effects of soil compaction on corn (*Zea Mays* L.) growth. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2014-2026.
- 29- Olsen S. R., and Sommers L. E. 1982. Phosphorus. p. 403-431. In A.L. Page et al. (ed.). *Method of soil analysis*. Par 2. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 30- Ozgonen H., and Erkilic A. 2007. Growth enhancement and phytophthora blight (*Phytophthora capsici* Leonian) control by arbuscular mycorrhizal fungal inoculation in pepper. *Crop Protection*, 26: 1682-1688.
- 31- Page A.L., Miller R. H., and Keeney D. R. 1982. Methods of soil analysis. p. 1159 In *Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed., ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- 32- Peterson R. L., Massicotte H. B., and Melville L. 2004. *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*, Inc., National Research Council of Canada, 176pp.
- 33- Porcel R., and Ruiz-Lozano J. M. 2004. Arbuscular mycorrhizal influence on leaf water potential, solute accumulation and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1743-1750.
- 34- Rajan S. K., Reddy B. J. D., and Bagyaraj D. J. 2000. Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*. *Forest Ecology and Management*, 126: 91-95.
- 35- Rooney D. C., Prosser J. I., Bending G. D., Baggs E. M., Killham K., and Hodge A. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal colonisation on the growth and phosphorus nutrition of *Populus euramericana* c.v. Ghoy. *Biomass and Bioenergy*, 35:4605-4612.
- 36- Ruiz-Lozano J. M. 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress: New perspectives for molecular studies. *Mycorrhiza*, 13: 309-317.
- 37- Schellenbaum L., Sprenger N., Schuepp H., Wiemken A., and Boller T. 1999. Effects of drought, transgenic expression of fructan synthesizing enzyme and of mycorrhizal symbiosis on growth and soluble carbohydrate pools tobacco plants. *New Phytologist*, 142: 67-77.
- 38- Shao H. B., Chu Y., Wu G., Zhang J. H., Lu Z. H., and Hu Y. C. 2007. Changes of some antioxidative physiological indices under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at tillering stage. *Colloids and Surfaces*, 54: 143-149.
- 39- Subramanian K. S., and Charest C. 1995. Influence of arbuscular mycorrhizae on the metabolism of maize under drought stress. *Mycorrhiza*, 5: 273-278.
- 40- Subramanian K. S and Charest C. 1999. Acquisition of N by external hyphae of arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. *Mycorrhiza*. 9: 69-75.
- 41- Thakur A. K., and Panwar J. D. S. 1997. Response of rhizobium-vesicular arbuscular mycorrhizal symbionts on photosynthesis, nitrogen metabolism and sucrose translocation in greengram (*Phaseolus radiates*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 67(6):245-248.
- 42- Tisserant B., Gianinazzi S., and Pearson V.G. 1996. Relationships between lateral root order, arbuscular mycorrhiza development, and the physiological state of the symbiotic fungus in *Platanus acerifolia*. *Canadian Journal of Botany*, 74:1947-1955.
- 43- University of California Cooperative Extension. 2000. A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California. California Department of Water Resources, 160pp.
- 44- Veresoglou S. D., Meneses G., and Rillig M. C. 2012. Do arbuscular mycorrhizal fungi affect the allometric partition of host plant biomass to shoots and roots? A meta-analysis of studies from 1990 to 2010. *Mycorrhiza*, 22:227-235.
- 45- Wu, Q. S., and Xia R. X. 2004. The relation between vesicular-arbuscular mycorrhizae and water metabolism in

- plants. Chinese Agricultural Science Bulletin, 20(1): 188–192.
- 46- Wu, Q.s., ZouY.n., Xia R.X., and Wang M.Y. 2007. Five Glomus species affect water relation of *Citrus tangerine* during drought stress. Botan. Stu., 48: 147-158.
- 47- xiloyannis, C., B. Dichio., V. Nuzzo., and G. Celano, 1999. Defense strategies of Olive against water stress. Acta Horticulturae, 47: 423-426.



تأثیر محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم پوست قرمز طارم)

مهشید غفوری^۱ - علی سلیمانی^{۲*} - ولی ربیعی^۳ - رقیه همتی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۷

چکیده

استفاده از اسانس‌های گیاهی به عنوان ایده‌ای جدید در کاهش ضایعات پس از برداشت و افزایش عمر انبارمانی محصولات باغبانی و کنترل آلودگی قارچی در کشاورزی توسعه یافته مطرح می‌باشد. در همین راستا، آزمایشی به منظور بررسی محلول پاشی اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم پوست قرمز طارم، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور، اسانس آویشن در چهار سطح (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) و زمان در سه سطح (یک ماه، دوماه و سه ماه انبارمانی) در دمای شش درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد با چهار تکرار اجرا گردید. نتایج آزمایش انارهای آلوده نشده با اسپور قارچ و انارهای آلوده شده با اسپور قارچ نشان داد با افزایش مدت انبارمانی درصد کاهش وزن، درصد نشت یونی، درصد سرمازدگی و درصد پوسیدگی افزایش یافت. میوه‌های تیمار شده با اسانس آویشن آنتوسیانین بیشتری نسبت به شاهد داشت. اسانس آویشن از کاهش اسید قابل تیتراسیون و تجزیه آن به قندها جلوگیری کرد. اثر متقابل اسانس آویشن و زمان انبارمانی در انارهای آلوده نشده با اسپور قارچ و انارهای آلوده شده با اسپور قارچ نشان داد بیشترین کاهش وزن و نشت یونی در تیمار شاهد در ماه سوم انبارمانی بود. اثر متقابل اسانس آویشن و زمان انبارمانی در انارهای آلوده نشده با اسپور قارچ نشان داد کمترین مواد جامد محلول در تیمار آویشن ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در ماه دوم انبارمانی بود. اثر متقابل اسانس آویشن و زمان انبارمانی در انارهای آلوده شده با اسپور قارچ نشان داد بیشترین اسیدتیبه آب میوه در تیمار شاهد در ماه سوم انبارمانی بود.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، پوسیدگی، سرمازدگی، کاهش وزن، نشت یونی

می‌باشد (۲۱).

مقدمه

از راه کارهای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات و کنترل پوسیدگی استفاده از ترکیبات ضد میکروبی و طبیعی است، با توجه به افزایش نگرانی‌ها از به مخاطره افتادن سلامت مصرف کنندگان، ناشی از باقیمانده سموم شیمیایی روی محصولات باغبانی و افزایش مقاومت قارچ‌ها به این سموم دانشمندان به فکر استفاده از اسانس‌های گیاهی در کنترل بیماری‌های پس از برداشت میوه به عنوان روش جدید و جایگزین سموم شیمیایی افتاده‌اند (۲۶).

اسانس‌ها ترکیبات طبیعی بی‌رنگ متشکل از الکل، آلدئید و استر هستند که دارای بوی مخصوص به خود بوده و وزن مولکولی آن‌ها کمتر از آب می‌باشد. اسانس‌ها، فرار بوده و از آن به عنوان طعم‌دهنده غذا، آنتی‌اکسیدان و ضد باکتریال استفاده زیادی می‌گردد. تعداد اسانس‌ها یا روغن‌های گیاهی شناخته شده حدود ۳۰۰۰ می‌باشد که ۳۰۰ نوع آن دارای ارزش اقتصادی هستند (۴ و ۲۲).

از جمله محاسن انار قابلیت نگهداری و انبارمانی آن است. این خاصیت در ارقام مختلف متفاوت و در بعضی از ارقام به پنج تا شش ماه نیز می‌رسد. این ویژگی میوه انار این فرصت را فراهم می‌کند که

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به خانواده Punicaceae می‌باشد. انار ایران به دلیل کیفیت مرغوب از نظر صادرات به خارج از کشور در بین محصولات کشاورزی، محصولی بی‌رقیب بوده و از نظر اقتصادی دارای اهمیت فراوان است. با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش روز افزون تولید آن مساله نگهداری و کنترل عوامل موثر در کاهش کیفیت میوه انار در پس از برداشت از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱۷). از عوامل عمده‌ای که سبب ضایعات انباری انار می‌شوند سرمازدگی در دمای پنج درجه سانتی گراد، پوسیدگی حاصل از فعالیت پاتوژن قارچی، نفَس بالا، خشک شدن پوست، کاهش وزن و قهوه‌ای شدن پوست

۱، ۲ و ۳ - به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار (آدرس اول) و پژوهشگر فناوریهای نوین زیستی (آدرس دوم)، دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

(*) نویسنده مسئول: Email: asoleimani@znu.ac.ir

۴ - استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

با برنامه‌ریزی و حوصله نسبت به انجام مراحل آماده سازی، درجه بندی، بسته بندی، بازاریابی و نیز تهیه فراورده های تبدیلی آن اقدام گردد. دمای چهار تا پنج درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰ درصد برای نگهداری انار توصیه شده است (۱۷).

تحقیقات نشان داده است اسانس ریحان در غلظت های ۶۰ و ۲۵۰ میکرولیتر بر لیتر اثر مثبتی روی برخی از صفات کیفی میوه توت فرنگی از قبیل رنگ، اسید قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، میزان ویتامین C و سفتی بافت داشت به طوری که میوه های تیمار شده با اسانس ریحان سفت تر، ویتامین C بیشتر، رنگ بهتر و میزان مواد جامد محلول بالاتری در مقایسه با میوه های شاهد داشتند و همچنین از رشد قارچ روی میوه جلوگیری نمود (۳). اثر اسانس های نعنای، رزماری، آویشن، زنباب، زیره سبز و رازیانه در غلظت های ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی گرم در لیتر روی نارنگی کینو نشان داد که اسانس های گیاهان دارویی به کار رفته تاثیر به سزایی در ثبات کیفیت داشته و همچنین باعث کنترل پوسیدگی می شوند (۲). همچنین تیمارهای چیتوزان و اسانس آویشن به حفظ خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور در طی دوره پس از برداشت کمک می کند به طوری که میوه های تیمار شده درصد کاهش وزن، اسید قابل تیتراسیون، ریزش، خرد شدگی و ترک خوردگی کمتر و سفتی، ارزش های رنگی، کل مواد جامد محلول، pH بالاتری و همچنین میزان پوسیدگی کمتری نسبت به شاهد داشتند (۱۹). در تحقیقی نشان داده شد که تدخین میوه های زرد آلو با بخار ۲ میلی گرم در لیتر تیمول (ماده موثره عمده آویشن) روی مواد جامد محلول و اسیدیته زردآلو تاثیر نگذاشت، ولی باعث حفظ سفتی بافت میوه و کاهش پوسیدگی گردید (۱۵).

نتایج حاصل از بررسی ها نشان داد اسانس ریحان با غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون به طور کامل کپک خاکستری انگور را متوقف کرد و عمر انباری را در حدود ۴ و ۵ روز بهبود بخشید و هیچ اثر سمیتی روی میوه ها دیده نشد، بنابراین به نظر می رسد که اسانس ها جایگزین مناسبی برای قارچ کش های شیمیایی هستند (۳۱). در تحقیقی دیگر اثر اسانس نشان داد اسانس ریحان به میزان ۵۰۰ قسمت در میلیون عمر انباری پرتقال و لیمو ترش را ۶ روز افزایش و باعث کنترل ۱۰۰ درصدی کپک آبی شده است (۳۲). اثر اسانس آویشن روی پوسیدگی کپک آبی پرتقال والنسیا نشان داد که درصد پوسیدگی قارچی به میزان زیادی کاهش یافته و عمر انبارمانی پرتقال بهبود می یابد (۱۴). در پژوهشی کاربرد اسانس نعنای و لیمو روی کپک سبز مرکبات موفقیت آمیز اعلام شده و اسانس های طبیعی را جایگزین مناسبی برای قارچ کش های مصنوعی دانسته اند (۲۳). به طور کلی اسانس ها به دلیل بی خطر بودن از لحاظ محیط زیست و نقشی که در حفظ کیفیت میوه دارند جایگزین مناسبی برای قارچ کش های شیمیایی هستند. لذا هدف از مطالعه حاضر تاثیر محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم پوست قرمز

طارم است.

مواد و روش ها

در این پژوهش میوه های انار رسیده رقم پوست قرمز طارم (*Punica granatum* L.) از شهرستان طارم واقع در استان زنجان، در اواخر مهرماه تهیه و پس از بسته بندی مناسب بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه باغبانی دانشگاه زنجان منتقل شد. در آزمایشگاه انارهای کاملاً سالم و عاری از هرگونه آلودگی و پوسیدگی جهت اعمال تیمار انتخاب گردید. رقم پوست قرمز طارم، زودرس و دارای طعم ملس است که از بازاری پسنندی بالایی برخوردار می باشد. اسانس آویشن با خلوص ۹۵ درصد از شرکت زراعی نماگل سپاهان واقع در اصفهان تهیه گردید.

مطالعه حاضر در دو آزمایش جداگانه، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در آزمایش اول ۱۸۰ میوه انار سالم و عاری از هرگونه بیماری با اسانس آویشن در چهار غلظت (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) و زمان انبارداری در سه سطح (یک، دو و سه ماه) تیمار شدند. برای انجام آزمایش اسانس آویشن روی میوه ها محلول پاشی و به مدت ۱۲ ساعت برای خشک شدن در دمای اتاق قرار گرفتند.

در ایران هشت گونه قارچ از جنس *Aspergillus* به عنوان عوامل فساد و گندیدگی میوه انار گزارش شده است. قارچ *Aspergillus niger* از توانایی بالایی در نفوذ، رشد و تکثیر برخوردار بوده و عامل پوسیدگی سیاه در انار است (۶).

در آزمایش دوم، میوه ها با اسپور قارچ *Aspergillus niger* آلوده شد و تیمار اسانس روی میوه های آلوده اجرا گردید. برای این منظور قارچ *Aspergillus niger* از سطح میوه های آلوده با استفاده از اسکارپل برداشته شد. سپس در بخش گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان مورد شناسایی قرار گرفت و بعد از خالص سازی، روی محیط کشت عصاره سیب زمینی دکستروز آگار کشت داده شد. بعد از چهار روز، از قارچ های کشت شده روی این محیط کشت محلول سوسپانسیون اسپور قارچ با تعداد 1×10^5 در هر میلی لیتر با استفاده از لام گلیول شمار تهیه شد. سپس روی پوست میوه، دو خراش طولی به اندازه 2×2 میلی لیتر با استفاده از چاقوی معمولی استریل شده ایجاد شد. برای تلقیح میوه ها از دستگاه اسپری معمولی استفاده شد. محلول رقیق شده اسپور با استفاده از آب افشان، روی میوه اسپری شد و میوه ها به مدت ۱۲ ساعت در این حالت قرار داده شدند تا قارچ به داخل زخم ها نفوذ کرده و عمل تلقیح انجام شود. بعد از عمل تلقیح، اسانس آویشن روی میوه ها اسپری و به مدت ۱۲ ساعت برای خشک شدن در دمای اتاق قرار گرفتند سپس میوه ها به انبار منتقل گردید و در دمای ۶ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵

اسانس آویشن تأثیر یکسان بر پوسیدگی داشت. بیشترین پوسیدگی در تیمار شاهد (۳۲/۷۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). کمترین پوسیدگی در ماه اول انبارمانی (۱۷/۱۲ درصد) و بیشترین پوسیدگی در ماه سوم انبارمانی (۳۵/۱۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس نتایج، کاربرد اسانس آویشن روی انارهای آلوده شده به اسپور قارچ (آزمایش ۲) به طور موثری پوسیدگی را کاهش داد. درصد پوسیدگی با افزایش مدت انبارمانی افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد هر سه سطح اسانس آویشن تأثیر یکسان بر درصد پوسیدگی داشتند و اختلافی بین سطوح اسانس وجود نداشت. بیشترین درصد پوسیدگی در تیمار شاهد (۳۲/۵۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). کمترین درصد پوسیدگی در ماه اول انبارمانی (۱۷/۰۰ درصد) و بیشترین درصد پوسیدگی ماه سوم انبارمانی (۳۴/۶۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۴).

درصد سرمازدگی

بر اساس نتایج آزمایش اول اسانس آویشن باعث کاهش درصد سرمازدگی شد. با افزایش مدت زمان انبارداری درصد سرمازدگی افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد سه سطح اسانس آویشن تأثیر یکسانی بر درصد سرمازدگی داشت و بیشترین درصد سرمازدگی در تیمار شاهد (۰/۲۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). کمترین درصد سرمازدگی در ماه اول انبارمانی (۰/۱۴ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). نتایج آزمایش دوم نشان داد اسانس آویشن درصد سرمازدگی انارهای انبار شده را کاهش داد. درصد سرمازدگی با افزایش مدت انبارمانی افزایش داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد سرمازدگی در تیمار صفر میلی گرم در لیتر اسانس آویشن (۰/۲۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). کمترین درصد کاهش وزن در ماه اول انبارمانی (۰/۱۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۴).

درصد کاهش وزن

بر اساس نتایج آزمایش اول اسانس آویشن کاهش وزن انارهای تیمار شده را کاهش داد و با افزایش مدت انبارمانی کاهش وزن انارها افزایش یافت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین درصد کاهش وزن در تیمار صفر میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه سوم انبارمانی (۲۲/۷۴ درصد) و کمترین درصد کاهش وزن در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه اول انبارمانی (۴/۳۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۵). بر اساس نتایج آزمایش دوم اسانس آویشن تأثیر مثبت بر کاهش وزن انارها داشت و با افزایش مدت زمان نگهداری در انبار درصد کاهش وزن افزایش یافت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد کاهش وزن در تیمار صفر میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه سوم انبارداری (۲۳/۷۴ درصد) و کمترین درصد کاهش وزن در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه اول انبارداری (۵/۰۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۶).

درصد به مدت سه ماه به منظور بررسی اثر تیمار مورد مطالعه نگهداری شدند. اندازه گیری صفات مورد نظر در چهار مرحله انجام گرفت. مرحله اول، قبل از تیمار با اسانس آویشن و سه مرحله بعدی به فاصله هر ۳۰ روز یکبار در طول نگهداری میوه بود.

درصد کاهش وزن میوه ها به روش ارشادی و همکاران (۷) اندازه گیری شد. مقدار مواد جامد محلول (TSS) به روش حسینی قیداری (۱۰) و با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی مدل (Atago(NC-1) اندازه گیری شد. اسید قابل تیتراسیون (TA) و pH آب میوه با اقتباس از روش طلایی و همکاران (۳۰) اندازه گیری شد. اندازه گیری مقدار کل آنتوسیانین در نمونه ها به روش فولکی و فرانسس (۸) انجام گرفت. اندازه گیری نشت یونی با استفاده از روش ارایه شده مکالم و مگ دونالد (۱۶) اندازه گیری شد.

درصد سرمازدگی

برای ارزیابی درصد سرمازدگی در میوه های انبار شده هر ماه با خارج کردن میوه ها از انبار و نگهداری به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه صورت گرفت. وجود لکه های فرورفته قهوه ای رنگ در سطح میوه به همراه قهوه ای شدن پرده های جداگر دانه ها به عنوان علائم سرمازدگی در نظر گرفت. شدت سرمازدگی میوه ها به صورت زیر محاسبه و به صورت درصد بیان گردید (۳۳).

$$CI = \sum (ni.i) / (N.4) \times 100$$

CL = درصد سرمازدگی، ni = تعداد میوه های که علائم سرمازدگی درجه i را نشان دادند و i = درجه سرمازدگی (بر اساس میزان قهوه ای شدن و فرورفتگی پوست) از صفر تا ۳ است. صفر = بدون علائم سرمازدگی، یک = بین ۱ تا ۲۵ درصد، دو = ۲۶ تا ۵۰ درصد و سه = بیش از ۵۰ درصد است. N = تعداد میوه های کل در هر تیمار.

برای اندازه گیری درصد پوسیدگی هر ماه انارهای هر تیمار از انبار خارج شده و میزان پوسیدگی در سطح و داخل میوه در هر تکرار به صورت بصری ارزیابی و به صورت درصد بیان شد.

تجربه و تحلیل آماری

داده ها به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج

پوسیدگی

در نمونه های آلوده نشده با اسپور قارچ، اسانس آویشن (آزمایش ۱) سبب کاهش پوسیدگی شد. با افزایش مدت انبارمانی، درصد پوسیدگی انارها زیاد شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر سه سطح

نشت یونی

نتایج آزمایش اول نشان داد اسانس آویشن نشت یونی کاهش داد و با افزایش مدت انبارمانی نشت یونی افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین نشت یونی در تیمار شاهد در ماه سوم (۷۸/۲۱ درصد) و کمترین نشت یونی در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر در ماه اول انبارداری (۵۰/۰۷ درصد) مشاهده شد (جدول ۵). بر اساس نتایج آزمایش دوم اسانس آویشن تاثیر مثبتی بر نشت یونی داشت و باعث کاهش نشت یونی شد و با افزایش مدت زمان انبارمانی نشت یونی افزایش داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد نشت یونی در تیمار شاهد در ماه سوم انبارمانی (۷۸/۱۱ درصد) و کمترین درصد نشت یونی در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه اول انبارمانی (۵۵/۹۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۶).

کل مواد جامد محلول

نتایج آزمایش ۱ نشان داد. اسانس آویشن تاثیر مثبتی بر کل مواد جامد محلول داشت و با افزایش مدت انبارمانی کل مواد جامد محلول ابتدا کاهش داشت و سپس افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسانس آویشن و مدت انبارمانی نشان داد بیشترین کل مواد جامد محلول در تیمار شاهد در ماه سوم انبارمانی (۱۸/۵۰) و کمترین کل مواد جامد محلول در اسانس آویشن ۵۰۰ میلی گرم در لیتر در ماه دوم انبارمانی (۱۲/۲۵) بود (جدول ۵).

نتایج آزمایش ۲ نشان داد. اسانس آویشن اثر مثبتی بر کل مواد جامد محلول داشت و بین سطوح مختلف اسانس آویشن و تیمار شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت. کل مواد جامد محلول با افزایش مدت انبارمانی کاهش یافت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار مواد جامد محلول در تیمار شاهد (۱۶/۵۰) و کمترین مقدار آن در غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن (۱۴/۵۰) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین کل مواد جامد محلول در ماه اول انبارمانی (۱۶/۸۱) و کمترین مقدار آن در ماه سوم انبارمانی (۱۴/۰۶) مشاهده شد (جدول ۴).

تغییری نداشت. نتایج آزمایش ۲ نشان داد. اسانس آویشن اثر معنی داری بر نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون داشت و بین سطوح مختلف اسانس آویشن و تیمار شاهد اختلاف وجود داشت. نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون با افزایش مدت انبارمانی کاهش یافت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار مواد جامد محلول در تیمار شاهد (۱۲/۴۸) و کمترین مقدار آن در غلظت ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن (۱۰) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین مقدار مواد جامد محلول در ماه اول انبارمانی (۱۲/۹۴) و کمترین مقدار آن در ماه سوم انبارمانی (۱۰/۷۱) مشاهده شد (جدول ۴).

آنتوسیانین

نتایج آزمایش اول نشان داد اسانس آویشن تاثیر مثبتی بر مقدار آنتوسیانین داشت. بین تیمار شاهد و سطوح مختلف اسانس آویشن اختلاف معنی داری مشاهده شد. با افزایش مدت انبارمانی مقدار آنتوسیانین افزایش داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار آنتوسیانین در غلظت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر آویشن (۰/۱۷) میلی گرم بر لیتر) و کمترین مقدار آنتوسیانین در تیمار شاهد (۰/۱۳۸) میلی گرم بر لیتر) مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین مقدار آنتوسیانین در ماه سوم انبارمانی (۰/۱۶۳) میلی گرم بر لیتر) و کمترین مقدار آنتوسیانین در ماه اول انبارمانی (۰/۱۲۸) میلی گرم بر لیتر) مشاهده شد (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمایش دوم اسانس آویشن تاثیر معنی داری بر مقدار آنتوسیانین داشت. ولی سطوح مختلف اسانس آویشن بر مقدار آنتوسیانین تاثیر یکسان داشت. با افزایش مدت زمان انبارمانی مقدار آنتوسیانین افزایش داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین کمترین مقدار آنتوسیانین در تیمار شاهد (۰/۱۷۰) میلی گرم بر لیتر) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین مقدار آنتوسیانین در ماه سوم انبارمانی (۲۳) میلی گرم بر لیتر) مشاهده شد. (جدول ۴).

pH آب میوه

نتایج آزمایش اول نشان داد. اسانس آویشن بر pH آب میوه اثر مثبت داشت. با افزایش مدت انبارمانی مقدار pH آب میوه افزایش داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار pH آب میوه در تیمار شاهد (۳/۴۹) و کمترین مقدار pH آب میوه در تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم اسانس آویشن (۳/۳۸) مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین مقدار pH آب میوه در ماه سوم انبارمانی (۳/۵۷) و کمترین مقدار pH آب میوه در ماه اول انبارمانی (۳/۳۲) مشاهده شد (جدول ۲). نتایج آزمایش دوم نشان داد اسانس آویشن و مدت انبارمانی تاثیر معنی داری بر pH آب میوه داشت.

اسید قابل تیتراسیون

نتایج آزمایش اول و آزمایش دوم نشان داد. اسانس آویشن بر مقدار اسید قابل تیتراسیون تاثیر نداشت. مقدار اسید قابل تیتراسیون در مدت زمان نگهداری در انبار ثابت بود.

نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون

نتایج آزمایش اول نشان داد. اسانس آویشن بر نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون تاثیر نداشت و همچنین در مدت انبارمانی نسبت مواد جامد محلول به مقدار اسید قابل تیتراسیون

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده نشده با اسپور قارچ
Table 1- Mean comparison of Thyme essential oil post-harvest spray effect on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) not infected with fungus spore

صفات Traits اسانس آویشن Thyme essential oils (mg.l ⁻¹)	پوسیدگی Decay (%)	سرمازدگی Chilling Injury (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/l)	pH	TSS/TA	TA (%)
0	32.75a	0.25a	0.138b	3.49a	11.38a	1.38 a*
500	23.83b	0.19b	0.170a	3.44ab	11.28a	1.35a
1000	25.08b	0.18b	0.149ab	3.38c	11.68a	1.35a
1500	23.91b	0.19b	0.155ab	3.40ab	11.38a	1.35a

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده نشده با اسپور قارچ
Table 2- Mean comparison of Storage time effect on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) not infected with fungus spore

صفات Traits دوره انبارمانی (ماه) Storage Time (Month)	پوسیدگی Decay (%)	سرمازدگی Chilling Injury (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/l)	pH	TSS/TA	TA (%)
1	17.12c	0.14b	0.128c	3.32c	12.81a	1.47a*
2	26.31b	0.23a	0.148b	3.47b	12.06a	1.45a
3	35.18a	0.24a	0.163a	3.57a	12.33a	1.32a

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده شده با اسپور قارچ
Table 3- Mean comparison of Thyme essential oil post-harvest spray effect on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) infected by fungus spore

صفات Traits اسانس آویشن Thyme essential oils (mg.l ⁻¹)	پوسیدگی Decay (%)	سرمازدگی Chilling Injury (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/l)	pH	TSS/TA	TA (%)
0	32.50a	0.26a	0.170b	12.48a	1.33a	16.50a*
500	23.66b	0.20b	0.180a	11.75ab	1.31a	15.16ab
1000	24b	0.19b	0.180a	11.34ab	1.38a	15.66ab
1500	23.58b	0.20b	0.183a	10b	1.35a	13.50b

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر مدت انبارمانی بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده شده با اسپور قارچ
Table 4- Mean comparison of Storage time effect on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) infected with fungus spore

صفات Traits دوره انبارمانی (ماه) Storage Time (Month)	پوسیدگی Decay (%)	سرمازدگی Chilling Injury (%)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/l)	TSS (%)	TSS/TA	TA (%)
1	17.00c	0.16c	0.15b	16.81a	12.94a	1.30a*
2	26.12b	0.22b	0.15b	15.05ab	11.07b	1.36a
3	34.67a	0.26a	0.23a	14.06b	10.71b	1.31a

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (P<0.05) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین کمترین مقدار pH آب میوه در تیمار ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه سوم انبارمانی (۳/۱۹) و بیشترین مقدار pH آب میوه در تیمار صفر میلی گرم در لیتر اسانس آویشن در ماه سوم انبارمانی (۳/۵۸) مشاهده شد.

جدول ۵- اثرات متقابل محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن و مدت انبارمانی بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده نشده با اسپور قارچ

Table 5- Interaction effect post-harvest spray essential oil of Thyme and storage time on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) not infected with fungus spore

اسانس آویشن Thyme essential oils (mg.l ⁻¹)	دوره انبارمانی (ماه) Storage Time (Month)	کاهش وزن Weight loose (%)	نشت یونی Ionic leakage (%)	مواد جامد محلول TSS (%)
0	1	14.37ab	62.24bc	17.50ab*
0	2	17.80ab	66.51bc	13.50b
0	3	22.74a	78.21a	18.50a
500	1	8.81b	54.32c	17.50ab
500	2	12.33ab	64.93bc	12.25c
500	3	14.47ab	70.71b	15.75ab
1000	1	5.99b	50.70d	17.00ab
1000	2	16.18ab	64.88bc	14.00ab
1000	3	20.60ab	67.41bc	16.00ab
1500	1	4.35c	54.07c	15.75ab
1500	2	12.25ab	65.64b	13.50b
1500	3	19.24ab	69.78b	14.75ab

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)

جدول ۶- اثرات متقابل محلول پاشی پس از برداشت اسانس آویشن و مدت انبارمانی بر خصوصیات انار رقم پوست قرمز طارم آلوده شده با اسپور قارچ

Table 6- Interaction effect post-harvest spray essential oil of Thyme and storage time on pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) infected with fungus spore

اسانس آویشن Thyme essential oils (mg.l ⁻¹)	دوره انبارمانی (ماه) Storage Time (Month)	کاهش وزن Weight loose (%)	نشت یونی Ionic leakage (%)	pH
0	1	15.81ab	65.06ab	3.54ab*
0	2	18.34ab	73.69ab	3.33bc
0	3	23.74a	78.11a	3.58a
500	1	9.45b	61.34ab	3.49ab
500	2	12.85b	62.22ab	3.48b
500	3	14.60ab	63.14ab	3.53ab
1000	1	6.77b	55.95b	3.54ab
1000	2	16.49ab	69.98ab	3.25bc
1000	3	20.19ab	72.84ab	3.32bc
1500	1	5.05c	60.85ab	3.49ab
1500	2	12.37ab	66.64ab	3.41bc
1500	3	19.24ab	61.60ab	3.19c

*اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P<0.05$) نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)

عمر انبارداری انار شد. اسانس آویشن از دو نوع فنل ایزومر به نام های تیمول و کارواکرول بیش از ۴۰ درصد تشکیل شده است که اثر ضد

بحث
اسانس آویشن درصد پوسیدگی را کاهش داد و باعث افزایش

افزایش یافت و بالاترین درصد مواد جامد محلول طی انبارداری در شاهد مشاهده شد. میوه انار یک میوه نافرازگرا است و در مرحله رسیدگی کامل برداشت می‌شود. کاهش مقدار مواد جامد محلول در ماه دوم انبارداری به دلیل مصرف قندها در طی چرخه تنفس سلولی می‌باشد (۲۵). شدت کاهش آب در میوه‌ها طی انبارمانی معمولاً بیش‌تر از کاهش قند می‌باشد. به همین دلیل افزایش قند در تیمار شاهد مشاهده می‌شود و افزایش بیشتر درصد مواد جامد محلول در شاهد به خاطر از دست دادن آب و کاهش وزن بیشتر در شاهد نسبت به انار-های تیمار شده می‌باشد. نتایج این آزمایش با نتایج ربیعی و همکاران (۲۴) در مورد تأثیر اسانس آویشن و اسانس اسطوخدوس روی سیب رقم جوناگلد و با یافته‌های حاصل از آزمایش جلیل‌مندی و همکاران (۱۱) بر انگورهای رومیزی تیمار شده با اسانس آویشن و اسانس زیره و همچنین با یافته‌ها حاصل از نتایج آزمایش سلیمی و همکاران (۲۸) روی انگور دانه رقم سیاه سردشت مطابقت داشت.

اسانس آویشن بر مقدار آنتوسیانین اثر مثبت داشت. اسانس‌ها به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی که دارند از اکسید شدن آنتوسیانین در مدت انبارمانی جلوگیری می‌کنند (۱۸). آنتوسیانین ترکیبات ناپایداری هستند. افزایش میزان آنتوسیانین کل در آب میوه انار در زمان انبارمانی می‌تواند به دلیل تبدیل آنتوسیانین‌ها به انواعی دیگر آنتوسیانین باشد که میزان جذب بیشتری نسبت به انواع قبلی دارا می‌باشند (۲۹). یافته‌های حاصل از این پژوهش با یافته‌های حاصل از آزمایش محمدی و همکاران (۱۸) توت فرنگی تیمار شده با اسانس دارچین مطابقت داشت.

مقدار pH در طول دوره انبارمانی تغییر پیدا کرد. افزایش مقدار pH آب میوه می‌تواند بیانگر مصرف اسیدهای آلی در طول زمان نگهداری باشد. نتایج این آزمایش با نتایج ربیعی و همکاران (۲۴) در مورد تأثیر اسانس‌های اسطوخدوس و آویشن در سیب رقم جوناگلد مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد اسانس آویشن با تأثیر مثبت بر کاهش خسارت سرمازدگی، درصد نشت یونی، کاهش وزن و کنترل پوسیدگی انار و حفظ کیفیت میوه انار در مدت انبارمانی می‌تواند به‌عنوان یک جانشین مناسب برای ترکیبات شیمیایی و قارچکش‌ها باشد. تولید سبزی و میوه ارگانیک به دلیل نقش آنها در سلامتی انسان، رو به افزایش است که خود نیازمند استفاده نکردن از مواد شیمیایی در خلال تولید و فرایندهای پس از برداشت آنها می‌باشد.

غفونی‌کننده قوی دارند (۳۴). به نظر می‌رسد تأثیر ضد قارچی اسانس آویشن به دلیل خاصیت آب‌گریزی و انحلال‌پذیری آن در غشاء سیتوپلاسمی و تشکیل باندهای هیدروژنی توسط ترکیبات فنلی آن با پروتئین‌های غشاء سیتوپلاسمی قارچ بعد از تجزیه در قسمت لیپیدی غشاء می‌باشد (۱۲). نتایج این پژوهش با نتایج عبداللهی و همکاران (۱) در مورد تأثیر اسانس‌های رازیانه، زیره سیاه و زنیان روی گوجه فرنگی و همچنین با نتایج حاصل از آزمایش مسکوکی و مرتضوی (۲۰) در مورد تأثیر اسانس آویشن و اسانس زنیان روی گلابی مطابقت دارد.

اسانس آویشن تأثیر مثبتی در کنترل کاهش وزن انارها در مدت نگهداری در انبار داشت. احتمالاً اسانس آویشن با تشکیل یک لایه نازک روغنی اطراف پوست میوه مشابه یک پوشش عمل کرده و مانع تبخیر آب از پوست و حفظ رطوبت پوست میوه شده است. نتایج این تحقیق با نتایج آزمایش محمدی و امینی‌فرد (۱۸) در مورد تأثیر اسانس‌های رازیانه، دارچین و انیسون در هلو و نتایج آزمایش ربیعی و همکاران (۲۴) در مورد تأثیر اسانس‌های اسطوخدوس و آویشن در سیب رقم جوناگلد مطابقت دارد.

تأثیر مثبت اسانس آویشن در کاهش خسارت سرمازدگی و نشت یونی در مدت نگهداری در انبار مشاهده شد. سرما در بافت‌های گیاهی باعث کاهش سیالیت غشای سلولی و بروز سرمازدگی در غشاء سلولی آسیب دیده می‌شود که منجر به افزایش نشت یونی از غشاء سلول‌ها می‌گردد. به نظر می‌رسد اسانس آویشن، با تأثیر در حفظ سیالیت ساختار غشای پلاسمایی و اندامک داخلی از جمله تونوپلاست در دمای پایین مانع از هم پاشیده آنها شده و در نتیجه باعث کنترل نشت یون‌ها و مواد موجود در واکوبیل به سیتوزول و فضاهای سیتوپلاسمی شده. یکی از ترکیبات تشکیل دهنده اسانس آویشن ترکیبات فنلی است. ترکیبات فنلی سرشار از گروه CO^- هستند که می‌توانند در متلاشی کردن رادیکال‌های آزاد بوجود آمده در اثر تنش سرما نقش مهمی بازی کرده و منجر به کاهش سرمازدگی در بافت میوه‌ها می‌گردد. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج آزمایش گونزالس و همکاران (۹) در مورد تأثیر متیل جاسمونات در کنترل سرمازدگی در میوه پاپایا رقم سان‌رایز و با نتایج آزمایش دینگ و همکاران (۵) در مورد تأثیر متیل جاسمونات در کنترل سرمازدگی و انتقال پروتئین‌های شوک حرارتی در میوه گوجه فرنگی و همچنین با نتایج آزمایش رنجبر و همکاران (۲۷) در مورد نقش متیل جاسمونات در القاء مقاومت به سرمازدگی میوه انار رقم ملس ترش ساوه مطابقت داشت.

اسانس آویشن و مدت انبارمانی اثر مثبت بر درصد مواد جامد محلول داشتند و با افزایش مدت انبارمانی درصد مواد جامد محلول

منابع

- 1- Abdolahi A., Hassani A., Ghuosta Y., Javadi T. and Meshkatsadat M.H. 2010. Essential oils as control agents of Post-harvest Alternaria and Penicillium rots on tomato fruits. *Journal of Food Safety*, 30:341-352.
- 2- Aboutalebi A.H. and Mohammadi M.H. 2011. Effect of Essential oils on Postharvest stability of fruits quality and decay Management of kinnow Mandarin. *Journal of Seed and Plant Production*, 27:501-504. (in Persian)
- 3- Asghari Marjanlu A., Mostofi Y., Shoeibi S.H. and Fattahi M. 2009. Effect of Cumin Essential Oil on Postharvest Decay and Some Quality Factors of Strawberry. *Journal of Medicinal Plants*, 8 (28): 131-139. (in Persian).
- 4- Burt S. 2004. Essential oils their anti-bacterial properties and potential applications in foods a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- 5- Ding C.K., Wang K.C. and Smith D.L. 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate *Plant Science*, 161:1153-1159.
- 6- Elahiniya A. 2011. Diseases of fruit trees and some garden plants and methods fighting them. Gilan University Pub, 570.
- 7- Ershadi M. 2006. Postharvest Physiology. Iilam University Pub, 32-45.
- 8- Fuleki F. and Francis J.F. 1986. Quantitative method for anthocyanin determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry Juice. *Journal of food science*, 33: 78-83.
- 9- Gonzalez-Aguilar A.B., Buta J.G., and Wang C.Y. 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain Postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biology and Technology*, 28:361-370.
- 10- Hosseini Ghedari F. 2008. Study Quantitative and Qualitative three varieties of apple rootstocks in Ghidari Region. M. Sc Thesis. Department of Horticultural Science, Science and Research Islamic Azad University, Tehran.
- 11- Jalili Marandi R., Hassani A., Ghosta Y., Abdollahi A., Pirzad A. and Sefidkon, F. 2010. *Thymus kotschyanus* and *Carum copticum* Essential oils as botanical preservatives for table-grape. *Journal of Medicinal Plants research*, 4(22): 2424-2430
- 12- Juven B.J., Kanner J., Sched F. and Weisslowicz H. 1994. Factors that interact with the antimicrobial of thyme essential oil and its active constituent's. *Journal of applied bacteriology*, 76: 626-631.
- 13- Kang G. Z., Wang Z.X. and Sun G.C. 2003. Participation of H₂O₂ in enhancement of cold chilling by salicylic acid in banana seedlings. *Acta Botanica Sinica*, 45: 567-573.
- 14- Karimi Z., and Rahemi M. 2008. Comparison of Essential Oils of Clove, Thyme and Imazalil Fungicide on Blue Mold (*Penicillium italicum* Wehmer) of Citrus Fruits in Storage. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12(45): 231-237. (in Persian).
- 15- Liu W.T. and Chu C.L. 2002. Thymol and acetic acid vapors reduce Postharvest brown rot of apricot and plum. *Journal of Horticulture Science*, 37: 151-156.
- 16- McCollum T.G. and McDonald R.E. 1991. Electrolyte leakage, respiration and ethylene production as indices of chilling injury in grapefruit. *Horticulture Science*, 26: 1191-1192.
- 17- Mohammadi M., Azimi M.H. and Khodabandloo F. 2011. Comprehensive guide illustrated pomegranate cultivation, publishing of Education and extension agricultural, Tehran, 260.
- 18- Mohammadi S., Aminifard, M H. 2012. Effect of essential oils on Postharvest decay and some quality factors of Peach (*Prunus persica* var *Redhaven*). *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 6(17): 147-153.
- 19- Mostofi y., Dehestani Ardekani M., and Razavi H. 2011. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi". *Journal of Food Science*, 8(30): 93-102. (in Persian with English abstract)
- 20- Muscovi A. and Mortazavi A. 2004. Antifungal activity of Essential oils of *Thymus vulgaris* and *Trachyspermum ammi* against *Aspergillus*. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8(2): 207-214. (in Persian).
- 21- Nanda S. Rao D.V.S. and Krishnamurthy S. 2001. Effects of shrink film wrap-ping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. *Postharvest Biology and Technology*, 22 (1): 61-65.
- 22- Omid Baigi R. 2012. Production and processing of medicinal plants. Mashhad Astane Quds Razavi Pub, 400.
- 23- Pooly W.D., Ringer T., and Combrink S. 2009. Essential oils amended coating as alternatives to synthetic fungicide in citrus Postharvest management. *Postharvest Biology and Technology*, 53: 117-122
- 24- Rabiei v., Shirzadeh E., Rabbi.Angourani H. and Sharafi Y. 2011. Effect Essential oils of Thyme and Lavender on the qualitative and quantitative traits and traits and storage life of apple Jon gold cultivar. *Medicinal Plant*, 5:5522-5527.
- 25- Rahemi M. 2007. Postharvest physiology: Introduction to physiology and handling of fruit and vegetables. Shiraz University Publications, 650.
- 26- Ranjbar H., Farzaneh M., Hadian J., Mirjalili M.J. and Sharifi Z. 2008. Fungi toxic effect of some plant extracts post-harvest diseases of strawberry pazhohesh and sazandegi. 81: 46-60. (in Persian).
- 27- Ranjbar H., Zolfaghari Nasabe R., Ghasemnejade M. and Sarkhose A. 2005. Effects of methyl jasmonate induction

- of resistance to chilling injury at pomegranate (cv. Saveh Malas). pazhohesh and Sazandegi, 75: 43-49. (in Persian)
- 28- Salimi L., Arshad M., Rahimi A.R., Rokhzadi A., Amini S. and Azizi M. 2013. Effect of some Essential oils on Postharvest quality of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Rasha (Siah-e-Sardasht)) during cold storage. International Journal of Biosciences, 3 (4): 75-83
- 29- Sayari M., Babalar M., Kalantari R., Alizadeh H. and Askari M.A. 2009. Effects of Salicylic Acid on Chilling Resistance and Phenylalanine Ammonia Lyase Activity in 'Malase Saveh' Pomegranate (*Punica granatum*) during Cold Storage. Iranian Journal of Horticultural Sciences, 40(3): 21-38. (in Persian)
- 30- Talaei A., Askari Sarcheme M.A., bahadaran F. and Sherafatiyan D. 2004. The effects of Hot water and in polyethylene Bag Packaging on the Storage life and Quality of the pomegranates (cv. Malas Saveh) Iranian Journal of Horticultural Sciences, 35(2): 369-377. (in Persian with English abstract).
- 31- Tripathi P., Dubey N.K., and Shukla A.K. 2008. Use of some Essential oils as Postharvest botanical fungicides in the management of grey mold of grapes caused by (*Botrytis cinerea*). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24: 39-46.
- 32- Tripathi P., Dubey N.K., Banerji R. and Chansouria J.P.N. 2004. Evaluation of some Essential oil as botanical fun toxicants in management of postharvest rotting of citrus fruits. World Journal of Plant Pathology, 20: 317-321
- 33- Wang L., Chena S., Kong W., Li W. and Archibald D. 2006. Salicylic-acid pretreatment alleviates chilling-injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41: 244-251.
- 34- Zargari A. 1991. Medicinal Plants. Tehran University Pub, 946.



تأثیر اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین، تیامین و اسید اسکوربیک روی برخی خصوصیات ظاهری و بیوشیمیایی گیاه پروانش (*Catharanthus roseus* L.)

فاطمه بنی اسدی^{۱*} - وحیدرضا صفاری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثرات برخی محرک‌های رشد در بهبود شرایط رشد و نمو گل پروانش، در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل: محلول پاشی ساده و ترکیبی، چهار ماده محرک رشد اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، تیامین و بنزیل آدنین بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، تیمارهای به کار برده شده بر کلیه پارامترهای اندازه گیری شده به غیر از طول عمر گل تأثیر معنی داری داشتند. با توجه به نتایج مشخص گردید که تیمار ترکیبی بنزیل آدنین به همراه تیامین و اسید اسکوربیک تعداد گل در بوته را از ۶/۷۲ به ۱۶/۳۲ عدد رساند و موجب افزایش ۷۱ درصدی وزن تر بوته گردید و نیز وزن خشک بوته را بیش از دو برابر افزایش داد. همچنین تیمار بنزیل آدنین به همراه اسید جیبرلیک قطر گل را به میزان ۲۵ درصد افزایش و تعداد شاخه جانبی و قند احیاء در تیمار ترکیبی بنزیل آدنین، تیامین و اسید اسکوربیک بیش از ۱۰۰ درصد افزایش یافتند. طول شاخه جانبی در ترکیب چهارماده دوبرابر شد. نتایج نشان داد تیامین موجب افزایش ۸۱، ۸۸ و ۵۹ درصدی کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید شد.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه، قند احیاء، گلدهی، ویتامین

مقدمه

پروانش (*Catharanthus roseus* L.) گیاهی از خانواده خرزهره برای مصارف دارویی و نیز به عنوان یک گیاه زینتی تقریباً در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت و کار می‌شود. همچنین در گیاه پزشکی به عنوان میزبان آزمایشی برای فیتوپلاسم‌ها استفاده می‌شود (۲۶). گزارشات متنوعی مبنی بر خاصیت دارویی این گیاه، به دلیل داشتن آکالوئیدهای مختلف، تانن‌ها، ساپونین‌ها، پکتین و رنگدانه‌های آلی برای مصارف مختلف وجود دارد (۴۶).

اخیراً توجه زیادی به استفاده از مواد طبیعی برای بهبود رشد گیاهان شده است. در این رابطه بیان شده است که اسید اسکوربیک در گیاهان عالی سنتز و رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این ماده محصول متابولیسم د-گلوکز است که فعالیت‌های چرخه‌های تغذیه ای گیاهان عالی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نقش مهمی در

انتقال الکترون ایفا می‌کند (۱۴). بوخینا و همکاران (۱۱) گزارش کردند که اسید اسکوربیک فراوان ترین آنتی اکسیدان است که از سلول های گیاهی محافظت می‌کند. اسید اسکوربیک در حال حاضر به دلیل تأثیر روی تقسیم و تمایز سلول به عنوان یک تنظیم کننده رشد در نظر گرفته شده است. از دیگر ویتامین‌ها که روی خصوصیات فیزیولوژیکی و رشدی گیاه اثر دارد تیامین (ویتامین B₁) است (۳۵). افزایش رشد رویشی با کاربرد ویتامین‌ها در گوجه فرنگی (۴)، آفتاب گردان (۱۸) و رزماری (۴۸) گزارش شده است. کاربرد اسید اسکوربیک و تیامین موجب بالا بردن ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها، سطح برگ، وزن تر و خشک و ترکیبات شیمیایی در گیاه پنجه غازی شد (۳۵). آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ در گوجه فرنگی گیلاسی شد (۳۳). افزایش مقدار رنگیزه فتوسنتزی با کاربرد ویتامین‌ها در گیاه برگ انجیری و رازیانه گزارش شده است (۵ و ۲۳).

جیبرلین‌ها به عنوان گروه متنوعی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی تقسیم‌بندی شده‌اند که برخی از مسیرهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی را در گیاهان افزایش می‌دهند (۲۱). جیبرلین‌ها در بسیاری

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

(*)- نویسنده مسئول: Email: baniasadi.fatemeh@yahoo.com

طول عمر گل، زمان ظهور گل ابتدا توسط نخ های رنگی مشخص و تاریخ آن یادداشت گردید و سپس تاریخ ریزش گل از آن کسر گردد این بازه زمانی طول عمر گل را نشان داد. همچنین، بعد از انجام آزمایش و رشد کامل بوته ها پارامترهایی چون تعداد و ارتفاع شاخه جانبی، وزن تر و خشک بوته نیز محاسبه گردید. برای اندازه گیری رنگیزه های گیاهی از روش لیچتندر (۲۸) استفاده شد. برای سنجش و اندازه گیری کلروفیل ها و کارتنوئید از استون ۸۰ درصد استفاده و جذب آن ها در طول موج ۴۷۰، ۶۶۳ و ۶۴۷ نانومتر خوانده شد. همچنین قند احیا نیز به روش سوموگی (۴۴) اندازه گیری شد. برای این اندازه گیری از محلول سولفات مس و اسید فسفومولیدیک استفاده شد. مقدار ۲ میلی لیتر از هریک از عصاره های تهیه شده تیمارها به لوله آزمایش منتقل و پس از افزودن ۲ میلی لیتر محلول سولفات مس به آنها درب لوله ها با پنبه مسدود گردید. پس از قرار دادن در حمام آب گرم رنگ قرمز آجری دید شد و در نهایت پس از سرد شدن لوله ها، ۲ میلی لیتر محلول اسید فسفو مولیدیک به آنها افزوده و پس از چند لحظه رنگ آبی پدیدار شد. شدت جذب رنگ محلول ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مواد به کار برده شده در این آزمایش بر کلیه پارامترهای اندازه گیری شده به غیر از طول عمر گل در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

اثر تیمارها روی صفات مورد اندازه گیری تعداد و قطر گل

در بین تیمارهای ساده به کار برده شده تأثیر تیمامین بر تعداد گل مشهود تر از سایر مواد بود. همچنین در تیمارهای ترکیبی که در آنها اسید جیبرلیک وجود نداشت تعداد گل نسبت به دیگر تیمارها افزایش یافت. به طوری که بیشترین تعداد گل که ۱۶/۳۳ عدد در بوته بود در تیمار ترکیبی بنزیل آدنین به همراه تیمامین و اسید اسکوربیک دیده شد. در کلیه تیمارهایی که اسید جیبرلیک وجود داشت یک روند نزولی در تعداد گل مشاهده شد به طوری که کمترین تعداد گل در بوته در تیمار ساده اسید جیبرلیک دیده شد (جدول ۱). کلیه مواد محرک رشد به کار برده شده تأثیر افزایشی بر قطر گل داشتند. این فرایند افزایشی به گونه ای بود که تیمار بنزیل آدنین به همراه اسید جیبرلیک تأثیر بیشتری بر این پارامتر نسبت به سایر تیمارها داشت و قطر گل را به میزان ۲۵ درصد افزایش داد (جدول ۱). کاهش تعداد گل در اثر کاربرد اسید جیبرلیک در این آزمایش ممکن است ناشی از کاهش تعداد برگ و افزایش بیش از حد ساقه بوده، که مانع از ورود به موقع این گیاه به فاز زایشی باشد. مسعود و همکاران (۳۱) نیز گزارش

از فرایندهای نمو گیاه و بهبود برخی از صفات مطلوب چون افزایش طول ساقه، گلدهی یکنواخت، کاهش زمان تا گلدهی و افزایش اندازه گل دخالت دارند (۴۵). گزارشات متنوعی مبنی بر اثر مثبت اسید جیبرلیک بر پارامترهای رویشی وجود دارد. به طوری که اسید جیبرلیک ارتفاع، تعداد برگ در گیاه، طول برگ و قطر ساقه گل دهنده گلابول را افزایش داد (۴۷). اثرات افزایشی این تنظیم کننده رشد بر ارتفاع ساقه آویشن و تعداد شاخه جانبی گل جعفری نیز گزارش شده است (۳۷ و ۲۵).

سایتوکینین ها در بسیاری از فرایندهای رشد و نمو گیاه مانند تقسیم سلولی و تمایز یابی، افزایش توسعه سطح برگ، افزایش تعداد شاخه جانبی و تحرک عناصر غذایی نقش ایفا می کنند (۴۱). بر طبق گزارش نگوین و همکاران (۳۶) مشخص گردید که تیمار سایتوکینین درصد گلدهی را افزایش و به توسعه جوانه گل در گل سرخ کمک کرد. همچنین کاربرد بنزیل آدنین در گیاه شمعدانی باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، وزن تازه گیاه و وزن تر و خشک برگ و در گیاه ختمی باعث افزایش ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، وزن تر گیاه و وزن خشک برگ شد (۱۷ و ۲۴). پاسخ گیاهان به تنظیم کننده های رشد گیاهی ممکن است با توجه به گونه های گیاهی، تنوع، سن گیاه، شرایط محیطی، وضعیت فیزیولوژیکی و تغذیه ای و تعادل هورمونی درونی متفاوت باشد. این پژوهش به منظور بررسی اثرات ساده و ترکیبی این محرک های رشد برای بهبود فرایند گلدهی، رشد و پارامترهای بیوشیمیایی گیاه پروانش انجام گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر در کرمان در سال ۱۳۹۲ انجام گردید. ابتدا بذرهای پروانش با هیپوکلرید سدیم ۵ درصد ضد عفونی و سپس در گلدان های حاوی کوکوپیت پرلایت کاشته شدند. سپس در مرحله ۴ برگگی به محیط کشت اصلی (۲ قسمت ماسه + ۱ قسمت خاک باغچه + ۱ قسمت کود دامی) منتقل شدند. اولین محلول پاشی شاخه و برگگی زمانی که دانهال ها به مرحله ۶ برگگی (۸) رسیدند در صبح زود انجام گرفت و با فاصله زمانی ۱۰ روز در ۲ مرحله دیگر نیز تکرار شد. تیمارهای به کار برده شده شامل محلول پاشی آب مقطر (شاهد)، اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، تیمامین هر یک ۱۰۰ میلی گرم برلیتر و بنزیل آدنین ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر و ترکیب های دوگانه، سه گانه و چهارگانه آن ها برای تعیین کامل ترین پاسخ گیاه در مقابل مصرف جداگانه و ترکیبی این مواد، بود.

پارامترهای رویشی و بیوشیمیایی

در طی آزمایش شاخص های اصلی رشد مانند متوسط طول عمر، تعداد و متوسط قطر گل اندازه گیری شد. برای اندازه گیری متوسط

(۲۴). گزارش شده است که افزایش قطر گل با کاربرد بنزیل آدنین احتمالا به این دلایل است که این ماده موجب انتقال مواد ساخته شده از برگ ها به جوانه ها و گل های در حال رشد شده، که به موجب آن فشار اسمزی موجود در گلبرگ ها افزایش یافته در نتیجه جذب آب بیشتری صورت گرفته و این امر موجب تورم سلول ها و تورژسانس گل ها و در نهایت افزایش قطر گل می شود (۱۹). تاثیر اسید جیبرلیک بر افزایش قطر گل به دلیل نقش آن در تحریک تقسیم سلولی می باشد.

تعداد و طول شاخه جانبی

مقایسه میانگین تعداد شاخه جانبی در واکنش به تیمارهای ساده نشان داد که، تاثیر بنزیل آدنین بر این پارامتر بیشتر از سایر مواد کاربردی بود به طوری که تعداد شاخه جانبی را به میزان ۷۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین ترکیب بنزیل آدنین به همراه تیامین در بین ترکیبات دوتایی موجب افزایش ۸۲ درصدی این پارامتر شد. در نهایت تیمار بنزیل آدنین به همراه تیامین و اسید اسکوربیک که بیش از ۱۰۰ درصد تعداد شاخه جانبی را افزایش داد. اسید جیبرلیک چه به صورت ساده و چه ترکیب با سایر مواد محرک تعداد شاخه جانبی را کاهش داد به گونه ای که کمترین تعداد شاخه جانبی با ۳/۱۶ عدد در بوته در تیمار اسید جیبرلیک دیده شد (جدول ۱).

کرده اند که اسید جیبرلیک تاثیر مثبتی بر رشد داشته اما بر فرایند گلدهی گیاه پروانش تاثیر مثبتی نداشته است. از طرفی پرابهات کومار و همکاران (۳۹) بیان کرده اند که این هورمون موجب افزایش تعداد و قطر گل در مینای پاییزه شد. پیش از این نیز گزارش شده است که کاربرد ترکیبی آسکوربیک و تیامین باعث بهبود کیفیت گل گلابول شد (۹). در مورد گل داوودی نیز گزارش شده است که، تیامین موجب افزایش تعداد گل شد (۱۳). همچنین ال کوزنی و همکاران (۱۶) نشان دادند که کاربرد اسید آسکوربیک باعث افزایش تعداد گل ختمی چینی شد. اسید آسکوربیک مجموعه ای از نقش ها مانند تقسیم و بزرگ شدن سلول، توسعه دیواره سلولی و دیگر فرایندهای نموی در رشد گیاهان ایجاد می کند. اسید آسکوربیک روی غشاء پلاسمایی و پمپ های پروتونی تاثیر گذار بوده و بر طبق تئوری اسیدی سبب تحریک عوامل سست کننده دیواره سلولی و در نتیجه افزایش توسعه دیواره سلولی و بزرگ شدن سلول می گردد (۱۲). یکی از دلایل موثر بودن اسید آسکوربیک روی گل دهی، این است که اسید آسکوربیک روی فرایند علامت دهی هورمون های گیاهی در طول انتقال از مرحله رویشی و زایشی است (۷). تیامین باعث افزایش NPK در گیاه میخک پرپر شده که به موجب آن، تغییرات کمی در آمینواسیدها و پروتئین های ایجاد می شود و در نهایت در تقسیم سلولی و کشیدگی سلول تاثیر مثبت می گذارد (۱۰). همچنین کاربرد بنزیل باعث افزایش تعداد و قطر گل کوکب و شمعدانی شد (۲۲) و

جدول ۱- تاثیر اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین و تیامین بر تعداد گل در بوته، میانگین قطر گل و تعداد شاخه جانبی گیاه پروانش

Table 1- Effect of Vit. C, GA₃, BA and Thiamine on number of flower, average of flower diameter and number of lateral branch

تیمارها Treatments	تعداد گل در بوته Number of flower in plant	میانگین قطر گل Average of flower diameter (cm)	تعداد شاخه جانبی در بوته Number of lateral branch in plant
Contrtol	6.27 ^f	36.14 ^h	5.6 ⁱ
Vit C	10.2 ^e	41.1 ^g	7.8 ^{ef}
GA ₃	2.4 ⁱ	43.33 ^f	3.16 ^l
Vit C*GA ₃	4.2 ^h	41.9 ^g	4 ^k
Thi	14.4 ^{bc}	41.7 ^g	8.24 ^{de}
Thi*Vit C	14.4 ^{bc}	44 ^{ef}	8.4 ^d
Thi*GA ₃	5.2 ^{gh}	44.9 ^{de}	5 ^j
Thi*GA ₃ *Vit C	6 ^f	45.9 ^{cd}	5.48 ^{ij}
BA	12.8 ^d	44.2 ^{ef}	10 ^c
BA*Vit C	13.44 ^{cd}	44.5 ^{ef}	10.24 ^c
BA*GA ₃	4.8 ^h	48 ^a	6.8 ^h
BA*GA*Vit C	5 ^{gh}	45 ^{de}	7.4 ^{fg}
BA*Thi	15 ^b	44.6 ^{def}	11 ^b
BA*Thi*Vit C	16.32 ^a	44.8 ^{de}	12.6 ^a
BA*Thi*GA	6.5 ^f	46.2 ^{bc}	7 ^{gh}
BA*Thi*GA*Vit C	7 ^f	47.3 ^{ab}	7.6 ^f

Vit C: اسید اسکوربیک، GA₃: اسید جیبرلیک، Thi: تیامین، BA: بنزیل آدنین (حروف متفاوت در هر صفت، بیان کننده معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است)

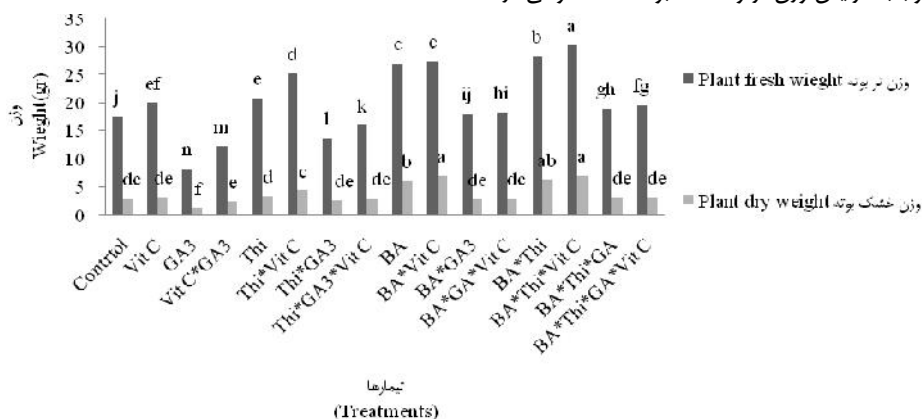
Vit C: Ascorbic acid, GA₃: Giberlic acid, Thi: Thiamine, BA: Benzyladenine (different letters of each characteristic represents significance level of averages using Duncan test)

نهایت بالاترین وزن تر و خشک ۳۰/۲۲ و ۷ گرم بود که در تیمار ترکیبی بنزیل آدنین به همراه تیامین و اسید اسکوربیک دیده شد (شکل ۱). اگرچه در وزن خشک بوته، این تیمار تفاوت معنی داری از نظر آماری با تیمار بنزیل آدنین به همراه اسید اسکوربیک نداشت. به طور کلی در کلیه تیمارهایی که اسید جیبرلیک وجود داشت وزن تر نسبت به سایر تیمارها کاهش چشم گیری داشتند. آن چنان که کمترین وزن تر و خشک بوته به ترتیب ۸/۱۸ و ۱/۱۹ گرم در تیمار ساده اسید جیبرلیک دیده شد (شکل ۱). یافته های گزارش شده روی گیاه کروتون نشان می دهد که بنزیل آدنین تاثیر مثبت بر وزن تر ساقه و ریشه داشت (۲). لوکازوزکا و همکاران (۲۹) نیز بیان کرده اند که بنزیل آدنین موجب افزایش وزن تر در مریم گلی و شمعدانی شد. افزایش وزن در گل پروانش احتمالا به دلیل نقش این ماده در تقسیم و بزرگ شدن سلول ها می باشد. از طرفی نتایج نشان دهنده این مطلب بود که این ماده موجب افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته گشته و شاید این افزایش باعث افزایش وزن تر و خشک گردیده است. یافته های گزارش شده روی گیاه پنجه غازی، نوعی شمعدانی و جعفری آفریقایی نشان می دهد که آسکوربیک اسید و تیامین باعث افزایش وزن تر ساقه و ریشه و وزن تر کل شده است (۱، ۱۵ و ۴۲). با توجه به شواهد موجود آسکوربات نقش دوگانه ای در رشد سلول دارد، از یک طرف باعث تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلولی می شود و از طرف دیگر، رشد طولی و گسترش سلولی را امکان پذیر می سازد (۳۷). از طرفی کاهش وزن تر و خشک در اثر کاربرد اسید جیبرلیک را شاید بتوان به کاهش تعداد شاخه جانبی نسبت داد که در نتیجه کاهش شاخه جانبی تعداد برگ بوته ها نیز کاهش یافته است.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که در کلیه تیمارهای که اسید جیبرلیک وجود داشت افزایش طول شاخه جانبی بیشتر بود. به گونه ای که تیمار ترکیبی بنزیل آدنین، تیامین، اسید جیبرلیک و اسید اسکوربیک ۵۱ درصد طول شاخه جانبی را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲). گزارش های متعددی مبنی بر کاربرد بنزیل آدنین بر افزایش تعداد شاخه در گیاه کروتون، ختمی زینتی و همیشه بهار وجود دارد (۲، ۱۷ و ۳۲). بنزیل آدنین به عنوان مکانیزمی جایگزین سربرداری در گیاهانی مانند پروانش، شاهپسند و عشقه به کار می رود که باعث افزایش شاخه دهی شده و همچنین، ارتفاع کلی بوته را کاهش می دهد (۲۷). مهقوب و همکاران (۳۰) گزارش کرده اند که تیامین به طور معنی داری موجب افزایش تعداد شاخ و برگ گیاه کوب می گردد. همچنین تاثیر مثبت این ماده و اسید اسکوربیک نیز موجب افزایش تعداد شاخه جانبی در گیاه شمعدانی شد (۱۵). پیش از این هم اثر مثبت جیبرلیک اسید روی افزایش ارتفاع همیشه بهار و رعنا زیبا گزارش شده است (۳۴ و ۳۸). همچنین کاربرد اسید آسکوربیک و اسید جیبرلیک موجب افزایش ارتفاع ساقه و طول ریشه آویشن گردید (۳۷). به طور کلی اسید جیبرلیک با تحت تاثیر قرار دادن فرایندهای سلولی از جمله تحریک تقسیم سلولی و طولی شدن سلول ها سبب افزایش رشد رویشی می گردد (۶).

وزن تر و خشک بوته

در صفت وزن تر و خشک بوته دیده شد که، در بین اثرات ساده، تیمار بنزیل آدنین افزایش وزن تر و خشک بوته را نسبت به سه ماده دیگر بیشتر تحت تاثیر قرار داده است. هرچند که تیمارهای تیامین به همراه اسید اسکوربیک، بنزیل آدنین با تیامین و بنزیل آدنین توأم با اسید اسکوربیک موجب افزایش وزن تر و خشک بوته شدند ولی در



شکل ۱- تاثیر اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین و تیامین بر وزن تر و خشک گیاه پروانش (Vit C: اسید اسکوربیک، GA₃: اسید جیبرلیک، Thi: تیامین، BA: بنزیل آدنین) (حروف متفاوت در هر صفت، بیان کننده معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است)

Figure 1- Effect of Vit. C, GA₃, Thi and BA on ftesh and dry weight of periwinkle plant (Vit C: Ascorbic acid, GA₃: Giberlic acid, Thi: Thiamine, BA: Benzyladenine) (different letters of each characteristic represents significance level of averages using Duncan test)

اثر تیمارها روی صفات بیوشیمیایی

کلروفیل a

در بررسی اثرات ساده این سه ماده مصرفی در مقدار کلروفیل a مشخص گردید که تیمار بیشترین مقدار از سه ماده دیگر تاثیر گذار بود. به طوری که بالاترین میزان کلروفیل a در این تیمار دیده شد که موجب افزایش ۸۱ درصدی این پارامتر نسبت به شاهد شد. بعد از آن، تیمار تیمار توام با اسید اسکوربیک و ترکیب سه تایی آن با اسید اسکوربیک و اسید جیبرلیک بیشترین مقدار کلروفیل a را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).

کلروفیل b

نتایج به دست آمده در مورد کلروفیل b تقریباً مانند کلروفیل a بود با این تفاوت که از نظر آماری اختلاف چندانی بین تیمار ساده تیمار و ترکیب آن با اسید اسکوربیک دیده نشد (شکل ۲). اثر مثبت تیمار روی افزایش رنگیزه فتوسنتزی پیش از این در گونه ای از گل کوکب هم گزارش شده است (۳۰). افزایش رنگیزه های فتوسنتزی با کاربرد اسید اسکوربیک و تیمار در گیاهان پنجه غازی، گلابول قبلا نیز گزارش شده است (۹ و ۱). کلروفیل در گیاهان از نظر جذب و به کارگیری انرژی نورانی در فتوسنتز نقش اساسی اولیه دارد. لذا تاثیر تنظیم کننده های رشد گیاهی روی بیوسنتز و تجزیه کلروفیل به طور مستقیم روی فتوسنتز موثر واقع می شود. گزارش شده است تیمار با کمک به سنتز مجدد کلروفیل در برخی از گیاهان فاقد کلروفیل موجب افزایش رشد و در نهایت محصول شد (۲۰). اسید اسکوربیک دارای یک نقش محوری در فتوسنتز بوده و در غلظت های بالا در

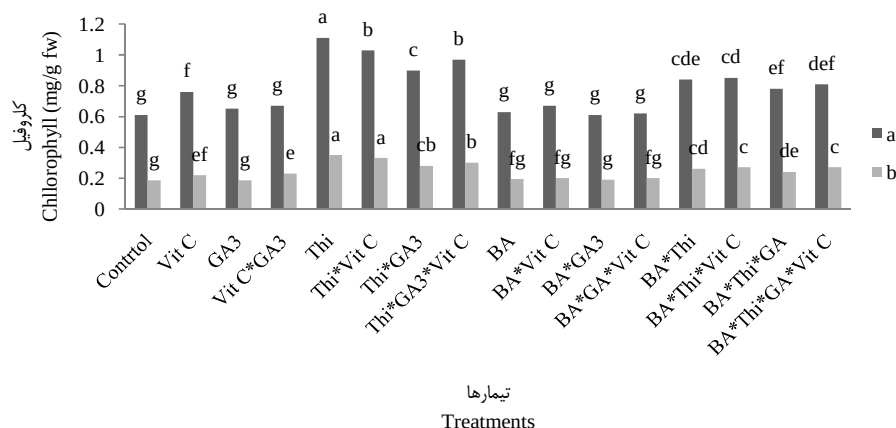
کلروپلاست یافت می شود. همچنین، به عنوان یک آنتی اکسیدان از سلول گیاهی محافظت می کند (۱۱). کاربرد اسید جیبرلیک، باعث افزایش رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه کروتون گردید (۴۳). از طرفی مسعود و همکاران (۳۱) گزارش کردند که اسید جیبرلیک تاثیری بر مقدار کلروفیل پریش نداشته است. کاربرد بنزیل آدنین افزایش رنگیزه های فتوسنتزی را در گیاه کروتون موجب گردید (۲). سابتوکینین ها همچنین از تخریب کلروفیل جلوگیری می کنند و جذب اسیدهای آمینه و نگهداری پروتئین ها را در گیاه تقویت می نمایند و با تحریک تقسیم سلولی در گیاهان باعث جلوگیری از پیری می شوند.

کارتونوئید

نتایج حاصل از این پژوهش بیان گر این مطلب بود که در بین اثرات ساده تاثیر تیمار بیشترین از سایر تیمارها بوده است. همچنین حضور تیمار در کلیه تیمارهای ترکیبی برافزایش کارتونوئید برگ موثرتر بوده است. به گونه ای که تیمارهای ساده تیمار و تیمار ترکیبی آن با اسید اسکوربیک موجب افزایش ۵۹ درصدی کارتونوئید شدند (جدول ۲).

قند احیاء

اندازه گیری قند احیا در گیاهان مورد تیمار نشان داد که کلیه تیمارها موجب افزایش قابل توجه و معنی داری این ماده غذایی مهم گردید.



شکل ۲- تاثیر اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین و تیمار بر کلروفیل a و b گیاه پروانش (Vit C: اسید اسکوربیک، GA₃: اسید جیبرلیک، Thi: تیمار، BA: بنزیل آدنین) (حروف متفاوت در هر صفت، بیان کننده معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است)

Figure 2- Effect of Vit C, GA₃, Thi and BA on chlorophyll a and b of periwinkle plant (Vit C: Ascorbic acid, GA₃: Giberlic acid, Thi: Thiamine, BA: Benzyladenine) (different letters of each characteristic represents significance level of averages using Duncan test)

تیامین سبب قندهای محلول و غیر محلول درختچه یاس را افزایش داد. تیامین یک بخش ضروری برای بیوسنتز کوآنزیم تیامین پیروفسفات است که نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات دارد (۳). اگرچه وجود تیامین برای اکسیداسیون چربی ها، پروتئین ها و اسید های نوکلئیک ضروری است اما ارتباط نزدیک تری با متابولیسم کربوهیدرات دارد (۳۵). همچنین گزارش شده است که ویتامین C در ختمی چینی موجب افزایش قند محلول گردید (۱۶).

اگر چه هر کدام از این مواد موجب افزایش این ماده در بوته های تحت تیمار گردیدند ولی نقش تیامین در این مورد قابل توجه تر از سایر مواد کاربردی بود. به طوری که بیشترین میزان قند احیاء به مقدار ۳/۸۵ میلی گرم بر گرم وزن تر در ترکیب تیماری بنزیل آدنین، تیامین و اسید اسکوربیک دیده شد (جدول ۲). عبدالعزیز و همکاران (۳) گزارش کرده اند که تیامین موجب افزایش قندهای محلول گلابول شد. همچنین راویا و همکاران (۴۰) نیز بیان کرده اند که

جدول ۲- تاثیر اسید اسکوربیک، اسید جیبرلیک، بنزیل آدنین و تیامین بر میانگین طول شاخه جانبی، کارتنوئید و قند احیا گیاه پروانش
Table 2- Effect of Vit C, GA₃, BA and Thiamine on mean length of lateral branch, carotenoids and reduced sugar of periwinkle plant

تیمارها Treatments	میانگین طول شاخه جانبی Average of lateral branch branch (cm)	کارتنوئید Carotenoid (mg.g ⁻¹ fw)	قند احیا Reduced sugar(mg.g ⁻¹ fw)
Contrtol	19.17 ⁱ	0.22 ^d	3.64 ^a
Vit C	21.83 ^{gh}	0.28 ^{abcd}	3.5 ^a
GA3	3.14 ^d	0.23 ^{cd}	2.55 ^{bcd}
Vit C*GA3	31.44 ^d	0.28 ^{abcd}	2.84 ^b
Thi	23.75 ^{ef}	0.35 ^a	2.79 ^b
Thi*Vit C	22.27 ^{fg}	0.35 ^a	2.84 ^b
Thi*GA3	36.4 ^c	0.3 ^{abc}	2.32 ^{cd}
Thi*GA3*Vit C	36.8 ^c	0.33 ^a	2.93 ^b
BA	20.86 ^h	0.22 ^d	3.72 ^a
BA*Vit C	24.82 ^{fg}	0.25 ^{bcd}	3.85 ^a
BA*GA3	36 ^c	0.23 ^{cd}	2.55 ^{bcd}
BA*GA*Vit C	35.6 ^c	0.24 ^{cd}	2.99 ^b
BA*Thi	24.82 ^e	0.28 ^{abcd}	3.64 ^a
BA*Thi*Vit C	25 ^e	0.28 ^{abcd}	3.5 ^a
BA*Thi*GA	38.22 ^b	0.29 ^{abc}	2.55 ^{bcd}
BA*Thi*GA*Vit C	39.88 ^a	0.32 ^{ab}	2.84 ^b

Vit C: اسید اسکوربیک، GA₃: اسید جیبرلیک، Thi: تیامین، BA: بنزیل آدنین (حروف متفاوت در هر صفت، بیان کننده معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است)

Vit C: Ascorbic acid, GA₃: Giberlic acid, Thi: Thiamine, BA: Benzyladenine(different letters of each characteristic represents significance level of averages using Duncan test)

جیبرلیک چه به صورت ساده و چه در ترکیب با سایر مواد، به دلیل افزایش بیش از حد ارتفاع بوته منجر به خمیدگی بوته گشته و در بهبود شرایط رشدی گیاه پروانش موثر نبوده است. همچنین تیامین اثرات قابل توجهی روی صفات بیوشیمیایی داشت. که مسلماً در بهبود صفات مرفولوژیکی گیاه تاثیر گذار بوده است.

نتیجه گیری کلی

گیاه پروانش یک گیاه باغچه ای است و تعداد گل و شاخه جانبی در آن از اهمیت بالایی برخوردار است تیمار بنزیل آدنین به همراه تیامین و اسید اسکوربیک بهترین تاثیر را بر این صفات داشته و موجب بهبود شرایط رویشی این گیاه می گردد. از طرفی کاربرد اسید

منابع

- 1- Abdel-Aziz N.G., El-Quesni Fatma E.M., and Farahat M.M. 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Synгонیوم پودوفیلوم* L. to foliar application of thiamine, ascorbic acid and kinetin at Nubaria. World Journal of Agricultural Science, 3: 301-305.
- 2- Abdel-Aziz N.G. 2007a. Stimulatory effect of NPK fertilizer and benzyladenine on growth and chemical constituents of *Codiaeum variegatum* L. Plant . American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 2: 711-719.

- 3- Abdel Aziz N. G., Taha Lobna S., and Ibrahim Soad M.M. 2009. Some Studies on the Effect of Putrescine, Ascorbic Acid and Thiamine on Growth, Flowering and Some Chemical Constituents of *Gladiolus* Plants at Nubaria. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 2: 169-179.
- 4- Abdel-Halim S.M. 1995. Effect of some vitamins on growth, yield and endogenous hormones of tomato plants during winter. *Egypt Journal Application Science*, 10: 322-334.
- 5- Abo-Dahab T.A.M., and Abdel-Aziz G.N. 2006. Physiological effect of diphenylamine and tryptophan on the growth and chemical constituents of *Philedendron erubescence* plants. *World Journal of Agricultural Science*, 2: 75-81.
- 6- Akbari Chermahini S., and Moallemi N. 2010. Effect of gibberellin acid on vegetative growth of olive (*Olea europaea* L.) saplings. *Journal of Horticultural Science*, 24:184-188. (in Persian with English abstract)
- 7- Amin A.A., Rashad E.M., and Gharib A.E. 2008. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of Wheat plants as affected by foliar application with Salicylic acid and Ascorbic acid. *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 2: 252-261.
- 8- Banko T.J., and Stefani M.A. 1988. Growth response of selected container-grown bedding plants to paclobutrazol, uniconazole, and daminozide, *Journal of Environmental Horticulture*, 6:124-129.
- 9- Bedour A.A., and Eid R.A. 2011. Improving gladiolus growth, flower keeping quality by using some vitamins application. *Journal of American Science*, 7: 169-174.
- 10- Bekheta M.A., and Mahgoub M.H. 2005. Application of Kinetin and phenylalanine to improve flowering characters, vase life of cut flowers as well as vegetative growth and biochemical constituents of carnation plants. *Egypt Journal of Application Science*, 20: 234-246.
- 11- Blokhina O., Virolainen E., and Fagerstedt K.V. 2003. Antioxidant, oxidative damage and oxygen deprivations stress. A Review. *Annals of Botany*, 91:179-194.
- 12- Dolatabadian A.1, Modarres Sanavy S.A.M.1., and Sharifi M.2009. Effect of Water Deficit Stress and Foliar Application of Ascorbic acid on Antioxidants Enzymes Activity and Some Biochemical's Changes in Leaves of Grain Corn (*Zea maise* L.). *Iranian Journal of Biology*, 22: 408-422. (in Persian with English abstract)
- 13- El-Fawakhry F.M., and El-Tayeb H.F. 2003. Effect of some amino acids and vitamins on chrysanthemum production. *Journal Agriculture Research Alexandria University*, 8: 755-766.
- 14- El-Kobisy D.S., Kady K.A., Medani R.A., and Agamy R.A. 2005. Response of pea plant (*Pisum sativum* L.) to treatment with ascorbic acid. *Egyptian Journal Applied Science*, 20: 36-50.
- 15- El-Lelhy S.R., Ayad H.S., and Reda F. 2011. Effect of riboflavin, ascorbic acid and dry yeast on vegetative growth, essential oil pattern and antioxidant activity of geranium (*Pelargonium graveolens* L.). *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10: 633-638.
- 16- EL-Quesni F.E., Abd EL-Aziz N., and Maga M.K. 2009. Some studies on the effect of Ascorbic Acid and α -tocopherol on the growth and some chemical composition of *Hibiscus rosa sinensis* L. at Nurbaria. *Ozean Journal of Applied Science*, 2: 159-167.
- 17- Eraki M.A. 1994. Effect of benzyl adenine (BA) application on the growth, fruit yield and some chemical constituents of (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants. *Minofiya Journal of Agricultural Research*, 2: 623-637.
- 18- Gamal El- Din, K.M. 2005. Physiological studies on the effect of some vitamins on growth and oil content in sunflower plant. *Egyptian Journal of Basic and Applied Science*, 20: 560-571.
- 19- Gandaby M., Hassanpour Asil M., Hatamzadeh A., Rabiei B., and Chamani E. 2008 . Effect of benzyladenine and silver thiosulphate on physiochemical characteristics of lilium cut flowers. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12: 603-612. (in Persian with English abstract)
- 20- Hamada A.M., and Khulaef E.M. 2000. Stimulative effects of ascorbic acid, thiamin and or pyridoxine on *Vicia faba* growth and some related metabolic activities. *Pakistan Journal of Boiological Science*, 3: 1330-1332.
- 21- Hashemabadi D., and Zarchini. 2010. Yield and quality management of rose (*Rosa hybrida* cv. Poison) with plant growth regulators. *Plant Omics Journal*, 3:167-171.
- 22- Hassan E.A., and El-Quesni F.M. 1989. Application of growth regulators in agriculture. A cytokinin induced new morphogenetic phenomena in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Bull Faculty of Agriculture, Cairo University*, 40: 187-196.
- 23- Hassanein R.A.M. 2003. Effect of some amino acids, trace elements and irradiation on fennel (*Foeniculum vulgare* L.). Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture. Cairo University.
- 24- Hassanin M.A. 1985. Effect of some growth regulators and potassium fertilizers on growth, yield and essential oil production of geranium plants (*Pelargonium graveolens* L.). MSc. Thesis Faculty of Agriculture Cairo University, 121-132.
- 25- Kishan S., Singh K.P., and Raju D.V.S. 2007. Vegetative growth, flowering and seed characters of African marigold (*Tagetes erecta* L.) as influenced by different growth substances during mild of seasons. *Journal Ornamental Horticulture*, 10: 268-270.
- 26- Kumar S., Byadgi A.S., Nargund N.B., Mokashi A N., and Fakrudin B. 2012. Occurrence of phytoplasma disease

- of periwinkle [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.] in northern Karnataka. karnataka journal agricultural sciences, 25: 293- 295.
- 27- Latimer J.G. 2012. Using plant growth regulators on containerized herbaceous perennials. Virginia Polytechnic Institute and State University. 2-3.
- 28- Lichtenthder H.K. 1987. Chlorophylls and Carotenoids Pigments of Photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148: 350-382.
- 29- Lukaszewska A, Monika P., and Karol C.H . 2008. Effect of drought and benzyl adenine on scarlet salvia (*Salvia splendens* Sello) and geranium (*Pelargonium hortorum* L. H. Bail). Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Horticulture and Landscape Architecture, 29: 45–52.
- 30- Mahgoub H.M., Abd El–Aziz G.N., and Mazhar M. A. 2011. Response of *Dahlia pinnata* L. plant to foliar spray with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 10: 769-775.
- 31- Masoud A.N., Sciuchetti L.A., Farnsworth N. R., Blomster R.N., and Meer W.A. 2006. Effect of gibberellic acid on the growth, alkaloid production, and VLB content of *Catharanthus roseus*. Journal of Pharmaceutical Sciences, 57: 589-593.
- 32- Menesi F.A., Nofal E.M.S., and El-Mahrouk E.M .1991. Effect of some growth regulators on *Calendula officinalis* L. Egyptian Journal of Applied Science, 6: 1-15.
- 33- Miguel A., Rosales Z., Juan M., Ruiz A., Hernandez J., Soriano T., Castilla N., and Romero L .2006. Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 1545-1551.
- 34- Mohamed G.F., and Abdella E.M.M. 2013. Response of *Calendula officinalis* L. plants to foliar application of gibberellic acid and mixture of some micronutrients. Journal of Applied Sciences Research, 9: 735-742.
- 35- Nahed, G.A., El-Aziz A., Fatma E.M., and FarahatM. M. 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Syngonium podophyllum* to foliar application of Thiamine, Ascorbic acid and Kinetin ot Nurbaria. World Journal of Agricultural Science, 3: 301-305.
- 36- Nguyen H.V., Phan H.A., and Duong T.N .2006. The role of sucrose and different cytokinins in the in vitro floral morphogenesis of rose (hybrid tea) cv. “First Prize”. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 87: 315-320.
- 37- Pazoki A., Rezaie H., Habibi D., and Paknejad F. 2012. Effect of drought stress, ascorbate and gibberellin foliar application on some morphological traits, RWC and cell membrane stability of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8: 1-13. (in Persian)
- 38- Pawar V.A., Naik D.M., and Katkar P.B. 2007. Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of gaillardia (*Gaillardia pulchella*). South Indian Horticulture, 53: 386-388.
- 39- Prabhat Kumar S.P.S., Mishra R.L., and Singh, K.P. 2003. Effect of GA₃ on growth and yield of china aster (*Aster chinensis*). Journal Ornamental Horticulture, 6: 110-112.
- 40- Rawia A., Lobna S., Taha S., and Soad M.M. I. 2010. Physiological properties studies on essential oil of *Jasminum grandiflorum* L. as affected by some vitamins. Ozean Journal of Applied Science, 3: 87-96.
- 41- Shudo K.1994. Chemistry of phenylurea cytokinins. pp. 35-42. In Moko DY and Mc Mok (Eds.) Cytokinins: Chemistry, Activity and Function. CRC Press, Boca Raton.
- 42- Singh M.P., Singh R.P., and Singh G.N. 1991. Effect of GA₃ and ethrel on the growth and flowering of African marigold (*Tagetes erecta* L.). Haryana Journal of Horticultural Science, 20: 81-84.
- 43- Soad M.M., Taha I.L.S., and Farahat M.M. 2010. Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. Journal of American Sciences, 6: 126-130.
- 44- Somogy M. 1952. Note son sugar determination. Journal of Biochemistry, 195: 19-29.
- 45- Srivastava N K., and Srivastava A.K. 2007. Influence of gibberellic acid on 14 CO₂ metabolism, growth, and production of alkaloids in *Catharanthus roseus*. Photosynthetica, 45:156–60.
- 46- Talaat I.M., Bekheta M.A., and Mahgub M.H. 2005. Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus* L.) to tryptophan and putrescine. International Journal of Agriculture & Biology, 7: 209-213.
- 47- Umrao V.K., Sharma V., and Kumar B. 2007. Influence of gibberellic acid spraying on gladiolus cv. Rose Delight. Progressive Agricultural, 7: 187-188.
- 48- Youssef A.A., and Talaat I.M. 2003. Physiological response of rosemary plants to some vitamins. Egypt Pharm Journal, 1: 81-93.



اثر غنی سازی با کودهای زیستی و سه عنصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر خصوصیات جوانه زنی گیاه زنیان (*Carum copticum* L.)

مینا معتمدنژاد^{۱*} - سید وحید اسلامی^۲ - محمد حسن سیاری^۳ - سهراب محمودی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۲

چکیده

کاربرد کودهای زیستی به جای مصرف کودهای شیمیایی از جمله مهم ترین راهبردهای تغذیه ای در مدیریت پایدار بوم نظام های کشاورزی می باشد. در این راستا به منظور بررسی تاثیر تلقیح با کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر روی خصوصیات جوانه زنی گیاه زنیان (*Carum copticum* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بیرجند در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتور اول: کود زیستی در سه سطح شامل بدون تلقیح، *آزوسپریلیوم*، *ازتوباکتر* و فاکتور دوم: غنی سازی بذور در ده سطح شامل بدون غنی سازی، غنی سازی با عناصر آهن، روی، منگنز که هر کدام شامل سه غلظت یک، دو و سه میلی مولار بود. برای غنی سازی، بذور به مدت ۲۴ ساعت درون پتری دیش با محلول های ریز مغذی تیمار شدند. صفات مورد مطالعه عبارتند بودند از: درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، وزن تر ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه. نتایج آزمایش نشان داد که همه تیمارهای به کار رفته باعث افزایش معنی دار سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، وزن تر ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه در مقایسه با شاهد شد. اما تلقیح بذور و غنی سازی آنها اثر معنی داری بر درصد جوانه زنی نداشت. حداکثر و حداقل مقادیر وزن خشک ساقه چه به ترتیب برای تیمار ترکیبی (*ازتوباکتر* و Fe_3) با مقدار $4/03$ و *ازتوباکتر* با مقدار $1/26$ مشاهده شد. حداکثر و حداقل مقادیر طول ساقه چه به ترتیب برای تیمارهای ترکیبی *ازتوباکتر* و Mn_2 ($37/5$ میلی متر) و تیمار ترکیبی *آزوسپریلیوم* و Zn_3 (20 میلی متر) مشاهده شد. در مجموع از بین کودهای زیستی، *ازتوباکتر* و از بین تیمارهای ریزمغذی، آهن با هر سه غلظت به کار رفته، سبب افزایش ویژگی های مورد بررسی گردید. بر طبق نتایج این آزمایش، کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر بذور زنیان می تواند جوانه زنی سریعتر و گیاهچه های قوی تری را تأمین کند.

واژه های کلیدی: *آزوسپریلیوم*، آهن، *ازتوباکتر*، روی، گیاهان دارویی

مقدمه

گیاهان دارویی، کیفیت آنها را تضمین کرده و احتمال اثرات منفی بر کیفیت دارویی و عملکرد آنها را نیز کاهش می دهد (۱۵). زنیان^۵ گیاهی علفی یکساله و از خانواده چتریان^۶ می باشد. میوه این گیاه دارای چهار تا شش درصد اسانس روغنی فرار است که ۴۵ تا ۵۵ درصد آن را تیمول تشکیل می دهد. از زنیان در طب سنتی به عنوان ضد نفخ، مسکن و رفع ناراحتی های گوارشی استفاده می شود (۱۱). بیشترین میزان اسانس این گیاه در بذور آن وجود دارد و مقدار آن با توجه به خصوصیات ژنتیکی و محیطی بین ۲ تا ۵ درصد متغیر است (۳۰).

کودهای زیستی به تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم هایی که در ارتباط با تثبیت ازت و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه ای در نظام های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده اند. تمایل به تولید گیاهان دارویی و معطر و تقاضا برای محصولات طبیعی به خصوص در شرایط کشت اکولوژیک در جهان رو به افزایش می باشد (۱۰). کشت اکولوژیک

۱، ۲ و ۴- به ترتیب کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشیار اکولوژی علفهای هرز و دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

(*) نویسنده مسئول: Email: m.motamednejad@yahoo.com

۳- استادیار حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محل آزمایشگاه دانشکده کشاورزی بیرجند در سال ۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کودهای زیستی که شامل *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم*، عدم تلقیح و عناصر ریزمغذی شامل عناصر آهن، روی و منگنز که هر کدام با سه سطح غلظت یک، دو، سه میلی‌مولار بودند. باکتری‌ها از موسسه تحقیقات خاک و آب تهران تهیه شدند. ابتدا بذور جهت ضدعفونی در هیپوکلرید سدیم یک درصد به مدت دو تا سه دقیقه قرار داده شدند و سپس دو تا سه بار با آب شستشو گردیدند.

برای اجرای تیمار غنی‌سازی بذرها، میزان ۱۰ میلی لیتر بسته به تیمار آزمایشی از محلول عناصر ریزمغذی به مدت ۲۴ ساعت درون پتری دیش‌ها تیمار شدند (۳۲) و در مرحله بعد بسته به نوع تیمار آزمایشی، برای اجرای تیمار تلقیح باکتریایی، میزان هفت میلی‌لیتر مایه تلقیح که هر میلی لیتر آن دارای 10^8 عدد باکتری زنده و فعال بود، به مدت ۵ ساعت بذرها آغشته شدند (۲۳).

در هر تکرار از هر تیمار ۱۵ بذر در داخل پتری دیش بر روی کاغذ صافی قرار داده و آب مقطر اضافه و درب آنها را با پارافیلیم کاملاً بسته و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با رطوبت نسبی ۷۰ درصد و درجه حرارت ۲۵-۱۵ درجه سانتیگراد منتقل گردید.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه-چه و ساقه‌چه و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه بودند.

درصد جوانه‌زنی (GP) از تقسیم تعداد نهایی بذره‌های جوانه زده بر تعداد بذره‌های کشت شده، ضرب در ۱۰۰ بدست آمد (۲۴). بذوری به عنوان جوانه زده در نظر گرفته شدند که طول گیاهچه آنها حداقل دو میلی‌متر بود (۲). طول ریشه‌چه (RL) و ساقه‌چه (PL) نیز در روز چهاردهم اندازه‌گیری شد. بدین منظور تعداد پنج نمونه به طور تصادفی از هر پتری دیش انتخاب و سپس با استفاده از کولیس با دقت دو صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد بذره‌های جوانه زده هر روز در ساعت مقرر تا روز چهاردهم شمارش گردید و سرعت جوانه‌زنی (GR) بر حسب بذر در روز از طریق فرمول ارائه شده توسط ماگنر (۱۹۶۲) بدست آمد:

$$GR = \sum Ni/Ti$$

GR برابر است با سرعت جوانه‌زنی (بذر بر روز) و n_i برابر است با

تعداد بذوری که در زمان t_i جوانه زدند و t_i برابر است با تعداد روزها پس از کاشت.

برای اندازه‌گیری وزن تر گیاهچه‌ها پنج نمونه از هر پتری به طور تصادفی انتخاب شدند و به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱

خاک فعالیت می‌کنند اشاره دارد. باکتری‌های جنس *ازتوباکتر* و *آزوسپریلیوم* از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند و اغلب در نزدیکی یا حتی در داخل ریشه گیاهان یافت می‌شوند (۳۹). *ازتوباکتر کروکوم*^۱ متداولترین گونه *ازتوباکتر* می‌باشد که در اکثر خاک‌های جهان یافت می‌شود. گونه‌ی *ازتوباکتر کروکوم* علاوه بر تثبیت ازت چندین نقش دیگر هم از قبیل تولید هورمون‌های گیاهی (۳۶)، تولید موادی که به عنوان قارچ‌کش عمل می‌کنند (۲۷)، که بسیاری از بیماری‌ها را بهبود می‌بخشند (۲۵) و تولید دیگر عناصر و شاید افزایش حلالیت فسفات غیر محلول خاک را نیز برعهده دارد (۲۶).

جزئیات مکانیسم عمل *آزوسپریلیوم* در تقویت رشد گیاهان هنوز کاملاً شناخته نشده و مورد بحث است، ولی نتایج اغلب پژوهش‌ها گویای آن است که *آزوسپریلیوم* با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد کیفی و کمی غلاتی چون گندم و ذرت را تقویت می‌کند، که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد نمایان می‌گردد (۵) و (۱۸).

استفاده از کودهای زیستی برای بهبود کمی و کیفی گیاهان دارویی از جمله رازیانه (۱۹)، سیاهدانه^۲ (۴۰)، آویشن^۳، مرزنجوش (۳۷)، گزارش شده است.

غنی‌سازی به معنی افزایش غلظت عناصر غذایی به خصوص عناصر کم‌مصرف در گیاهان می‌باشد. لذا افزایش غلظت عناصر غذایی در دانه موجب خواهد شد که علاوه بر کمک به بهبود سلامتی جامعه، بذور قوی با قدرت جوانه‌زنی بالا و رشد اولیه زیاد تولید شود (۳۱). عناصر ریز مغذی مغذی آهن، منگنز و روی نقش مهمی در رشد و بازده گیاهان معطر و دارویی دارند (۱).

علی رغم تحقیقات گسترده‌ای که در مورد تاثیر کودهای زیستی بر گیاهان زراعی انجام شده است، اطلاعات موجود در مورد اثرات این نوع کودها بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاهان دارویی بسیار اندک است. لذا با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، همچنین نظر به اهمیت زنیان به عنوان یک گیاه دارویی جدید و نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشدی این گیاه به کودهای زیستی و ریزمغذی‌ها، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی شامل سویه‌های خالص باکتری‌های *ازتوباکتر*، *آزوسپریلیوم* از طریق تلقیح بذر و غنی‌سازی بذر با عناصر ریزمغذی بر خصوصیات جوانه‌زنی زنیان اجرا شد.

- 1- *Azotobacter chroococcum*
- 2- *Nigella sativa* L.
- 3- *Thymus vulgaris*

اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، ریشه‌چه و ساقه‌چه را به طور جداگانه در خشک‌کن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت در پاکت گذاشته شدند و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ محاسبه شدند.

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، تست نرمال بودن آنها انجام شد و پس از اطمینان از توزیع نرمال، تجزیه و تحلیل آنها توسط نرم افزار Genstat و رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه زیان به شکل معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کود زیستی و عناصر ریزمغذی و اثر توام کود زیستی و عناصر ریزمغذی قرار گرفتند. نتایج جدول ۱ بیانگر این موضوع بود که کاربرد تیمارها بر درصد جوانه‌زنی غیرمعنی دار بود.

درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان می‌دهد که از نظر آماری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین آغشته کردن بذر زیان با باکتری و ریزمغذی‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی بذر اثری نداشت.

سرعت جوانه‌زنی

بررسی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، تاثیر عناصر ریزمغذی بر سرعت جوانه‌زنی بیانگر معنی‌دار شدن این صفت در سطح احتمال یک درصد است. استفاده از عناصر ریزمغذی باعث بیشتر شدن سرعت جوانه‌زنی شد که در بین این تیمارها کاربرد منگنز یک میلی‌مولار با ۲/۱۶۴ بذر در روز بیشترین، و کاربرد روی یک میلی‌مولار با ۱/۵۵ بذر در روز، کمترین مقدار سرعت جوانه‌زنی را همانند شاهد به خود

اختصاص داد.

افزایش سرعت جوانه‌زنی و عملکرد توسط این باکتری‌ها در گیاهان مهمی همچون جو (۳۸ و ۹)، گندم (۸)، ذرت (۳۴) و نیشکر (۴۲) گزارش شده است. در بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد بر ارزش مروریابی نشان داده شد که این باکتری‌ها موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی بذر، رشد گیاهچه و سطح برگ گیاه شدند (۴۳). علت اصلی افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر در حضور این گونه باکتری‌ها تولید هورمون‌های رشد بیان شده است (۴۱ و ۴۶).

پرایمینگ بذر شویید با آهن و بور نشان داد که سرعت جوانه‌زنی را تا ۹۸ درصد افزایش می‌دهد و میتوان دلیل آن را توانا ساختن بذر جهت جذب سریع تر آب توسط آهن دانست و همچنین آهن در ساخت کلروفیل و انتقال الکترون در فتوسنتز نقش حیاتی را دارد (۲۹).

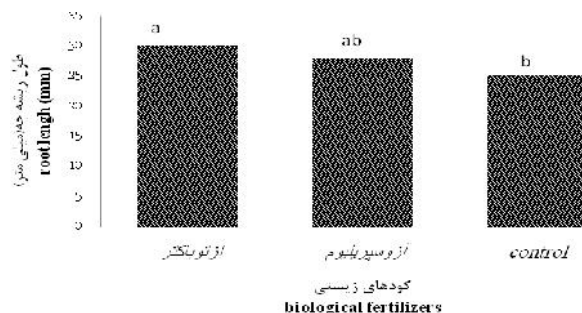
طول ریشه‌چه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کودهای زیستی بر روی طول ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و اثر ریزمغذی‌ها و نیز اثر توام این دو تیمار در سطح یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۱، کودهای زیستی با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما /زئوباکتر تفاوت معنی‌داری با شاهد را نشان داد. اثر ساده عناصر ریزمغذی نشان داد که عنصر منگنز یک و دو میلی‌مولار با بیشترین مقادیر به ترتیب (۳۵/۶۲ و ۳۴/۲۲ میلی‌متر) و کمترین مقدار تاثیر بر طول ریشه‌چه با کاربرد عنصر روی با غلظت سه میلی‌مولار (۱۶/۵۷ میلی‌متر) مشاهده شد. اثر متقابل کود زیستی و عناصر ریزمغذی نشان داد که تیمار ترکیبی /زئوباکتر و آهن دو میلی‌مولار بیشترین تاثیر را بر طول ریشه‌چه داشت و کمترین مقدار مربوط به کاربرد توام /آزوسپریلیوم و روی با غلظت سه میلی‌مولار بود (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس مولفه‌های جوانه‌زنی بذر زیان تحت تاثیر تیمار کود زیستی و عناصر ریزمغذی

Table 1- Analysis of variance of measured parameters of Ajoowan germination influenced by biological fertilizers and micronutrients

منابع تغییر s.o.v	درجه آزادی df	سرعت جوانه‌زنی germination (%)	وزن خشک DW ساقه‌چه shoot	وزن تر FW ساقه‌چه shoot	طول ریشه- چه shoot length	طول ریشه- چه root length
کود بیولوژیک biological fertilizer =A	2	28/14 ^{ns}	0/26 ^{ns}	0.021 ^{ns}	2.69 ^{ns}	450/30 ^{**}
ریز مغذی micronutrients =B	9	90/19 ^{ns}	0/35 ^{**}	1/96 ^{**}	3/02 [*]	81/14 ^{**}
کود بیولوژیک × ریز مغذی AxB	18	154/8 ^{ns}	0/14 ^{ns}	1/19 [*]	2/11 ^{ns}	133/27 ^{**}
خطا Error	60	100/2	0/13	0/53	1/35	23/48
CV (%)	-	9/8	8/6	16/41	19/17	16/73



شکل ۱- اثر غنی‌سازی با کودهای زیستی بر طول ریشه‌چه زنیان
Figure 1- Effect of enrichment with biological fertilizers on root length of Ajowan

ترکیب تیماری /ازتوباکتر با منگنز با غلظت دو میلی‌مولار بیشترین تاثیر را بر روی طول ساقه‌چه داشته است و /ازوسپیریوم با عنصر روی با غلظت سه میلی‌مولار کمترین تاثیر را داشته است. تلقیح بذر آفتابگردان با /ازوسپیریوم طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن تر ریشه، ساقه و گیاهچه را نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش می‌دهد (۳) که به نظر می‌رسد این اثرات افزایشی بدلیل تولید فیتوهورمون‌ها (اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره) و سیدروفورها، افزایش دسترسی گیاه به عناصر، افزایش فراهمی عناصر غذایی و یا افزایش تحرک و قابلیت جذب آن عناصر، توسعه سیستم ریشه‌ای، فعالیت‌های آنزیمی نظیر ACC-دآمیناز (۲۳) است. در تحقیقی مشخص شد کلیه ارقام آفتابگردان به کار برده شده در تیمار تلقیح با /ازوسپیریوم افزایش طول ساقه‌چه را نشان دادند (۴). ترشح مواد تنظیم‌کننده رشد گیاه، تحریک‌کننده رشد مانند اکسین و سیتوکینین است که سبب افزایش طول ساقه‌چه می‌شود (۱۲).

وزن تر گیاهچه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی عناصر ریزمغذی در سطح پنج درصد و اثر اصلی کودهای زیستی در سطح یک درصد بر وزن تر ریشه‌چه معنی‌دار شد. /ازتوباکتر بیشترین تاثیر را بر وزن تر ریشه‌چه با مقدار (۹/۳۹ میلی گرم) گذاشت اما /ازوسپیریوم با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. با توجه به مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی تیمارها، می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین مقدار تاثیر بر وزن تر ریشه‌چه (۹/۶۸ میلی گرم) را تیمار با آهن دو میلی‌مولار گذاشته است و کمترین مقدار تاثیر را عنصر روی با غلظت سه میلی‌مولار (۵/۱۶ میلی گرم) و شاهد نشان داد (جدول ۲).

برهمکنش کاربرد تیمارهای مختلف کودهای زیستی و سطوح مختلف عناصر ریزمغذی بر وزن تر ریشه‌چه در سطح یک درصد دارای تاثیر معنی‌داری بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین مقدار وزن تر ریشه‌چه به ترتیب با کاربرد تیمار /ازوسپیریوم و منگنز سه

استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم نشان داد که با مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم هم‌فرونی یافته و باعث غنی‌سازی دانه می‌شود (۴۵). یکی از نقش‌های اساسی روی در جوانه‌زنی بذر، افزایش رشد ریشه‌چه است (۷). بررسی‌های انجام شده روی تغییرات مورفولوژی ریشه گندم به سبب تلقیح /ازوسپیریوم نشان داد که این باکتری ضمن افزایش طول ریشه، سطح کل ریشه گیاهچه را افزایش می‌دهد (۲۰). باکتری /ازوسپیریوم براسیناس^۱ در ارزن مرواریدی رشد ریشه را بدلیل تثبیت نیتروژن و تولید مواد تحریک‌کننده رشد نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین‌ها و ویتامین‌ها افزایش می‌دهد (۳۴، ۲۶ و ۶). این نتایج می‌تواند بیانگر رابطه تقویت‌کنندگی سینرژیستی ترکیب باکتری‌های مذکور با یکدیگر در جهت افزایش رشد ریشه‌چه زنیان باشد.

طول ساقه‌چه

طول ساقه‌چه یکی از شاخص‌های توانایی گیاهچه محسوب می‌شود که از آن در آزمون تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه برای ارزیابی توانایی گیاهچه استفاده می‌شود (۱۶). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) تاثیر کودهای زیستی و اثر متقابل کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر تغییرات طول ساقه‌چه بیانگر معنی‌دار شدن این صفت در سطح یک درصد است. در مورد کاربرد کودهای بیولوژیک نیز با بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که استفاده از کودهای بیولوژیک باعث افزایش طول ساقه‌چه شد که در بین این تیمارها کاربرد /ازتوباکتر بیشترین طول ساقه‌چه با مقدار ۳۱/۰۷ میلی‌متر را به خود اختصاص داده و بین کاربرد /ازوسپیریوم با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

همچنین در مورد کاربرد کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر طول ساقه‌چه، جدول ۲ نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که

1- *Azospirillum brasilense*

میلی مولار (۱۴/۵۶ میلی گرم) و آزوسپریلیوم و روی دو میلی مولار (۲/۴۵ میلی گرم) بدست آمد (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی و متقابل ریز- مغذی ها و کودهای زیستی بر وزن تر ساقه چه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). حداکثر و حداقل مقدار وزن تر ساقه چه به ترتیب مربوط به تیمار /زئوباکتر و شاهد با ۲۸/۴۰ و ۲۰/۶۵ میلی گرم حاصل شد. با توجه به شکل ۲، بیشترین و کمترین مقدار وزن تر ساقه چه مربوط به تیمار آهن یک میلی مولار و منگنز سه میلی مولار به ترتیب با ۲۸/۱۲ و ۱۷/۸۶ میلی گرم بدست آمد.

بیشترین و کمترین مقدار وزن تر ساقه چه به ترتیب با کاربرد تیمار /زئوباکتر و منگنز دو میلی مولار (۳۹/۲۳ میلی گرم) و منگنز سه میلی مولار (۲/۰۲ میلی گرم) بدست آمد.

تلقیح بذرهایی جو با باکتری های تحریک کننده رشد گیاه، موجب افزایش طول و وزن ریشه های جو می گردید (۸). افزایش وزن ریشه جو در واکنش به تلقیح با برخی باکتری ها را در مقایسه با تیمار شاهد، بیش از ۳۲ درصد و وزن اندام های هوایی بواسطه تلقیح با باکتری ها ۴۵ درصد بسته به نوع باکتری گزارش شده است (۸).

وزن تر و خشک گیاهچه ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری های جنس آزوسپریلیوم افزایش یافت (۲۱). تولید انواع اکسین، اسید جیبرلیک و اسید ایزوجیبرلیک توسط باکتری آزوسپریلیوم لیوفوروم، مسئول افزایش قابل ملاحظه رشد و نمو ذرت شناخته شد (۱۳). تلقیح بذر آفتابگردان با آزوسپریلیوم طول ریشه چه و ساقه چه و وزن تر ریشه و ساقه و گیاهچه را نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش یافت (۴).

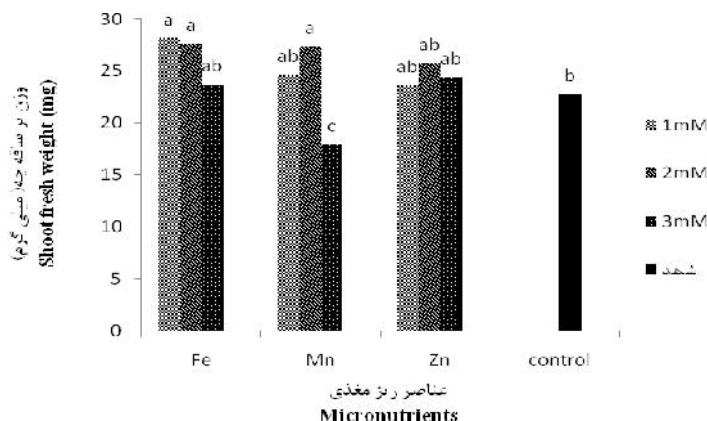
وزن خشک گیاهچه

وزن خشک گیاهچه از جمله معیارهای ارزیابی توانایی بذر و گیاهچه است که با بررسی نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بر تغییرات وزن خشک ساقه چه بیانگر معنی دار شدن این صفت در سطح پنج درصد است و اثر ریزمغذی ها در تغییرات وزن خشک ساقه چه و ریشه چه ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی دار شد. عنصر ریزمغذی روی یک میلی مولار بیشترین تاثیر بر وزن خشک ریشه چه با مقدار ۲/۳۵ میلی گرم داشت اما تفاوت معنی داری با شاهد نشان نداد و کمترین مقدار (۰/۴ میلی گرم) با منگنز دو میلی مولار دیده شد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی در مورد وزن خشک ساقه چه تحت تیمارهای سطوح مختلف ریزمغذی ها بیانگر این بود که بیشترین میزان وزن خشک ساقه چه، مربوط به تیمار کاربرد آهن سه میلی مولار با مقدار (۳/۱۵ میلی گرم) و کمترین آن مربوط به تیمار منگنز سه میلی مولار با مقدار ۱/۷۸ میلی گرم بود.

نتایج مقایسه میانگین جدول ۲ در مورد اثرات متقابل کودهای زیستی و عناصر ریزمغذی بیانگر این بود که بیشترین میزان وزن خشک ساقه چه، مربوط به کاربرد تیمار ترکیبی آهن سه میلی مولار و /زئوباکتر با مقدار (۴/۰۳ میلی گرم) و کمترین آن مربوط به تیمار /زئوباکتر با مقدار ۱/۲۶ میلی گرم بود.

این موضوع در تحقیقات دیگر نیز بیان شده است. افزایش وزن تر و خشک گیاهچه ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری های جنس سودوموناس گزارش شده است (۱۷). افزایش درصد و سرعت جوانه زنی و افزایش ارتفاع و وزن خشک گیاه از جمله نقش های ریزوباکتری های تحریک کننده رشد ذکر شده اند (۱۴). آزوسپریلیوم و زئوباکتر با افزایش تولید کربوهیدرات ها، سرعت رشد، تقسیم سلولی و اندازه سلول باعث افزایش در وزن خشک ساقه چه می شوند (۲۸).



شکل ۲- اثر غنی سازی با عناصر ریزمغذی بر وزن تر ساقه چه بذور زنجان

Figure 2- Effect of enrichment with micronutrients on shoot fresh weight of Ajowan

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از بررسی این تحقیق نشان داد که تأثیر کودهای زیستی بر صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق به نحوی مؤثر بود. کاربرد این کودهای زیستی بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه تأثیر معنی‌داری داشت. در بررسی صفات اندازه‌گیری شده از لحاظ کاربرد کود زیستی روی گیاه مشاهده شد که کلیه تیمارهای کاربرد کود زیستی نسبت به

شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) برتری داشتند و از بین آن‌ها/زوتوباکتر بیشترین تأثیر افزایش را داشت. از لحاظ کاربرد عناصر ریزمغذی بر گیاه مشاهده شد که منگنز یک و دو میلی‌مولار و آهن با هر سه غلظت به کار رفته سبب افزایش ویژگی‌های مورد بررسی گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد که به منظور تسریع در رشد گیاهچه و مؤلفه‌های جوانه‌زنی بهتر است تلقیح با باکتری/زوتوباکتر و غنی‌سازی بذر با عناصر ریزمغذی صورت گیرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای کود زیستی و عناصر ریزمغذی بر روی صفات جوانه‌زنی مورد بررسی زینان
Table 2- Mean Comparison of the interactions effect biological fertilizers and Micronutrients treatments on Germination parameters of Ajowan

کودهای زیستی biological fertilizers	عناصر ریزمغذی micronutrients	غلظت (میلی‌مولار) Concentration (mM)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Shoot length (mm)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Shoot dry weight (mg)	وزن تر ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root fresh weight (mg)	وزن تر ساقه‌چه (میلی‌گرم) Shoot fresh weight (mg)
ازتوباکتر <i>Azotobacter</i>	Fe	1	32/06 ^{a-e}	23/86 ^{e-k}	1/93 ^{e-h}	7/96 ^{c-g}	38/26 ^a
		2	33/13 ^{abc}	48/8 ^a	2/33 ^{b-h}	13/6 ^{ab}	34/26 ^{Ab}
		3	27/06 ^{c-i}	26/66 ^{e-i}	4/03 ^a	8/6 ^{c-g}	24/16 ^{c-g}
	Zn	1	30/86 ^{a-f}	18/2 ^{ijk}	2/8 ^{b-e}	5/8 ^{e-j}	25/53 ^{c-g}
		2	34/66 ^{ab}	30/86 ^{def}	2/63 ^{b-f}	10/76 ^{a-d}	29/56 ^{bcd}
		3	30/93 ^{a-f}	23/4 ^{e-k}	1/93 ^{e-h}	6/5 ^{d-i}	23/33 ^{c-g}
	Mn	1	28/93 ^{b-g}	30/73 ^{def}	1/6 ^{Fgh}	10/8 ^{a-d}	25/4 ^{c-g}
		2	37/5 ^A	37/66 ^{Bcd}	2/23 ^{c-h}	11/53 ^{abc}	39/23 ^a
		3	27/93 ^{b-i}	32/8 ^{Cde}	1/5 ^{fgh}	10/9 ^{a-d}	24/93 ^{c-g}
آزوسپیریوم <i>Azospirillum</i>	Fe	1	23/53 ^{B-j}	16 ^{kl}	2/26 ^{b-h}	6/2 ^{d-j}	25/23 ^{c-g}
		2	24/53 ^{f-j}	20/66 ^{g-k}	2/53 ^{b-f}	6/4 ^{d-i}	23/06 ^{c-g}
		3	21/86 ^{hij}	29/93 ^{d-g}	3/3 ^{a-d}	9/56 ^{b-e}	23/5 ^{c-g}
	Zn	1	24/53 ^{f-j}	32/73 ^{cde}	2/46 ^{b-g}	7/63 ^{c-h}	22/1 ^{e-h}
		2	22/73 ^{B-j}	15/2 ^{kl}	1/66 ^{e-h}	2/45 ^{ij}	21 ^{e-h}
		3	20 ^j	8/33 ^l	1/6 ^{fgh}	3/06 ^{hij}	20/1 ^{e-h}
	Mn	1	30/73 ^{a-f}	47/66 ^a	2/4 ^{b-h}	7/95 ^{c-g}	30/33 ^{bc}
		2	29/46 ^{b-g}	45/6 ^{ab}	1/63 ^{e-h}	11/46 ^{abc}	28 ^{b-e}
		3	26/06 ^{d-j}	40/93 ^{abc}	2/56 ^{b-f}	14/56 ^a	26/63 ^{b-f}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

منابع

- 1- Abd El., and Wahab M.A. 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. Res, Journal Agriculture Biology Science, 4(6):717-724.
- 2- Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1991. Rules for testing seed. Journal seed technology, 12:18-19.
- 3- Babaii N., Daneshian J., Hhamidi A., Arzanesh M.H. and Hadi H. 2008. Effect of plant growth promoting bacteria on sunflower seed characteristics developed under water deficit stress. Seed and plant improvement institute. Proceedings of the Tenth Congress of Crop Sciences. 28-30 July. Research and Seed and Plant Improvement institute. 25. (in Persian).
- 4- Babaii N., Daneshian J., Hhamidi A., Arzanesh M.H., and Hadi H. 2008. The effect of bio-priming with PGPR on sunflower seed properties under water stress condition. Iranian journal of biological knowledge, 3. 1. 26-32. (in Persian).
- 5- Barbieri P., and Galli E. 1993. Effect on wheat root development of inoculation with *A. brasilense* mutant with altered indole-3-acetic acid production. Research in Microbiology, 144: 69-75.

- 6- Cakmakı R., Kantar F. and Fiahin F. 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164: 527-31.
- 7- Cakmaci R., Akmakc I A., Figen B., Adil A., Fikrettin S. and Ahin B.C. 2005. Growth promotion of plants by plant growth promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions, *Biochemistry*, 38: 1482-1487.
- 8- Cakmakci R., Erat M., Erdoman U.G. and Donmez M.F. 2007. The influence of PGPR on growth parameters, antioxidant and pentose phosphate oxidative cycle enzymes in wheat and spinach plants, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170: 288-295.
- 9- Cakmak I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc Agronomic or genetic bio fortification, *Plant Soil*, 302:1-17.
- 10- Carrubba A. R., La Torre., and Matranga A. 2002. Cultivation Trials of some Aromatic and Medicinal Plants in a Semi-arid Mediterranean Environment. Paper read at Proceedings of an International Conference on MAP, at Acta Horticulture. (ISHS).
- 11- Dadkhah A. 2010. Salinity effect on Germination and seedling Growth of four medicinal plants. *Iranian journal of medicinal and Aromatic plant*, 26.3:358-369. (in Persian with English abstract).
- 12- Fallik E., Okon Y., Epstin E., Goldman A. and Fischer M. 1989. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum brasilens* inoculated maize roots, *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 147-153.
- 13- Fulchieri M., Lucangeli C. and Bottini R. 1993. Inoculation with *Azospirillum* affects growth and gibberllin status of corn seedling roots, *Plant and Cell Physiology*, 34: 1305-1309.
- 14- Giovanelli G., Zandoni B., Lavelli V. and Nani R. 2002. Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products, *Journal of Food Engineering*, 52:135-141.
- 15- Griffie P., Metha S. and Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and, and Preface and Introduction Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, FAO.
- 16- Hampton J.G., and Tekrony D.M. 1995. Handbook of vigor test method. International seed testing association (ISTA). Zurich, Switzerland.
- 17- Hernandez A.N., Hernandez A. and Heydrich M. 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation, *Journal of Tropicale Science*, 6: 5-8.
- 18- Jacoud C., Job, D., Wadoux P. and Bally R. 1999. Initiation of root growth stimulation by *Azospirillum lipoferum* CRT1 during maize seed germination. *Canadian Journal of Microbiology*, 45: 339-342.
- 19- Kapoor R., Giri B. and Mukerji K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P- fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- 20- Kapulnik Y., Sarig S., Nur A., Okon Y., and Henis Y. 1982. The effect of *Azospirillum* inoculation on growth and yield of corn, *Journal of Botany*, 31: 247-255.
- 21- Kapulnik Y., Okon Y., and Henis Y. 2007. Changes in root morphology of wheat caused by *Azospirillum* inoculation, *Microbiology*, 31: 881-887.
- 22- Karimi M.M., and Siddique K.H.M. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars, *Australian Journal of Agriculture Research*, 42:13-20.
- 23- Kaymak H.C., Govenc I., Yarah F.M., and Donmez F. 2009. The effect of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus Sativus* L.) seed under saline condition. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 33:173-179.
- 24- Khammari I., Sarani Sh. A., and Dahmardeh M. 2007. The effect of salinity on seed germination and growth in six medicinal plants. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 23, 3.331-339. (in Persian with English abstract).
- 25- Kumar V., and Narula N. 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum*. *Biology and Fertility of Soil*, 27: 301-305.
- 26- Kumar V., Behl R. K., and Narula N. 2001. Establishment of phosphate solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in rhizosphere and their effect on wheat under green house conditions, *Microbiological Research*, 156: 87-93.
- 27- Lakshminarayana K. 1993. Influence of *Azotobacter* on nutrition of plant and crop productivity. *Proc. Indian National Science Academy*, 59: 303-308.
- 28- Mirshekari B., Asadi Rahmani H., and Mirmozafari Rodsari A. 2010. The effect of seed inoculation with *Azospirillum* strains and coating with microelements on seed yield and essence of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 25,. 4.470-481. (in Persian with English abstract).
- 29- Mirshekari B. 2012. Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36:27-33. (in Persian with English abstract).
- 30- Nagulakshmi S., Shankaracharya N.B., Naik J.P. and Rao L.J.M. 2000. Studies on chemical and technological aspects of ajowan aspects (*Trachyspermum ammi*). *Journal Food Science Technology Mysore*, 39:277-81.
- 31- Nagy K. 1996. The Role of Food Fortification in Combating Micronutrient, Deficiencies. F. Haffmann-LaRoche Ltd, Basle.

- 32- Neamatollahi E., Bannayan M., Souhani Darban A., and Ghanbari A. 2009. Hydropriming and osmopriming effect on Cumin (*Cuminum Cyminum* L.) seed germination. World academy of science, engineering and technology, 57:526-529.
- 33- Nikolay S., Strigul A., and Kravchenko V. 2006. Mathematical modeling of PGPR inoculation in to the rhizosphere, Environmental Modeling and Software, 21: 1158- 1171.
- 34- Pal S.S. 1998. Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. Plant and Soil, 198: 169-177.
- 35- Rai S.N., and Gaur A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter* spp. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-Uptake of wheat crop, Plant and Soil, 109:131-134.
- 36- Remus R., Ruppel S., Jacob H. J., Hecht-Buchholz., and Merbach W. 2000. Colonization behaviour of two enterobacterial strains on cereals. Biology and Fertility of Soils, 30: 550–557.
- 37- Richter J., Stutzer M., and Schellenberg I. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapest, Hungary.
- 38- Sahin F., Cakmakci R., and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria, Plant and Soil, 265: 123-129.
- 39- Saleh rastin N. 2010. Biofertilizers and their role in achieving sustainable agriculture. Journal of Soil and Water, 19-23. (in Persian).
- 40- Shaalan M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 811-828.
- 41- Sturz A.V., and Christie B.R. 2003. The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research, 72: 107-123.
- 42- Sundara B., Natarajan V., and Hari K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. Field Crop Research, 77: 43-49.
- 43- Tilak K.V.B.R., and Singh C. S. 1988. Response of pearl millet (*Pennisetum americanum*) to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae and *Azospirillum brasilense* with different source of phosphorus. Current Science, 57: 43-44.
- 44- Turan M., Ataoglu N., and Sahin F. 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungi on different forms of phosphorus in liquid culture, Sustainable Agriculture, 28: 99-108.
- 45- Yilmaz A., Ekiz H., Torun B., Gultekin I., Karanlik S., Bagci S. A., and cakmak I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. Journal Plant Nutrition, 20 (485): 461-471.
- 46- Zaidi A., and Mohammad S. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing micro- organisms and *Glomus fasciculatum* on green gram-bradyrhizobium symbiosis, Agricultural Science, 30: 223 -230.



پاسخ فیزیولوژیکی چند رقم انگور ایرانی به کاربرد کلات آهن در خاک آهکی

حامد دولتی بانه^{۱*} - عفت الزمان منتظری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

کلروز ناشی از کمبود آهن یکی از نارسایی‌های مهم تغذیه‌ای انگور به‌ویژه در خاک‌های آهکی است که به شدت عملکرد و کیفیت محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم یکی از راهکارهای مهم در جلوگیری از این مشکل تغذیه‌ای است. در این پژوهش عکس العمل سه رقم انگور ایرانی متعلق به گونه وینفرا نسبت به مصرف کلات آهن در خاک آهکی (با ۲۶ درصد آهک) مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار به مورد اجرا گذاشته شد. فاکتور اول شامل سه رقم انگور (کشمشی قرمز، قزل اوزوم و رشه) و فاکتور دوم سه سطح مصرف کلات آهن (صفر، ۷/۵ و ۱۵ میلی گرم آهن در یک کیلو گرم خاک) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از لحاظ شاخص کلروفیل و مساحت برگ اختلاف معنی‌دار در بین ارقام مورد آزمایش وجود داشت و بیشترین شاخص کلروفیل و مساحت برگ به طور معنی‌داری مربوط به رشه بود. مصرف کلات آهن به میزان ۷/۵ میلی گرم آهن در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی‌دار در وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه شد. همچنین مصرف کلات آهن تا میزان ۷/۵ میلی گرم آهن در یک کیلو گرم خاک در مقایسه با شاهد موجب افزایش غلظت کلسیم، منیزیم و مس در انگور رقم رشه و نیتروژن در قزل اوزوم شد. در رقم کشمش قرمز، نیز مصرف کلات آهن تا میزان ۷/۵ میلی گرم آهن در یک کیلو گرم خاک موجب افزایش در مقدار نیتروژن، روی و مس شد. افزایش در مصرف کلات آهن تا میزان ۱۵ میلی گرم فقط موجب افزایش معنی‌دار مقدار مس در برگ شد. در بین ارقام مورد آزمایش انگور رشه توانست به طور معنی‌داری بیشترین مقدار عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاه و محدود کننده رشد در خاک‌های آهکی (آهن، منگنز، روی) و پتاسیم را از خاک جذب کند و هیچ‌گونه علائم کلروز را از خود نشان نداد و به عنوان ژنوتیپ متحمل می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تاک، سطح برگ، شاخص کلروفیل، کلروز آهن

مقدمه

شدن جوانه‌ها مشاهده می‌شود و یا علائم در طی فصل رشد رویشی به دلیل نیاز بالای گیاه به آهن قابل جذب، توسعه می‌یابد (۳۲). اصولاً کلروز اغلب در بهار در طی زمان نیاز شدید گیاه به آهن بروز می‌کند (۱۱). امروزه بسیاری از تاکستان‌های دنیا در مناطق با درجاتی از وجود آهک کشت شده‌اند که در این شرایط کلروز ناشی از کمبود آهن به کرات مشاهده می‌شود. اختلال در تغذیه آهن ناشی از کربنات کلسیم خاک و آب آبیاری در چندین تحقیق گزارش شده است (۸ و ۲۲). بررسی عامل آهک کل برای پیش بینی احتمال بروز کلروز آهن یک شاخص مناسب نمی‌باشد، در حالیکه بررسی مقدار کربنات کلسیم فعال یا آهک فعال، که جزئی از کربنات کلسیم کل است در بیشتر مواقع می‌تواند به عنوان شاخص مناسب باشد. در یک گیاه چند ساله بروز کلروز آهن همواره نتیجه یک عامل مشخص نیست و می‌تواند ناشی از عوامل متعدد دیگری از جمله pH خاک نیز باشد (۳۲). گزارش شده است که بین گونه‌های انگور و حتی ژنوتیپ‌های داخل

در تغذیه گیاهان، آهن جزء مهم‌ترین عناصری است که بیشترین مطالعه روی اثرات فیزیولوژیکی و دلایل کمبود آن در گیاهان انجام شده است. موضوع کمبود آهن در درختان میوه بسیار پیچیده‌تر از گیاهان یک ساله است، درختان دارای سیکل زایشی هستند که تشکیل جوانه در یک سال و گلدهی، تشکیل میوه و بلوغ آن در سال بعد اتفاق می‌افتد. ظهور علائم کلروز آهن به صورت زردی بین رگبرگی و گاهی به صورت کلروز یکنواخت در انگور اغلب زمان باز

۱- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات باغبانی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (* نویسنده مسئول: Email: ah_dolati@yahoo.com)
۲- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

هوکسل این میزان فقط ۱۷۳ میکرو مول ثبت شد. منگل (۲۴) اظهار نمود که در خاک‌های آهکی تراوش H^+ توسط ریشه‌ها در محیط ریزوسفر احتمالاً تأثیر چندانی در انحلال دوباره آهن ندارد، زیرا حتی اگر ریشه‌ها قادر به کاهش pH ریزوسفر به ۶ باشند انحلال آهن از منبع غیر آلی به حدی نیست که بتواند نیاز گیاه به آهن را رفع نماید. اهمیت رهاسازی H^+ توسط ریشه به لحاظ تأثیر در کاهش pH آپوپلاست ریشه از طریق خنثی سازی HCO_3^- و در نتیجه ایجاد شرایط بهتر برای احیاء آهن می‌باشد که در خاک‌های آهکی در آپوپلاست ریشه درگیر است. البته استراتژی مناسب برای به دست آوردن آهن، به تراوش پروتون و فعالیت ردانتاز کلات آهن سه ظرفیتی محدود نمی‌گردد (۲۰). مطالعات اخیر نقش آنزیم فسفوانول پیروات کربوکسیلاز^۸ (PEPC) را در مکانیسم سازگاری به کلروز آهن در خاک‌های آهکی را پیشنهاد کرده است. فسفوانول پیروات کربوکسیلاز با بی کربنات عامل اصلی کلروز ترکیب و ایجاد اگزالات^۹ را نموده که می‌تواند به آسانی به مالات تبدیل گردد. اگزالات هم‌چنین پیش ماده سترات است که نقش اساسی در انتقال آهن در آوندهای چوبی دارد. تجمع اسیدهای آلی در گیاهان دچار کمبود آهن هم در گیاهان علفی دولپه‌ای و هم در گیاهان چوبی چند ساله مثل سیب، انگو، کیوی فروت و به گزارش شده است (۲). وجود منبعی از آهن غیر فعال در یک برگ کلروزه توسط منگل (۲۴) مطرح و توسط چند محقق دیگر (۵ و ۱۷) به اثبات رسیده‌است، بر این اساس وی عنوان نموده‌است بخشی از آهنی که در ریشه‌ها جذب می‌شود، نمی‌تواند از غشاء پلاسمایی^{۱۰} برگ عبور کرده و ممکن است در آپوپلاست باقی بماند. علل غیر فعال شدن آهن در آپوپلاست برگ هنوز هم مورد بحث است. البته غلظت بالای بیکربنات در خاک و آب ممکن است منجر به کاهش جذب و قابلیت دسترسی آهن برای رشد تاج درخت گردد، بنابراین غلظت بالای آهن در برگ‌های کلروزه ممکن است ناشی از اثر نهایی بیکربنات در متوقف کردن رشد برگ باشد. طبق نظریه منگل (۲۴) تحت شرایط قلیایی کارایی ضعیف آهن در بافت‌های برگ در مرحله اول به pH بالای آپوپلاست برگ بستگی دارد که احتمالاً در احیاء آهن سه ظرفیتی توسط سلول‌های مزوفیل مسئله ساز شده و متعاقباً باعث ایجاد مشکل در عبور آهن از غشاء پلاسمایی می‌شود. ارتباط بین کلروز و pH آپوپلاست هم‌چنین توسط داده‌های لوپز میلان و همکاران (۳۳) مورد تأیید قرار گرفت. استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم به کلروز آهن به عنوان پایه در میوه‌کاری راه حل مورد اطمینانی برای پیشگیری از کلروز آهن است (۳۴). اگر چه اختلافات ژنتیکی در مقاومت به کلروز آهن در گونه‌های درختان میوه منجر به گزینش پایه‌های مناسب برای خاک‌های آهکی

یک گونه اختلافاتی در رابطه با میزان حساسیت به کلروز آهن وجود دارد. گونه‌های ویتیس وینیفرا و ویتیس روپستر^۱ خیلی مقاوم و ویتیس ریپاریا^۲ و اغلب گونه‌های دیگر جنس ویتیس حساس هستند (۱۹).

آهن در خاک بیشتر به فرم غیر آلی و عمدتاً به صورت آهن بی شکل، گئوتیت^۳، همتیت^۴ و فری هیدرات^۵ و خیلی کم به شکل قابل جذب برای گیاهان در شرایط هواز می‌باشد. با توجه به اینکه حلالیت اکسیدهای آهن به pH خاک بستگی دارد لذا در خاک‌های قلیایی و آهکی قابلیت استفاده آهن غیر آلی بسیار پایین‌تر از رفع نیاز گیاهان است (۲۱). گیاهان برای جذب آهن از روش‌های خاصی استفاده می‌کنند (۳ و ۵). قبل از اینکه این عنصر بتواند از غشاء پلاسمایی سلول‌های بیرونی ریشه عبور نماید باید از سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی احیاء شود (۱۴). آنزیم ردانتاز کلات آهن سه ظرفیتی (FCR) و فعالیت‌های پمپ پروتونی همراه با رها سازی ترکیبات احیا کننده به محیط ریزوسفر از مهم‌ترین مشخصه گیاهان استراتژی I تلقی می‌شود (۲۹). بسیاری از مطالعات انجام یافته مشخص نموده‌اند که همانند گیاهان علفی دولپه برخی ژنوتیپ‌های گیاهان چوبی نیز از طریق مکانیسم‌های سازشی مثل اسیدی کردن آپوپلاست ریشه و افزایش قدرت احیاء کنندگی ریشه قادر به بهبود دستیابی آهن می‌باشند (۱۲). اصولاً مقاومت پایه به کلروز آهن با قابلیت آن در احیاء آهن بیرونی همراه است، به طور مثال در زمان بروز کمبود آهن افزایش قابل توجهی در ظرفیت احیاء کنندگی آهن در پایه‌های مقاوم مرکبات و هلو مشاهده شده‌است (۲۸). در مقابل فعالیت آنزیم ردانتاز کلات آهن سه ظرفیتی در پایه‌های حساس به کلروز آهن در مرکبات و هلو کمتر از گیاهان معمولی است (۳۳). در ارقام انگور اختلاف در میزان حساسیت و یا مقاومت به کمبود آهن در رابطه با قابلیت آن‌ها در کاهش pH ریزوسفر و یا محلول غذایی است (۳۲). قابلیت پایه‌ها در رهاسازی پروتون تحت تأثیر پیوندک نیز می‌باشد. این موضوع توسط منگل و مالیسواس (۲۵) نیز مورد بررسی قرار گرفت. این محققان ترشح H^+ توسط ریشه‌ها را در ارقام انگور هوکسل^۶ و فابر^۷ که بر روی پایه Kober 5BB پیوند شده بودند مورد مطالعه قرار دادند. طبق مشاهدات آنان در خاک آهکی انگور هوکسل به شدت علائم کلروز را از خود نشان داد در صورتی که رقم فابر، مقاوم به کلروز ارزیابی شد. در رقم فابر به ازای هر نهال در هر ۱۲ ساعت، ریشه ۴۰۶ میکرو مول H^+ ترشح نمود در صورتیکه در رقم

1 - *Vitis rupestris*2 - *Vitis riparia*

3- Goethite

4- Hematite

5 - Ferrihydrite

6 - Huxel

7- Faber

8-Phospho enol pyrovate carboxylase

9- Oxalacetate

10- Plasma membrane

و قلیایی شده است ولی در مواردی نیز پایه‌های مقاوم به کلروز آهن از لحاظ کشاورزی خیلی مورد توجه نیستند، زیرا اغلب موجب رشد زیاد پیوندک (به طور مثال پایه فرکال^۱ برای انگور) و کاهش محصول می‌گردد. امروزه با روش‌های اصلاحی مرسوم و بیوتکنولوژی می‌توان خصوصیات مقاومت به کلروز آهن ناشی از آهک را از گونه‌های وحشی که به طور طبیعی در خاک‌های آهکی رشد می‌نمایند، در پایه‌های مطلوب که به راحتی تکثیر می‌یابند انتقال داد. باواریسکو و همکاران (۶ و ۸) در آزمایشات گلدانی تأثیر پایه در ایجاد کلروز ناشی از آهک در انگور پی نت بلانچ^۲ رقم حساس به کلروز ناشی از آهک، را گزارش نمودند. گزارش شده‌است که پایه "140 Ruggeri" زمانی که در خاک آهکی استقرار یافت علایم کلروز ناشی از آهک را نشان نداد در صورتی که پایه "101-14" علایم کلروز را نشان داد. گروبر و کوسیگارتن (۱۸) بروز علایم کلروز را در چند رقم انگور در یک خاک آهکی مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج حاصله در اواخر فصل رشد علایم کلروز در ارقام سیلوارنا^۳ و رپاریا مشاهده شد. ضمناً قبل از ظهور علایم کلروز کاهش در میزان رشد شاخساره تا میزان ۵۰ درصد و یا حتی بیشتر در تمامی ارقام مشاهده شد. چن و همکاران (۱۳) در بررسی اثرات Fe-EDDHA در انگور یک ساله رقم کنکوردر مشاهده نمودند که افزایش در مصرف آهن موجب افزایش در میزان آهن فعال برگ شد ولیکن تأثیر معنی‌داری در میزان آهن کل برگ نداشت. این محققان چنین اظهار نمودند که آهن جذب می‌شود ولیکن به لحاظ بالا بودن pH در آپوپلاست سلول رسوب می‌نماید. انگور یکی از محصولات مهم و درآمدزای استان آذربایجان غربی می‌باشد که با افزایش عملکرد در واحد سطح و بالا بردن کیفیت آن می‌توان کمک موثری به تولید کنندگان این محصول نمود. قسمت وسیعی از باغات انگور استان دارای خاک آهکی است که این امر منجر به کاهش قابلیت استفاده آهن در خاک و نهایتاً ایجاد کلروز در انگور می‌گردد. با توجه به اثرات سوء کلروز آهن در خصوصیات کمی و کیفی انگور نیاز به ارائه راهکارهایی در خصوص رفع این مشکل در باغات انگور استان می‌باشد. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی عکس العمل سه رقم انگور محلی استان نسبت به مصرف کلات آهن در خاک آهکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات مصرف مقادیر کلات آهن بر سه رقم انگور در یک خاک آهکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان

غربی به مورد اجرا گذاشته شد. فاکتور اول رقم انگور در سه سطح (کشمشی قرمز، قزل اوزوم و رشه) و فاکتور دوم مصرف کلات آهن در سه سطح (صفر، ۷/۵ و ۱۵ میلی گرم آهن در هر کیلو گرم خاک) بود. آزمایش در سه تکرار انجام شد و در هر تکرار سه گلدان از نهال‌های یکساله انگور مورد استفاده قرار گرفت که جمعاً شامل ۸۱ گلدان بود. قبل از شروع آزمایش از تعدادی از باغات حومه ارومیه نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری جهت اندازه‌گیری آهک تهیه شد. بر اساس نتایج آزمایشگاه یک نمونه خاک با درصد مواد خنثی شونده ۲۶ درصد، دارای بافت رس سیلتی با مواد آلی زیاد، فسفر قابل جذب (۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) در حد متوسط، پتاسیم قابل جذب (۲۷۹ میلی گرم بر کیلوگرم خاک)، آهن (۸/۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) و منگنز (۴ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) در محدوده زیاد و روی (۹/۹ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) و مس (۸/۸ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) در محدوده کم انتخاب گردید. ابعاد گلدان‌های آزمایشی ۳۰ × ۲۹، قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر و گنجایش آن‌ها ۱۳/۵ کیلوگرم خاک بود. ابتدا مقدار خاک مورد نیاز برای هر تیمار در هر تکرار آزمایشی داخل یک کیسه نایلونی ضخیم ریخته شد سپس مقدار کود کلات آهن مورد نیاز برای تیمار با ۷/۵ میلی گرم آهن در هر کیلوگرم خاک (F1) و یا با ۱۵ میلی گرم آهن در هر کیلوگرم خاک (F2) به ازای خاک مورد نیاز گلدان محاسبه و توزین شد. کود کلات آهن مصرفی Fe-EDDHA بود. کلات آهن توزین شده را سپس در مقدار آبی که برای تامین رطوبت ۱۳/۵ کیلوگرم خاک در حد ظرفیت مزرعه محاسبه شده بود حل کرده و بعد محلول را در کیسه نایلونی حاوی خاک اضافه نموده درب آن را بسته و به مدت ۴۸ ساعت خاک را در وضعیت فوق به طوری که هر چند ساعت یک بار کیسه را سر و ته کرده نگهداری و سپس خاک حاوی کلات از کیسه تخلیه و به گلدان‌ها انتقال داده شدند. به منظور آبیاری گلدان‌ها ابتدا مقدار آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک گلدان‌ها به حد ظرفیت مزرعه محاسبه شد بدین منظور در آزمایشگاه درصد رطوبت ظرفیت مزرعه نمونه‌ای از خاک مورد نظر برای پرکردن گلدان‌ها با استفاده از دستگاه پرشر پلیت^۴ محاسبه شد، سپس در هر نوبت آبیاری جهت محاسبه آب مورد نیاز برای آبیاری گلدان‌ها ابتدا مقدار رطوبت خاک گلدان‌ها از طریق خشک کردن یک نمونه خاک در آون اندازه‌گیری و سپس میزان رطوبت گلدان‌ها از ۸۵ درصد رطوبت ظرفیت مزرعه کسر و مابقی به صورت آب آبیاری به گلدان‌ها داده شد.

- 1- Fercal
- 2- Pinot Blanc
- 3- Silvarna

4- Pressure plate

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده برای گلدان ها

Table 1- Chemical analysis of water used for irrigation

Na	Mg	Ca	Mg+ Ca	CL	HCO3-	CO3--	pH	EC
میلی اکی والان در لیتر meq/l					میکرو موس بر سانتی متر $\mu\text{mhos/cm}^2$			
0.5	2.12	3	5.12	0.88	4.24	۰	7.14	505

افزایش در شاخص کلروفیل برگ ارقام رشه و بیدانه قرمز شد ولی افزایش در مصرف کلات آهن از ۷/۵ به ۱۵ میلی گرم آهن در یک کیلوگرم خاک فقط موجب افزایش معنی دار شاخص کلروفیل برگ در ارقام رشه و قزل نسبت به شاهد شد (شکل ۱).

پستانا و همکاران (۲۷) در ارزیابی مقاومت به کلروز آهن با مصرف صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میکرومول آهن در بین سه پایه مورد آزمایش در مرکبات اظهار داشتند در رقم تروریر با مصرف ۱۰ میکرومول آهن بیشترین میزان کلروفیل در برگ تجمع یافت. عبادیا و همکاران (۱) طی تحقیقات خود گزارش نمودند که تخمین میزان کلروفیل برگ از طریق قرائت SPAD، ابزار مناسبی برای تشخیص کلروز آهن است. بارون و همکاران (۴) در بررسی اثرات مصرف کلات آهن (Fe-EDDHA) و ویوانیت در انگور اعلام نمودند شاخص کلروفیل در شاهد کمتر از بوته های انگوری بود که در آن ها آهن مصرف شده بود.

سطح برگ

اثر متقابل کلات آهن و رقم بر مساحت برگ در سطح یک درصد معنی دار بود. بیشترین مساحت سطح برگ در تیمار F1 در رقم انگور رشه و کمترین مربوط به رقم کشمش قرمز در شاهد به دست آمد (شکل ۲). نیجار (۲۶) گزارش داد که کمبود آهن در درختان میوه موجب کاهش سنتز کلروفیل و سطح برگ می گردد. اسمیت و چنگ (۳۲) تأثیر مصرف صفر، ۵/۰، ۱، ۲ و ۴ میلی گرم در لیتر آهن از منبع کلات آهن (Fe-EDDHA) را در انگور رقم کنکورد مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند مصرف کلات آهن تا مقدار یک میلی گرم در لیتر موجب افزایش در سطح برگ شد و مصرف بیش از آن تأثیر معنی-داری در افزایش سطح برگ نداشت که با نتایج این تحقیق در مورد سه رقم انگور رشه، کشمش قرمز و قزل اوزوم مطابقت دارد. در این آزمایش نیز با افزایش میزان کلات آهن از ۷/۵ به ۱۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک سطح برگ کاهش نشان داد. عکس العمل انگور رقم پی نت نویر^۵ به کمبود آهن مورد بررسی قرار گرفت و عنوان شد که محدودیت در عرضه آهن موجب کاهش در رشد رویشی و سطح برگ شد (۱۰).

پس از گذشت ۱۵۰ روز از زمان جوانه زنی (اواخر شهریور ماه) نسبت به اندازه گیری شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل سنج دستی (مدل SPAD-502) در برگ های موقعیت گره ۸ و ۹ از نوک شاخساره، طول شاخساره (طول اولین گره از پایین شاخه تا نوک شاخساره) و ارتفاع نهال با خط کش، مساحت برگ (با استفاده از دستگاه leaf area meter) و میزان عناصر غذایی برگ شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس اقدام شد. نیتروژن به روش تقطیر و تیتراسیون با دستگاه میکروکجلدال^۱ فسفر به روش رنگ سنجی^۲ (ایجاد رنگ زرد مولیبدات وانادات^۳) و قرائت به وسیله اسپکتروفتومتر^۴ (مدل Biotech)، پتاسیم به روش اندازه گیری نشر شعله ای به وسیله فلم فتومتر و عناصر کم مصرف شامل آهن، روی، منگنز و مس و عناصر ثانویه شامل کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی (با استفاده از دستگاه مدل perkin Elmer) اندازه گیری شدند (۱). در نمونه آب آبیاری کیفیت آب از طریق اندازه گیری EC، pH، آنیون ها (کربنات، بی کربنات و کلر) و کاتیون ها (مجموع کلسیم و منیزیم، کلسیم، منیزیم و سدیم) مورد بررسی قرار گرفت. آب مورد استفاده از لحاظ شوری مناسب و از لحاظ املاح نیز مشکلی برای کشت نهال های انگور نداشت (جدول ۱).

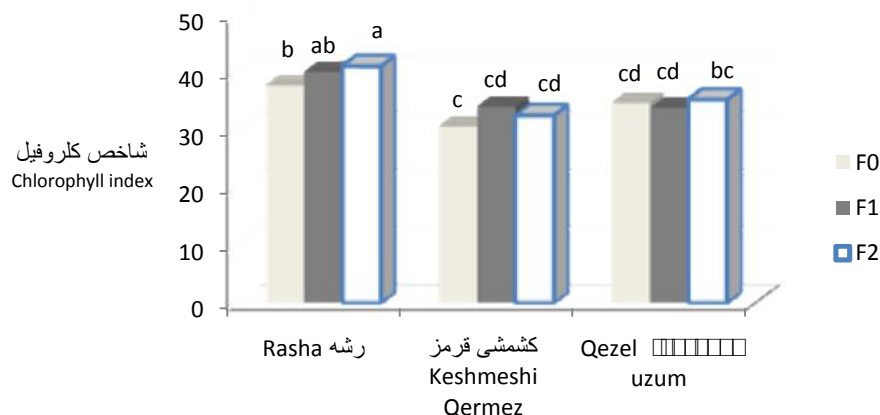
برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده از نرم افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین ها نیز با استفاده از روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گرفت همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل

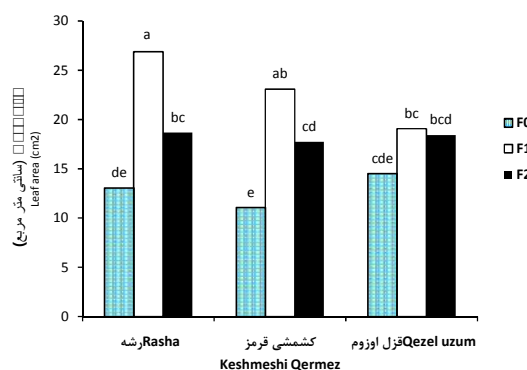
شاخص کلروفیل در بین ارقام مورد آزمایش در سطح یک درصد معنی دار بود و بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به رقم رشه و کمترین در رقم کشمش قرمز بود. در بررسی اثر متقابل رقم و کلات آهن نیز مشاهده گردید که کلات آهن مصرفی تا میزان ۷/۵ میلی گرم آهن در یک کیلوگرم خاک (تیمار F1) در مقایسه با شاهد موجب

- 1- Micro- kjeldahl
- 2- Calorimetry
- 3- Vanadat molybdate
- 4- Spectrophotometry



شکل ۱- اثر متقابل کلات آهن و رقم بر میزان شاخص کلروفیل، حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

Figure 1- Interaction effects of Fe and cultivars on chlorophyll index. Numbers followed by the same letter are not significantly different (P<0.05)



شکل ۲- اثر متقابل کلات آهن و رقم بر مساحت برگ

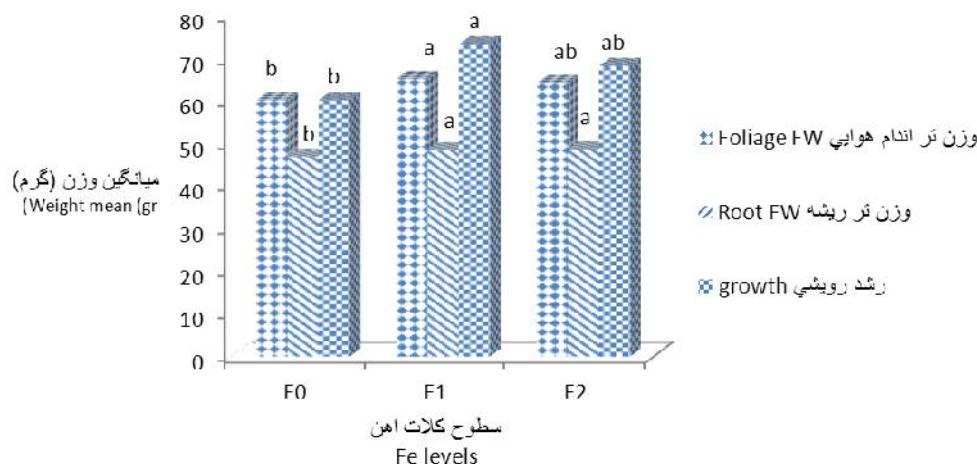
Figure 2- Interaction effects of Fe and cultivars on leaf area

۱۴/۵ درصد افزایش در وزن تر ریشه شد. ارتباط بین تغذیه آهن، رشد رویشی و میزان محصول در درختان میوه بسیار پیچیده تر از سایر عناصر غذایی است (۳۱). گیل ارتیز و کاراسکوسا (۱۷) با مصرف ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم Fe-EDDHA به ازای هر درخت در یک باغ هلو با علائم کلروز، افزایشی به میزان ۸ درصد در وزن تر اندام‌های هوایی را گزارش نمودند.

وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه

اثر مصرف سطوح کلات آهن بر وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج مقایسات میانگین نشان داد، مصرف کلات آهن تا سطح تیمار F1 (۷/۵ میلی گرم کلات آهن در یک کیلوگرم خاک) موجب افزایش در وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه شد (شکل ۳).

اعمال تیمار مذکور در مقایسه با شاهد (بدون مصرف آهن) موجب



شکل ۳- تأثیر سطوح کلات آهن بر رشد رویشی، وزن تر اندام های هوایی و ریشه
Figure 3- Effects of Fe levels on growth vegetative, fresh weight of foliage and root

(۸)، اظهار نمودند مقادیر بالای آهک در خاک موجب کاهش در تولید ماده خشک در اندام های انگور می گردد که این امر به لحاظ کاهش در مقدار کلروفیل در شرایط کمبود آهن می باشد. عبادی و همکاران (۱) نیز گزارش نمودند، درختانی که علایم کلروز در آنها مشاهده می شود در مقایسه با درختان معمولی دارای زیست توده خیلی کمتری هستند.

میزان عناصر غذایی در برگ

غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی و مس در سطح احتمال یک درصد و منگنز در سطح احتمال پنج درصد در ارقام انگور اختلاف معنی دار داشتند. اثر متقابل کلات آهن و رقم بر نیتروژن، کلسیم، منگنز و مس در سطح احتمال یک درصد و بر عناصر منیزیم و روی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. در بین ارقام مورد مطالعه بیشترین مقدار پتاسیم، آهن، منگنز و روی (جدول ۲) در برگ رقم رشه و کمترین میزان در رقم کشمش قرمز بود. همچنین بیشترین میزان نیتروژن، فسفر، کلسیم، منیزیم و مس مربوط به رقم قزل اوزوم بود (جدول ۲).

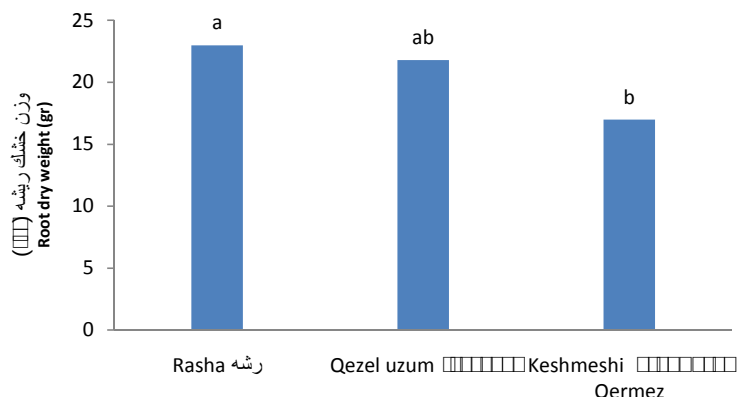
در تمامی سطوح کلات آهن به کار رفته، میزان نیتروژن برگ رقم کشمش قرمز بیشتر از سایر ارقام دیگر بود. رقم رشه کمترین غلظت نیتروژن را نشان داد. با افزایش غلظت کلات آهن به کار رفته واکنش ارقام به تغییرات نیتروژن هم متفاوت بود به طوریکه در رقم رشه تغییرات تقریباً ثابت، در کشمش قرمز و قزل اوزوم مقدار نیتروژن در تیمار ۱۵ میلی گرم کلات آهن کاهش یافت (جدول ۳).

رشد رویشی شاخه

اثر مصرف کلات آهن بر طول شاخساره (فاصله بین اولین گره تا نوک شاخساره) در سطح پنج درصد معنی دار شد. افزایش در مصرف کلات آهن تا مصرف ۱۵ میلی گرم کلات آهن در یک کیلوگرم خاک موجب افزایش طول شاخساره انتهایی شد که در بین سطوح کلات آهن نیز بیشترین افزایش مربوط به مصرف ۷/۵ میلی گرم آهن در یک کیلوگرم خاک بود (شکل ۳). باوارسکو و همکاران (۹)، طی آزمایشات خود اعلام نمودند خاک های آهکی در ارقام حساس موجب کاهش در رشد شاخساره انگور می گردد. در مقایسه تأثیر خاک آهکی بر میزان رشد شاخساره در سه رقم انگور با خاک اسیدی گزارش شد، خاک آهکی به طور کاملاً معنی داری موجب کاهش در رشد شاخساره شد. نتایج این تحقیق نیز در خصوص تأثیر خاک آهکی بر میزان رشد شاخساره در سه رقم رشه، قزل اوزوم و کشمش قرمز با تحقیقات انجام شده مطابقت دارد و مصرف کلات آهن موجب افزایش در رشد شاخساره شد.

وزن خشک ریشه

اثر ارقام مورد آزمایش بر وزن خشک ریشه در سطح ۵ درصد معنی دار بود. در بین ارقام بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم رشه و قزل اوزوم و کمترین مربوط به رقم کشمش قرمز بود. باوارسکو و همکاران (۵) گزارش نمودند که رابطه مثبتی بین میزان کلروفیل برگ و وزن خشک ریشه وجود دارد. طبق نتایج این تحقیق بیشترین میزان کلروفیل برگ مربوط به رقم رشه بود که بیشترین وزن خشک ریشه نیز مربوط به رقم مذکور می باشد. باوارسکو و پونی



شکل ۴- وزن خشک ریشه در بین ارقام آزمایشی

Figure 4- Root dry weight of cultivars

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های مربوط به میزان عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در ارقام انگور

Table 2- Mean comparison of macro and micro elements of grape cultivars

ریشه	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu
Rasha	2.17b	0.09b	0.63a	0.68b	2.2c	195a	36.05a	31.02a	3.84c
Qezel uzum	3.07a	0.095b	0.39b	0.83ab	2.44b	140b	33.99b	23.85b	6.09b
Keshmeshi	3.32a	0.16a	0.49b	0.96a	2.73a	144b	28.82b	29.43b	8.21a
Qermez									

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

Riparia بررسی شد و گزارش گردید که میزان آهن برگ در رقم Riparia به طور کاملاً معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود (۱۸). در تحقیق حاضر کاربرد کلات آهن در خاک موجب افزایش معنی‌دار در غلظت آهن کل اندازه‌گیری شده در واحد وزن برگ نشدند. این موضوع به معنی عدم جذب بیشتر آهن در تیمارهای مصرف کلات آهن نمی‌باشد زیرا طبق نتایج این آزمایش تیمارهای مصرف آهن موجب افزایش سطح برگ و رشد شاخه شدند. چن و همکاران (۱۳) در بررسی اثرات Fe-EDDHA در انگور یکساله رقم کنکورد^۱ مشاهده نمودند که افزایش در مصرف آهن موجب افزایش میزان آهن فعال برگ شد اما تاثیر معنی‌داری در میزان آهن کل برگ نداشت. این محققان چنین اظهار نمودند که آهن جذب می‌شود ولیکن به لحاظ بالا بودن pH در آپوپلاست سلول رسوب می‌نماید. بارون و همکاران (۴) در مقایسه اثرات مصرف FeEDDHA و ویوانیت^۲ در جلوگیری از بروز کلروز آهن در پایه انگور " 110 Richter " طی آزمایش گلدانی که به مدت سه سال (۲۰۰۲) الی

از شاهد تا کاربرد ۱۵ میلی گرم کلات آهن در هر کیلوگرم خاک میزان عنصر منیزیوم و کلسیم، به غیر از رقم ریشه، در دو رقم دیگر کاهش نشان داد. عکس العمل ارقام در سطوح کاربرد کلات آهن در میزان عناصر کم مصرف نیز متفاوت بود. در رقم ریشه با افزایش مصرف کلات آهن غلظت عنصر روی در برگ افزایش نشان داد در حالیکه در رقم قزل اوزوم کاهش یافت. در تمامی سطوح تیمار کلات آهن و شاهد میزان عنصر روی در رقم ریشه بیشتر از سایر ارقام انگور بود (جدول ۳) که بیانگر کارایی بالای این رقم در جذب و تجمع این عنصر است. تغییرات غلظت عناصر منگنز و مس در ارقام مورد بررسی در سطوح تیمار کلات آهن در جدول ۳ آورده شده است. اختلاف نوع ژنوتیپ در جذب، انتقال و تجمع عناصر کم و پر مصرف در برگ انگور در چندین تحقیقی مشخص شده است. روسو و همکاران (۳۰) در بررسی تاثیر کمبود آهن بر روی دو پایه حساس به کمبود آهن در انگور اظهار نمودند بعضی از پایه‌ها قادر به احیاء آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی و موجب متحرک شدن یون آهن در خاک و نهایتاً تسريع در جذب آن می‌گردد. در آزمایشی اثرات مصرف FeEDDHA روی مقدار عنصر آهن در برگ سه رقم انگور Silvaner، SO4 و

1- Concord

2 - Vivianite

مصرف کلات آهن در انگور یکساله ریشه دار شده رقم کنکورد گزارش نمودند، با افزایش درکلات آهن مصرفی میزان آهن کل برگ در مقایسه با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری پیدا نکرد ولی محتوای کلروفیل افزایش یافت که بیشترین افزایش نیز مربوط به پایین‌ترین سطح مصرف کلات آهن بود. باواریسکو و همکاران (۹) در تحقیقات خود اعلام نمودند میزان آهن برگ با کلروز همبستگی نداشت، ضمناً برگ‌های کلروزه دارای بیشترین مقدار عناصر پرمصرف بودند. انگور کشمش قرمز، رقم حساس به کلروز آهن که در شرایط عدم مصرف آهن (تیمار F0) در این آزمایش علائم کلروز برگی در جوان‌ترین برگ‌های آن ظاهر شد، در مقایسه با دو رقم رشه و قزل اوزوم در شرایط عدم مصرف آهن دارای بیشترین مقدار کلسیم، منیزیم و نیتروژن بود. روسو و همکاران (۳۰) نیز طی آزمایش خود در بررسی عکس‌العمل دو رقم انگور حساس به کلروز آهن اعلام نمودند همیشه در پایه‌هایی که علائم کلروز در آن‌ها مشاهده می‌گردد میزان نیتروژن برگ بیشتر از برگ‌هایی است که علائم کلروز در آن‌ها مشاهده نمی‌شود که با نتایج این تحقیق در رابطه با بالا بودن میزان نیتروژن در رقم کشمش قرمز نسبت به دو رقم قزل اوزوم و رشه مطابقت می‌نماید.

۲۰۰۴) انجام شد مشاهده نمودند با مصرف ۵/۰ گرم کلات آهن در هر گلدان (با ۱۲ کیلوگرم خاک آهکی) در سال اول غلظت آهن در برگ در مقایسه با شاهد (بدون مصرف آهن) ۷ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش غیر معنی‌دار، در سال دوم نیز با مصرف ۷/۰ گرم کلات آهن در هر گلدان میزان آهن در مقایسه با تیمار شاهد فقط ۱۳ میلی‌گرم در یک کیلوگرم افزایش و در سال سوم با مصرف یک گرم کلات آهن در هر گلدان میزان آهن در برگ ۶ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش نشان داد که در هر دو سال افزایش در غلظت آهن معنی‌دار نبود. همچنین در آزمایش مذکور مصرف کلات آهن در مقایسه با تیمار شاهد (F0) موجب کاهش معنی‌دار در میزان کلسیم در اولین سال آزمایش و کاهش معنی‌دار در میزان منیزیم و منگنز اندازه‌گیری شده در هر سه سال آزمایش شد. ضمناً بیشترین میزان منگنز در تیمار شاهد اندازه‌گیری شد، که با نتایج این آزمایش در مورد دو رقم انگور کشمش قرمز و قزل اوزوم از لحاظ کاهش در میزان کلسیم، منیزیم و منگنز و در رقم رشه از لحاظ کاهش در میزان منگنز مطابقت دارد. طبق اظهار محققان یکی از بارزترین اثرات مصرف کلات آهن اثر منفی آن در کاهش میزان منگنز برگ است که این تاثیر احتمالاً ناشی از بهبود در تغذیه آهن گیاه است (۱۶). چن و همکاران (۱۳) با

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل رقم و کلات آهن بر غلظت عناصر کم و پر مصرف برگ
Table 3- Interaction effects of cultivars and Fe treatments on leaf macro and micro elements

		N	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
شاهد Control	رشه Rasha	2.82 bc	1.85 d	0.61 d	31.12 ab	36.73b	3.06 d
	کشمش قرمز Keshmeshi Qermez	3.43 a	3.19 a	1.15 a	28.95 b	37.37 b	6.84 bc
	قزل اوزوم Qezel uzum	3.29 ab	3.1 a	0.98 ab	27.08 bc	43.23 a	6.77 bc
کلات آهن Fe	رشه Rasha	2.57 c	2.38 bc	0.72 cd	27.37 ab	34.74 b	4.74 cd
	کشمش قرمز Keshmeshi Qermez	3.52 a	2.47 b	0.91 bc	30.93 ab	18.56 e	9.28 b
	قزل اوزوم Qezel uzum	3.41a	2.17 cd	0.76 bcd	23.44 d	23.96 d	6.77 bc
کلات آهن Fe	رشه Rasha	2.74 bc	2.36 bc	0.73 cd	34.57 a	36.7 b	3.72 cd
	کشمش قرمز Keshmeshi Qermez	3.03 abc	2.53 b	0.82 bcd	28.42 b	30.53 c	10.53 a
	قزل اوزوم Qezel uzum	2.52c	2.06 cd	0.75 bcd	21.05 d	25.79 d	4.74 bcd

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.05$)

این موضوع بیانگر منبع آهن غیر فعال در برگ‌های کلروز شده است (۲ و ۷).

پارادوکس آهن^۱ پدیده پذیرفته شده‌ای است تحت عنوان این که برگ‌های کلروزه و برگ‌های سبز غلظت مشابهی از آهن را دارند که

نتیجه‌گیری کلی

طبق مشاهدات انجام یافته در طی اجرای این آزمایش رقم رشه هیچ گونه علائم کلروز را از خود نشان نداد ولی رقم کشمش قرمز در تیمار شاهد (بدون مصرف آهن) علائم کلروز را در برگ‌های انتهایی خود نشان داد. رقم رشه در شرایط عدم مصرف آهن در مقایسه با دو رقم قزل اوزوم و کشمش قرمز به طور معنی‌داری

بیشترین میزان پتاسیم، آهن، منگنز و روی را از خاک جذب نمود. در بین ارقام مورد آزمایش انگور رشه توانست به طور معنی‌داری بیشترین مقدار پتاسیم و عناصر کم مصرف مورد نیاز و محدود کننده رشد در خاک‌های آهکی (آهن، منگنز، روی) را از خاک جذب و هیچ‌گونه علائم کلروز را از خود نشان نداد و به عنوان ژنوتیپی متحمل در رابطه با کلروز آهن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- 1- Abadia J., Eugenio A., Tsipouridis C., Bruggemann W., Neguerole J., and Marangoni B. 1998. Novel approaches for the control of iron chlorosis in fruit tree crops, Final Report, 144 p.
- 2- Abadia J., Lopez- Milan A. F., Rombola A.D., and Abadia A. 2001. Organic acids and Fe deficiency: a review, Plant and Soil, 241: 43-49.
- 3- Alcantara E., Romera F.J., Canete M., and de la Guardia M.D. 2000. Effects of bicarbonate and iron supply on Fe (III) reducing capacity of roots and leaf chlorosis of Fe susceptible peach rootstock "Nemaguard", Journal of Plant Nutrition, 23 (11&12): 1607-1617.
- 4- Barron D.V., Campillo M.C., and Torrent J. 2010. Testing the ability of vivianite to prevent iron deficiency in pot-grown grapevine, Scientia Horticulture, 123: 464-468.
- 5- Bavaresco L., Fregoni M., and Frachini P. 1991. Investigations on iron uptake and reduction by excised roots of different grapevine rootstocks and a *V.vinifera* cultivar, Plant and Soil, 130: 109-113.
- 6- Bavaresco L., Fraschini P., and Perino A. 1993. Effect of rootstock on the occurrence of lime- induced chlorosis of potted *Vitis vinifera* L. cv. 'Pinot blanc '. Plant and Soil, 157 (2): 305-311.
- 7- Bavaresco L., Giachino E., and Colla R. 1999. Iron chlorosis paradox in grapevine, Journal of Plant Nutrition, 22:1689-1597.
- 8- Bavaresco L., and Poni S. 2003. Effect of calcareous soil on photosynthesis rate, mineral nutrition, and source- sink ratio of table grape, Journal of Plant Nutrition, 5: 747-753.
- 9- Bavaresco L., Presutto P., and Civardi S. 2005. Research note, 43: A lime susceptible rootstock, American Journal of Enology and Viticulture, 56:2.
- 10- Bertamini M., and Nadunchezhian N. 2005. Grapevine growth and physiological response to iron deficiency, Journal of Plant Nutrition, 28, pp. 737-749.
- 11- Boxma R. 1972. Bicarbonate as the most important soil factor in lime-induced chlorosis in the Netherlands, Plant Soil, 37:233-243.
- 12- Brancardoro L., Rabotti G., Scienza A., and Zocchi G. 1995. Mechanisms of Fe- efficiency in roots of *Vitis* spp. In response to iron deficiency, Plant Soil, 171: 229-234.
- 13- Chen L., Smith B.R., and Cheng L. 2004. CO₂ assimilation, photosynthetic enzymes and carbohydrates of "Concord" Grape leaves to iron supply, Journal of the American Society of Horticulture Science, 129(5): 738-744.
- 14- Crowley D.E., Wang Y.C., Reid C.P.P., and Szanislo P.J. 1991. Siderophore-iron uptake mechanisms by microorganisms and plants, Plant Soil, 130: 179-198.
- 15- Emami A. 1997. Plant Analysis Methods. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication, Iran. 128 pp. (in Persian).
- 16- Ghasemi- Faaei R., Ronagi A., Maftoun M., Karimian N., and Soltanpour P. 2003. Influence of FeEDDHA on iron-manganese interaction in soybean genotypes in a calcareous soil, Journal of Plant Nutrition, 26: 1815-1823.
- 17- Gil- Ortiz R., and Carracosa B. 2005. Response of leaf parameter to soil applications of iron- EDDHA chelates in a peach orchard affected by iron chlorosis. Journal: Communications in soil science and plant analysis. 36. Issue 13& 14: 1839-1849.
- 18- Gruber B., and Kosegarten H. 2001. Depressed growth of non – chlorotic vine grown in calcareous soil is an iron deficiency symptom prior to leaf chlorosis, Journal of Plant Nutrition, 165: 111-117.
- 19- Korcak R. 1987. Iron deficiency chlorosis, Horticulture Review, 9: 133-186.
- 20- Kosegarten H., and Koyro H.W. 2001. Apoplastic accumulation of iron in the epidermis of maize (*Zea mays*) roots grown in calcareous soil, Physiol Plant, 2001. in press.
- 21- Lindsay W.L. 1974. Role of chelation in micronutrient availability. In: Carson, E W.(Ed). The plant root and its environment, University Press of Virginia. Charlottesville, pp.507-524.
- 22- Loeppert R. H., Wei L.C., and Ocumpaugh W.R. 1994. Soil factors influencing the mobilization of iron in calcareous soils, Lewis Publishers. Boca Raton. pp. 343-360.
- 23- Lopez- Millan A.F., Morales F. and Abadia J. 2001. Iron deficiency- associated changes in the composition of the

- leaf apoplastic fluid from field- grown pear (*Pyrus communis* L.) trees, Journal of Experimental Botany, 52: 1489-1498.
- 24- Mengel K. 1994. Iron availability in plant tissues- iron chlorosis on calcareous soils, Plant Soil, 165: 275-283.
- 25- Mengel K. and Malissov N. 1982. Light depended proton excretion by roots of entire vine plant (*Vitis Vinifera* L.), 145, 261-267.
- 26- Nijjar G. S. 1990. Nutrition of fruit trees, Kalyani Pub. New Dehli. 259-270.
- 27- Pestana M., Varennes A., Abadia J., and Faria E. 2005. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstock grown in nutrient solutions, Scientia Horticulturae, 104: 25-36.
- 28- Romera F.J., Alcantara E. and de la Guardia M.D. 1991. Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach root stocks grown in nutrient solution. Effect of bicarbonate and phosphate, Plant Soil, 130: 115-119.
- 29- Romheld V. 2000. The chlorosis paradox: Fe inactivation a secondary event in chlorotic leaves of grapevines, Journal of Plant Nutrition, 23 (11&12): 1629-1643.
- 30- Russo M.A., Sambuco F., and Belligno A. 2010. The response to iron deficiency of two sensitive grapevine cultivars grafted on a tolerant rootstock, African Journal of Biochemistry Research, 4(1): 33-42.
- 31- Samar S.M., and Samavat S. 1997. Causes of lime-induced iron chlorosis and methods of control, Technical Report No: 27. Soil and Water Research Institute. Agricultural Education Publishing Co. Tehran. Iran. (In Persian)
- 32- Smith B R., and Cheng L. 2006. Fe-EDDHA alleviates chlorosis in 'concord' grapevines grown at high pH, Hort Science, 41(6): 1498-1501.
- 33- Sociasi Company R., Gomez J., and Felipe A.J. 1995. A genetic approach to iron chlorosis in deciduous fruit trees, In: Abadia, J. (Ed). Iron nutrition in soil and plants. Kluwer Academic publishers, Dordrecht. The Netherlands. pp: 167-174.
- 34- Tagliavini M., and Rombola A.D. 2001. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems, European Journal of Agronomy, 15: 71-92. Zeithner, H.Z.
- 35- Tagliavini M., Rombola A.D., and Marangoni B. 1995. Response to iron deficiency stress of pear and quince genotypes, Journal of Plant Nutrition, 18(11): 2465-2482.



تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب زمینی

احمد زارع فیض آبادی^{*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵

چکیده

انتخاب یک تناوب مبتنی بر جنبه‌های حفاظت محیط زیست شرط اساسی افزایش بهره‌وری در دراز مدت است از طرفی کمبود ماده آلی خاک و تبعات آن یکی از مشکلات اصلی در جهت کشاورزی پایدار می‌باشد. به منظور بررسی عملکرد غده سیب زمینی، ارزیابی خسارت کرم‌های مفتولی با مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف، این تحقیق با استفاده از طرح آماری کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ در قطعه‌ای که چهار نظام تناوبی در فاکتور اصلی (۱- کشت مداوم گندم ۲- گندم- گندم- کلزا- گندم ۳- گندم- چغندر قند- گندم- سیب زمینی- گندم ۴- گندم- ذرت- گندم- سیب زمینی- گندم) و فاکتور فرعی مدیریت بقایا در سه سطح ۱- جمع آوری کامل بقایا ۲- برگشت کامل بقایا به خاک ۳- برگشت ۵۰ درصد بقایای هر محصول به خاک، به مدت پنج سال اجرا شده بود با کشت سیب زمینی رقم اگر یا در کلیه کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. اندازه‌گیری‌ها و یادداشت برداری‌های مربوط به عملکرد، تعیین درصد و شدت آلودگی در زمان برداشت انجام شد. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی، میزان برگشت بقایای گیاهی و هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر عملکرد غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار بودند. میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف سیب زمینی و با برگشت بقایا افزایش داشت به طوریکه افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود. بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تناوب ۲ و کمترین آنها در تناوب ۱ بود. میزان خسارت دیدگی غده‌ها توسط کرم‌های مفتولی در تیمارهای مختلف تناوب زراعی متفاوت بود و در مجموع میانگین خسارت این آفت حدود ۳/۶ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: آفات غده‌ای، پایداری تولید، پسماندهای گیاهی، نظام‌های زراعی

مقدمه

اصلی افزایش بهره‌وری در دراز مدت خواهد بود (۹ و ۱۶). در عصر حاضر دیدگاه‌های جدیدی در جهت افزایش سطح پایداری بوم نظام‌های زراعی در قالب کارایی بیشتر نهاده‌ها، حفاظت از محیط زیست و منابع طبیعی، اقتصاد اکولوژیک و در نهایت تامین غذا و امنیت غذایی مطرح می‌باشند (۸). تناوب از طریق تداوم پوشش گیاهی خاک، کارایی بیشتر مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و ثبات خاکدانه‌ها، کاهش آفات و بیماری‌ها و کنترل بهتر علف‌های هرز باعث افزایش راندمان تولید و عملکرد می‌شود (۲). با وجود اینکه در نظام‌های سنتی ایران حفظ تناوب، یکی از اصول ضروری بوده است، در نظام‌های رایج کشاورزی به علل مختلف تناوب، جایگاه خود را از دست داده است خوشبختانه هشدارهای اخیر در سطح جهانی و از جمله در کشور ما در رابطه با مشکلات زیست محیطی و عدم پایداری تولیدات کشاورزی باعث

افزایش تنوع، پیچیدگی ذاتی بوم نظام‌های زراعی را افزایش داده و از این طریق فرایندهای آنها را تقویت نموده و موجب پایداری بیشتر آنها می‌شود و در این راستا تناوب زراعی نقش بسیار موثری در افزایش تنوع زیستی کشاورزی دارد از آنجا که عملکرد گیاهان زراعی برآیند اثرات فیزیکی، بیولوژیکی و مدیریتی در نظام‌های زراعی است و مفهوم حداکثر عملکرد نمی‌تواند پایداری طولانی داشته باشد، انتخاب یک تناوب زراعی صحیح و مناسب برای هر منطقه شرط

۱- استاد بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

(*) نویسنده مسئول: (Email: azarea.2002@yahoo.com)

این بسیاری از عملیات زراعی از قبیل سیستم‌های شخم رایج و آیش‌گذاری زمین منجر به کاهش مواد آلی خاک و به طبع کاهش حاصل خیزی پایدار خاک می‌گردد.

کرم‌های مفتولی آفاتی چند میزبانه هستند و گندم و جو نیز به عنوان میزبان آنها گزارش شده است. خسارت لاروهای این آفت به ریشه گندم و جو در برخی مناطق کشور دیده شده است، اما مطالعه‌ی چندانی در خصوص گونه‌های خسارت‌زای گندم، میزان خسارت و بیولوژی آن‌ها صورت نگرفته است (۱۴). یکی از آفات مهم مزارع سیب‌زمینی کرم‌های مفتولی است که با ایجاد کانال‌هایی در غده سیب‌زمینی به شدت ارزش تجاری این محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کرم‌های مفتولی از آفات خاکزی است که هم چون سایر عوامل خاکزی کنترل آن به سادگی امکان پذیر نیست و منطقی‌ترین روش کاهش خسارت آن، استفاده از روش‌های زراعی موثر از جمله تناوب زراعی صحیح می‌باشد (۲۵). مهمترین عوامل موثر بر افزایش خسارت و جمعیت کرم‌های مفتولی، استفاده از گراس‌ها و گرمینه‌های دانه ریز وجود زمستان‌های ملایم، تغییرات در الگوهای کاشت، استفاده کمتر از سموم با دوام نسبت به گذشته، وجود محصولات پوششی در زمستان می‌باشد (۱۵). خاک ورزی، تناوب زراعی، زمان کاشت، کوددهی، آبیاری، و بهداشت مزرعه از عوامل موثر در کاهش خسارت حشرات مضر است (۲۱). ترابلسی و همکاران (۱۹) بیان داشتند، استفاده از گیاهان لگوم در تناوب زراعی علاوه بر افزایش نیتروژن خاک باعث افزایش تنوع میکروارگانیسم‌های مفید خاک می‌گردد به طوری که کاشت سیب زمینی بعد از این گیاهان باعث افزایش ۳۲ درصدی عملکرد سیب زمینی و کاهش ۵۶ درصدی آلودگی کرم‌های مفتولی شده است. پژوهش حاضر بر مبنای کشاورزی پایدار با هدف بررسی اثر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و ارزیابی خسارت کرم‌های مفتولی محصول سیب زمینی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی جلگه رخ استان خراسان رضوی واقع در فاصله ۷۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان تربت حیدریه و ۱۳۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با مختصات ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. خاک محل آزمایش با داشتن ۲۹/۷ درصد شن، ۵۳/۵ درصد سیلت و ۱۶/۸ درصد رس در کلاس بافت سیلتی-لوم جای دارد. برخی دیگر از خصوصیات خاک، بر اساس تجزیه شیمیایی قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ آمده است.

شده است آن دسته از عملیات زراعی مانند تناوب که قبلاً " جایگاه خاصی را داشته و امروزه رایج نیستند، مجدداً" مطرح شوند. (۱۷) و (۲۴) آزمایشات تناوبی طولانی مدت حاکی از آن است که تناوب به تنهایی قادر به تامین و بازگرداندن عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان نمی‌باشد، لذا در صورت عدم جایگزینی عناصر غذایی برداشت شده توسط گیاهان زراعی، بهره‌وری سیستم تناوبی به تدریج کاهش می‌یابد (۲ و ۲۰).

از آنجا که در حال حاضر بیشتر خاک‌های زراعی کشور خصوصاً در مناطق کویری با کمبود شدید ماده آلی خاک (میزان ماده آلی حدود ۰/۵ درصد) مواجه است و از طرفی روش‌های نا صحیح مدیریت بقایای گیاهی (شامل سوزاندن و جمع‌آوری کردن) باعث کاهش روز افزون ماده آلی خاک می‌گردد این روند در دراز مدت وضعیت خاک‌های زراعی کشور را تهدید می‌کند. در راستای کشاورزی پایدار و حفظ منابع ملی کشور لازم است تا روش‌های مناسب‌تری جایگزین روش‌های رایج گردد. برگرداندن بقایای گیاهی به خاک در دراز مدت با افزایش ماده آلی و برگشت عناصر میکرو به خاک نیز باعث حاصل خیزی خاک می‌گردد، از طرفی آزمایشات متعددی گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در بهبود عملکرد و ثبات تولید در طولانی مدت می‌باشد که البته میزان تأثیر بقایای گیاهی به عوامل مختلفی همچون خصوصیات خاک، نسبت C/N بقایای گیاهی، میزان ذخایر عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی، دما و رطوبت محیط بستگی دارد (۲۳) و (۲۵). نتایج به دست آمده توسط فیشر و همکاران (۵) اگر چه گویای اثر مثبت برگشت بقایای گیاهی در فراهمی بیشتر نیتروژن و افزایش عملکرد دانه ذرت و گندم می‌باشد، برگشت بقایای گیاهی به جا مانده از هر محصول، عامل مهمی در تشکیل مواد آلی خاک است که به طبع اثر مثبت در بهبود ساختمان خاک، نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، کاهش فرسایش، تعدیل دمای خاک و فراهمی عناصر مختلف به خصوص نیتروژن در خاک دارد (۱۸). ایکات و همکاران (۴) گزارش نمودند تقریباً بلافاصله پس از برگشت بقایای سیب زمینی به خاک (C/N مساوی ۱۳)، فرآیند تجزیه بقایا و معدنی شدن نیتروژن آلی موجود در بقایا آغاز می‌گردد. برگشت بقایای سیب زمینی موجب افزایش معنی داری عملکرد بیولوژیکی گندم شد ولی در سایر تناوب‌ها زراعی اثر برگشت بقایای بر افزایش عملکرد بیولوژیک گندم معنی دار نبود به نظر می‌رسد حجم کمتر بقایای سیب زمینی نسبت C/N پایین و سرعت بالای تجزیه بقایای سیب زمینی عامل بروز این نتیجه باشد (۱۳). به گزارش میرکی (۱۱) در ۸۶ درصد از استان‌های کشور به دلیل تسریع در کشت دوم و به تعبیری نادرست مبارزه با آفات، بقایای گیاهی با حجمی در حدود ۵۰ میلیون تن سالانه سوزانده می‌شوند. علاوه بر

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی متر)

Table 1- Results of chemical analysis of soil before the experiment (0-30 cm depth)

pH	EC (ds/m)	%O.C	%N	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
8.1	2.35	0.63	0.06	10.8	174	3.44	6.8	0.37	1.34	2.8

غده با شمارش غده‌های سالم و آلوده و تعداد سوراخ روی هر غده مشخص و ثبت شد. در خاتمه با توجه به نتایج پروژه ۵ ساله قبلی اعم از بررسی تاثیر مدیریت بقایای گیاهی بر حاصل خیزی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد گندم، اندازه گیری این صفات در کشت فعلی و بررسی‌های مربوط به میزان خسارت کرم‌های مفتولی بر غده‌های سیب زمینی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم افزار Mstat-c و رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel و Slide-write انجام شد و میانگین‌های هر صفت به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج آزمایش قبلی به وضوح مشخص است رعایت تناوب زراعی تاثیر مثبت قابل توجهی بر عملکرد گندم داشت و واکنش گندم به محصول پیش کاشت متفاوت بود. کمترین عملکرد گندم، شاخص تناوب^۱ و بهره وری آب^۲ در کشت متوالی گندم مشاهده شد (جدول ۲). نتایج نیز نشان داد که بالاترین عملکرد گندم در سال پنجم با مقدار ۷۸۵۵ مربوط به پیش کشت کلزا (تناوب ۲)، محصول چغندر قند با مقدار غده ۸۱۹۴۴ و محصول ذرت علوفه‌ای با مقدار ۵۵۲۹۸ در سال دوم، سیب زمینی با مقدار غده ۲۶۷۲۰ و کلزا با مقدار عملکرد دانه ۳۶۸۱ کیلوگرم در هکتار در سال چهارم تولید شد. بیشترین طول دوره تناوب و کارایی استفاده از زمین و از طرفی کمترین کارایی تولید، بهره‌وری انرژی، اقتصادی و تقریباً آب، را تناوب‌های ۱ و ۲ داشتند، کمترین طول دوره تناوب (۹۵۱ و ۹۷۰ روز) و کارایی استفاده از زمین (۵۲/۱ و ۵۳/۲) و از طرفی بیشترین کارایی تولید (۳۶/۷۲ و ۳۲/۲۱)، بهره وری انرژی (۲/۵ و ۲/۱)، اقتصادی (۳/۲۴ و ۳/۱۴) و آب (۱/۴۴ و ۱/۲۷)، را به ترتیب تناوب‌های زراعی گندم- ذرت علوفه‌ای- گندم- سیب زمینی- گندم و گندم- چغندر قند- گندم- سیب زمینی داشتند. زارع فیض آبادی (۲۶) پیشنهاد داد با توجه به کارایی تولید و بهره وری انرژی، اقتصادی و آب، بهتر است گندم در تناوب با ذرت علوفه‌ای و سیب زمینی یا چغندر قند قرار بگیرد و کاشت کلزا به عنوان گیاه پیش کاشت محصول گندم باشد.

از آنجائی که پروژه‌ای تحت عنوان بررسی تاثیر مدیریت بقایای گیاهی بر برخی پارامترهای حاصل خیزی خاک، عملکرد و اجزای عملکرد نظام‌های تناوبی مبتنی بر گندم در اقلیم سرد جلگه رخ به مدت پنج سال (۸۹-۱۳۸۴) انجام گرفته بود، بستری مناسب جهت بررسی جمعیت کرم‌های مفتولی با توجه به نظام تناوبی، ایجاد شده بود. به همین خاطر پروژه‌ای تحت عنوان "بررسی تاثیر مدیریت پسماندهای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر جمعیت کرم‌های مفتولی و عملکرد سیب زمینی" در محل پروژه فوق در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت های خردشده (اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش، شامل ۴ تیمار تناوب زراعی به عنوان عامل اصلی: ۱- کشت مداوم گندم، ۲- گندم- گندم- گندم- کلزا- گندم، ۳- گندم- چغندر قند- گندم- سیب زمینی- گندم، ۴- گندم- ذرت- گندم- سیب زمینی- گندم، و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک (پسماند ها) در سه سطح به عنوان عامل فرعی: بدون برگشت بقایای گیاهی، برگشت ۵۰ درصد و برگشت ۱۰۰ درصد بقایای گیاهی مد نظر قرار گرفتند.

ابعاد هر کرت اصلی آزمایشی ۲۰×۲۰ متر (۴۰۰ متر مربع) و کرت فرعی ۶×۲۰ متر بود که محصولات مختلف در پشته‌هایی با فواصل ۶۵ سانتیمتر از یکدیگر کشت شدند، همچنین بین هر دو کرت اصلی آزمایشی دو و بین بلوک‌ها پنج متر فاصله در نظر گرفته شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود و کشت سیب زمینی رقم آگريا با بذر کار در کلیه کرت‌های آزمایشی به طور یکنواخت انجام گرفت. جهت کنترل علف‌های هرز سیب زمینی از وجین دستی و عملیات زراعی و برای کنترل آفات از حشره‌کش‌های دیازینون، متاسیتوکس به ترتیب به میزان ۲ و ۱ لیتر در هکتار استفاده گردید. مقدار و زمان مصرف کودهای شیمیایی با توجه به تجزیه خاک و توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مصرف شد. مقدار آب مصرفی بر اساس اندازی گیری در ابتدای مزرعه حدود ۶۵۵۰ متر مکعب در هکتار بود.

یادداشت برداری‌ها و اندازه‌گیری‌های عملکرد و اجزای عملکرد برابر استانداردهای مؤسسات تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. برای بررسی میزان خسارت کرم مفتولی سیب‌زمینی در آخر فصل پس از برداشت سیب‌زمینی و شستشوی بخشی از غده‌ها که به طور تصادفی انجام گرفته بود، غده‌ها معاینه و توزین و سپس درصد آلودگی غده‌های سیب‌زمینی به کرم‌های مفتولی و تعداد سوراخ در هر

۱- شاخص تناوب اقتصادی= تولید دانه گندم در هر تناوب تقسیم بر تولید دانه کشت مداوم گندم

۲- بهره‌وری آب= مجموع تولید گیاهان در تناوب تقسیم بر حجم آب مصرفی در هر تناوب

جدول ۲- مقایسه شاخص تناوب، بهره‌وری آب و خصوصیات مرتبط با علف‌های هرز گندم سال پنجم در تناوب‌های زراعی مختلف

Table 2- Comparison of rotation index, water productivity and traits related to weeds for wheat in the final year of different crop rotations

تناوب‌های زراعی Crop rotation	شاخص تناوب اقتصادی Rotation index	بهره‌وری آب Water productivity (kg/m ³)	تعداد علف هرز Weed number (m ²)	وزن تر علف هرز Fresh weight of weed (g/m ²)	وزن خشک Dry matter (g/m ²)
WWWWW	1b	1.40b	102.4bcd	193.7a	76.8a
WWWRW	1.37a	1.92a	81.2cd	55.2e	14.8de
WSWPW	1.21ab	1.69ab	132.8cd	155.9b	37.8b
WMWSW	1.33ab	1.87ab	154.4a	108.7c	26.7bcd

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

In each column, means followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using duncan test.

W(wheat) = گندم، R(canola) = کلزا، S(sauger beet) = چغندر قند، P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه‌ای

جدول ۳- مقایسه شاخص تناوب، بهره‌وری آب و خصوصیات مرتبط با علف‌های هرز گندم سال پنجم در تیمارهای برگشت بقایا

Table 3- Comparison of rotation index, water productivity and traits related to weeds for wheat in the final year of different crop rotation in residual retention treatments

تیمارها Treatments	شاخص تناوب اقتصادی Rotation index	بهره‌وری آب Water productivity (kg/m ³)	تعداد علف هرز Weed number (m ²)	وزن تر علف هرز Fresh weight of weed (g/m ²)	وزن خشک Dry matter (g/m ²)
بدون برگشت بقایا no residue return	1a	1.67a	104.6a	129.04a	41.48a
برگشت ۵۰٪ بقایا 50% residue return	1.03a	1.71a	118ab	129.80a	42.08a
برگشت کل بقایا 100% residue return.	1.08a	1.79a	127.1a	126.28a	33.68b

(شکل ۱). تیمارهای تناوبی ۳ و ۴ که کمترین عملکرد غده سیب زمینی را داشتند و در پایین‌ترین کلاس آماری بودند تیمارهایی هستند که سیب زمینی بعد از کشت گندم- سیب زمینی کشت شده بود. این کاهش عملکرد احتمالاً همان گونه که در مزرعه هم مشاهده شد بیشتر ناشی از افزایش خسارت بیماری‌های غده‌های سیب زمینی است چون در نظام تناوبی آن قبلاً سیب زمینی بوده است هرچند با توجه به کشت گندم در ادامه تناوب، محصول سیب زمینی زودتر برداشت شد که خود یکی از عوامل کاهش تولید غده سیب زمینی بود. میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف سیب زمینی افزایش داشت به طوری که افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود (شکل ۱)، این تحقیق با علم به اینکه گندم یکی از محصولات میزبان این آفات محسوب می‌شود و از طرفی محصول زراعی غالب و تناوب اصلی منطقه است و قابل حذف از کشت منطقه نیست، انجام گرفت نتایج هم نشان از افزایش عملکرد غده سیب زمینی بعد از کشت مداوم ۵ سال گندم در تناوب ۱ بود که احتمالاً ناشی از کاهش برداشت عملکرد دانه و

نتایج میزان برگشت بقایای محصولات مختلف به خاک نیز نشان داد که کمترین شاخص تناوب و بهره‌وری آب در تیمار شاهد بدون برگشت بقایا بود به طوری که تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک به ترتیب ۳ و ۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشتند (جدول ۳). در ارتباط با برگشت بقایا به خاک با توجه به نوع محصول کشت شده در تناوب و میزان بقایای برگشتی به خاک و نسبت کربن به نیتروژن و دیگر مسایلی از قبیل شرایط آب و هوایی منطقه، مصرف نهاده برای هر محصول بویژه نیتروژن، مدت زمان باقیمانده در خاک (بقایا)، زمان نمونه‌گیری خاک برای آنالیز و... نتایج می‌تواند متفاوت باشد (۲۶).

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی، میزان برگشت بقایای گیاهی و هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر عملکرد غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۴) نتایج نیز نشان داد که بیشترین عملکرد سیب زمینی مربوط به تناوب ۱ (کشت مداوم گندم) به میزان ۲۸۳۲۴ کیلوگرم و کمترین آن مربوط به تیمارهای ۳ و ۴ به ترتیب به مقدار ۱۲۴۷۰ و ۱۳۷۰۸ کیلوگرم در هکتار بود

بیولوژیک این تیمار در سال‌های قبل و عدم کشت سیب زمینی و بالطبع عدم آلودگی زمین مورد نظر به آفات و بیماری‌های سیب زمینی باشد (شکل‌های ۱ و ۲). این افزایش عملکرد در شرایط تناوب زراعی مطلوب همانند گندم ناشی از برتری تاثیر الگوی کشت مناسب بر خصوصیات خاک، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و... می‌باشد. افزایش تنوع در تناوب می‌تواند، اثرات مثبت تناوب در پایداری تولید را نسبت به کشت‌های مضاعف بهبود بخشد.

طبیعی است که تاخیر در استقرار گیاه چغندر قند و سیب زمینی در تناوب باعث بروز برخی مشکلات همچون طولانی شدن دوره رشد و حضور گیاه زراعی قبلی به دلیل شرایط نامطلوب آب و هوایی و یا استفاده از ارقام با طول دوره رشد زیاد، افزایش مدت زمان آماده سازی زمین پس از برداشت چغندر قند و سیب زمینی جهت کاشت گندم، شروع باران‌های فصلی، شرایط نامطلوب خاک برای آماده سازی زمین و مشکلات انسانی خواهد شد. علاوه بر موارد فوق، تاخیر در زمان کاشت می‌تواند باعث کاهش عملکرد به جهت تغییر نامطلوب دوره رشد گیاه زراعی در ارتباط با شرایط بازدارنده آب و هوایی همچون وجود درجه حرارت‌های زیاد یا کم در طی مراحل گلدهی و یا فراوانی یا عدم فراوانی رطوبت در مرحله جوانه زنی، گردد. لایه فشرده شده خاک در نتیجه برداشت چغندر قند و سیب زمینی نیز می‌تواند اثرات نامطلوبی بر رشد ریشه گیاه بعدی (به ویژه اگر در شرایط

رطوبت کم کاشته شود) داشته باشد. وجود این لایه فشرده احتمال بروز پدیده غرقابی شدن در زمان کاشت گندم و کلزا را افزایش داده و با به تاخیر افتادن زمان آماده سازی زمین، جوانه زنی این محصولات نا مطلوب خواهد شد به ویژه بعد از برداشت چغندر قند و سیب زمینی این مسئله شدت پیدا کرد و بر عکس برداشت زودتر این محصولات اگر چه برای محصول بعدی مناسب ولی منجر به کاهش تولید خود این محصولات شد. برداشت دیر هنگام چغندر قند و سیب زمینی (گیاه قبلی در تناوب) و کاشت گندم، عامل اصلی تاخیر در کشت گندم و همچنین کشت زود هنگام چغندر قند و سیب زمینی و بر خورد آب‌های آخر محصولات پاییزه با این محصولات نهایتاً کاهش عملکرد آن در این تناوب‌های زراعی می‌باشد که بایستی ضمن رعایت مدیریت صحیح و مناسب، روی این مسئله و ارقام مختلف این محصولات بویژه در مناطق سرد بررسی بیشتری انجام پذیرد.

مقایسه میانگین عملکرد غده سیب زمینی در تیمارهای برگشت بقایا به خاک نشان داد که بیشترین عملکرد سیب زمینی مربوط به تیمارهای برگشت بقایا به خاک به میزان ۲۰۴۸۶ و ۱۹۶۴۸ به ترتیب برای برگشت ۱۰۰ و ۵۰ درصد بود که هر دو در یک کلاس آماری قرار داشتند و کمترین آن مربوط به تیمار بدون برگشت بقایا به مقدار ۱۶۱۷۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر عملکرد غده، تعداد و درصد غده‌های آلوده،

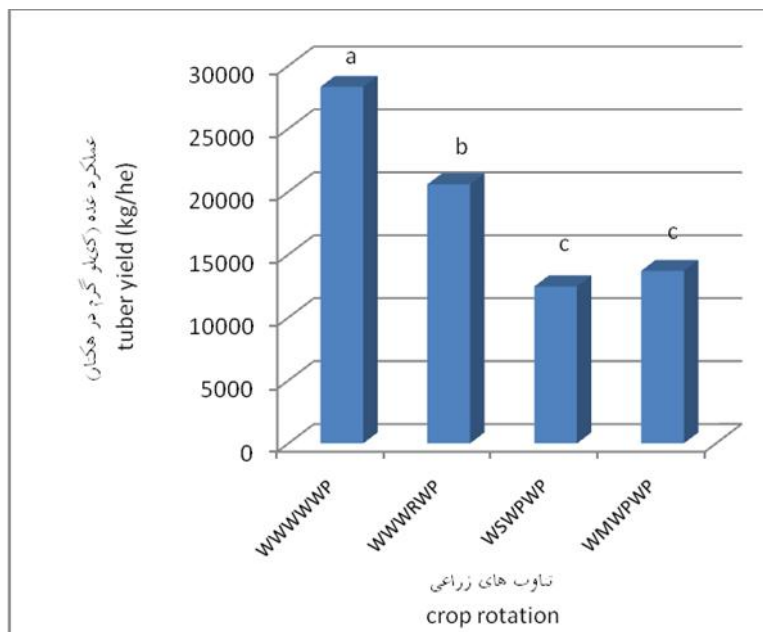
تعداد و متوسط سوراخ و شدت آلودگی کرم مقتولی سیب زمینی

Table 4- Analysis of variance results for crop rotation and residual retention effects on tuber yield number and percent infected tubers, number and average holes and percent infected potato Wireworm

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شدت آلودگی (درصد) Infection %	متوسط تعداد سوراخ در هر غده average number of holes per tuber	تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده Number of holes in 1000 tubers	درصد غده آلوده Percent tubers Infected	تعداد غده آلوده در ۱۰۰۰ غده Number of infected tuber in 1000 tubers	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber yield (kg/he)
تکرار Replicant	2	383.42ns	0.038ns	60.10ns	0.054ns	5.374ns	5329700.36 ns
تناوب زراعی (A) crop rotation (A)	3	321.77ns	0.033ns	882.38**	3.188**	318.247**	119902449.56 **
خطای اصلی Ea	6	215.05	0.022	72.41	0.090	9.092	1865411.03
میزان برگشت بقایا (B) residual retention (B)	2	1211.68*	0.122**	35.78ns	0.576*	58.04*	15682990.36**
A×B	6	440.27ns	0.044ns	402.62**	2.321**	231.679**	1585370.03ns
خطای فرعی Eb	16	228.39	0.023	64.65	0.146	14.611	920944.69
(%) CV	-	27.07	10.73	15.85	10.61	10.62	10.23

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

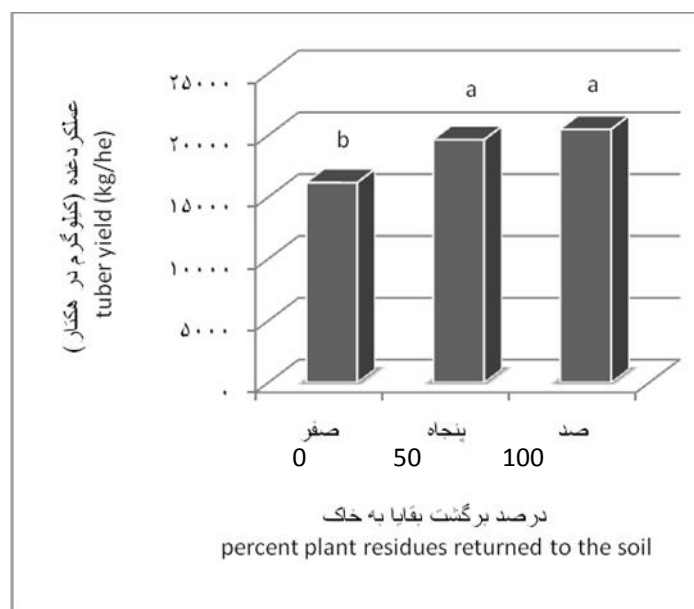
**, * and ns are significant at 1 and 5 % probability levels and non significant, respectively



شکل ۱- عملکرد غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 1- Tuber potato yield in different crop rotation

(W=wheat, R=canola, S=sauget beet, P=potato) = سیب زمینی و M=ذرت علوفه ای



شکل ۲- عملکرد غده سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 2- Tuber potato yield in plant residues returned to the soil

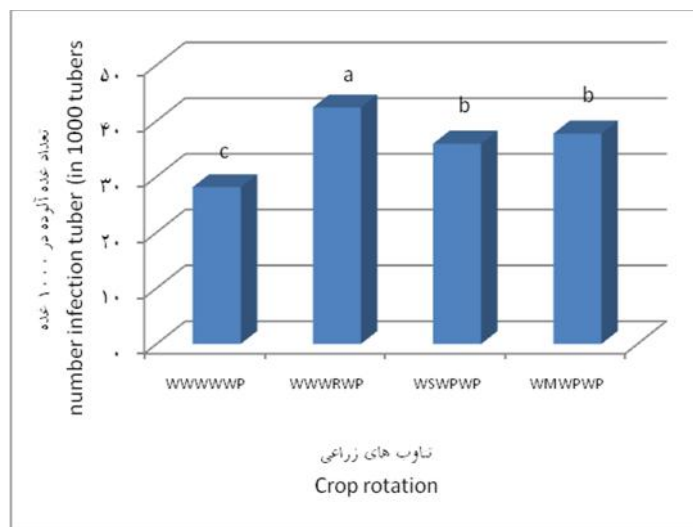
عملکرد مربوط به تیمار ۵۰ درصد برگشت بقایا به خاک بود و در تناوب‌های زراعی ۳ و ۴ بیشترین افزایش عملکرد مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک بود. بیشترین و کمترین عملکرد غده سیب زمینی به ترتیب مربوط به کشت مداوم گندم (تناوب ۱) با ۵۰

برهم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر عملکرد غده سیب زمینی نشان داد که با برگشت بقایا به خاک در کلیه تیمارهای تناوبی عملکرد غده سیب زمینی افزایش یافت به طوری که این افزایش در تناوب‌های ۱ و ۲ بیشترین افزایش

بود، هر چند تناوب ۲ که کشت سیب زمینی بعد از محصول کلزا بود با وجودیکه عملکرد غده سیب زمینی بالایی داشتند از آلودگی به خسارت کرم مفتولی بیشتری بر خوردار بودند. تیمارهای تناوبی ۳ و ۴ که کمترین عملکرد غده سیب زمینی را داشتند و در پایین‌ترین کلاس آماری بودند از آلودگی به خسارت کرم مفتولی بیشتری هم برخوردار بودند و میزان خسارت آفت کرم مفتولی در این تناوب‌ها بعد از تناوب ۲ در بالاترین سطح خسارت بودند (شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) این‌ها تناوب‌هایی هستند که کشت سیب زمینی بعد از گندم-سیب زمینی انجام شده بود که احتمالاً همان گونه که در مزرعه هم مشاهده شد این کاهش عملکرد، بیشتر ناشی از افزایش خسارت بیماری‌های و آفات غده‌های سیب زمینی بود چون در نظام تناوبی آنها قبلاً سیب زمینی بوده است. هر چند که کلاً متوسط خسارت کرم مفتولی در سال زراعی ۱۳۹۰ در حد ۳/۵ درصد بود. موثرترین روش برای اجتناب از خسارت کرم‌های مفتولی بر سیب زمینی، عدم کشت آن در زمین‌های آلوده است. جمعیت آفت در زمین‌هایی که به طور مداوم تحت کشت قرار می‌گیرند نسبت به زمین‌هایی که به مدت ۳ تا ۴ سال به شکل مرغزار بوده‌اند، کمتر است. اولین دلیل کاهش جمعیت این آفت در این گونه اراضی به خاطر زیرورو شدن خاک به واسطه عملیات آماده سازی و کشت است (۱۲). با توجه با اینکه کرم‌های مفتولی دارای میزبان‌های متعددی هستند، اثر تناوب زراعی بر جمعیت این آفت پیچیده بوده و اطلاعات کمی در این خصوص موجود است. به هر صورت در مزارعی که به مدت طولانی به شکل مرغزار بوده‌اند و کشت پس از غلات دانه ریز، لگومینه‌های علوفه‌ای و یا چراگاه‌ها، معمولاً خطر خسارت کرم‌های مفتولی را افزایش می‌دهد.

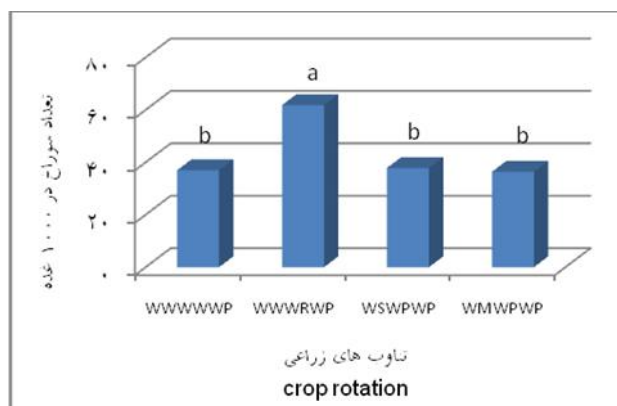
درصد برگشت بقایا به خاک و کشت گندم-سیب زمینی (تناوب ۳) بدون برگشت بقایا بود (جدول ۴). تناوب‌هایی که کشت گندم و کلزا محصول اصلی آنها بود بیشترین عملکرد غده سیب زمینی را در تیمارهای ۵۰ درصد بقایا به خاک، نسبت به تیمارهای تناوبی که دارای محصولاتی مانند سیب زمینی و چغندر قند و ذرت علوفه‌ای داشتند چون که این محصولات حجم بقایا کمتری برای برگشت به خاک دارا بودند. نتایج نیز نشان داد که با توجه به حجم بقایای برگشتی به خاک در طولانی مدت استفاده از بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش عملکرد غده سیب زمینی و هم چنین عملکرد و کارایی مصرف انرژی گندم شد، هر چند کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N و نیز میزان بقایای اضافه شده به خاک حائز اهمیت می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشان داد که اثر تناوب زراعی بر تعداد و درصد غده‌های آلوده سیب زمینی به کرم مفتولی و تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تناوب ۲ به ترتیب با مقادیر ۴۲/۳۴ غده آلوده، ۶۱/۴ سوراخ در ۱۰۰۰ غده و ۴/۲۴ درصد بود که گیاه پیش کاشت این تیمار کلزا بود. کمترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده، هم چنین درصد غده‌های آلوده مربوط به تناوب ۱ به ترتیب با مقادیر ۲۸، ۳۷ و ۲/۸ درصد بود که در این تیمار قبلاً کشت سیب زمینی انجام نشده بود و تنها کشت مداوم گندم بود (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). نتایج نشان داد با وجودی که بیشترین عملکرد غده سیب زمینی متعلق به تناوب ۱ کشت مداوم گندم بود کمترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و همچنین کمترین درصد و شدت آلودگی نیز مربوط به همین تناوب

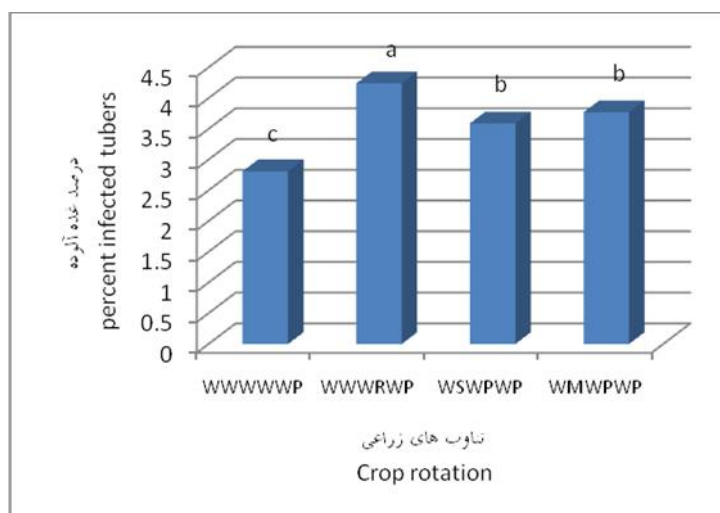


شکل ۳- تعداد غده آلوده به کرم مفتولی در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف

Figure 3- Number infected tuber in 1000 tubers to potato wireworm in different crop rotation



شکل ۴- تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف
Figure 4- Number of holes in 1000 tubers potato in different crop rotation



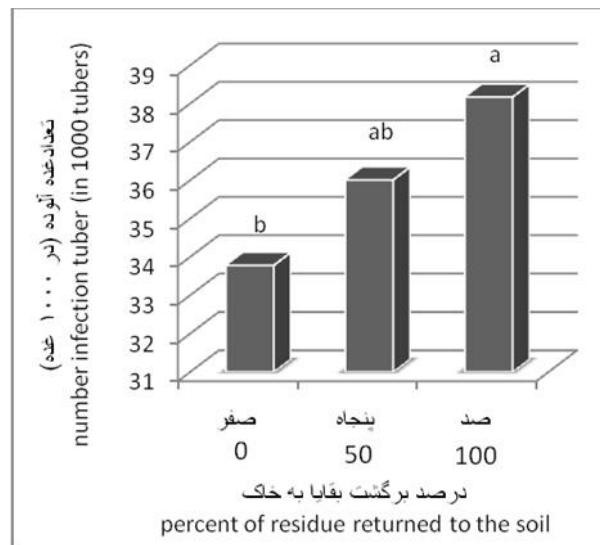
شکل ۵- درصد غده های آلوده به کرم مفتولی سیب زمینی در تناوب های زراعی مختلف
Figure 5- Percent infected tubers to potato wireworm different crop rotation
W(wheat), R(canola), S(sauger beet), P(potato) = سیب زمینی و M(maize) = ذرت علوفه ای

با مقادیر ۳۸/۱۷ غده آلوده در ۱۰۰۰ غده و ۳/۸ درصد بود کمترین تعداد و درصد غده آلوده مربوط به تیمار بدون برگشت بقایای گیاهی به خاک به ترتیب با مقادیر ۳۳/۷۸ و ۳/۴ درصد بود نتایج نشان داد که با افزایش میزان برگشت بقایا به خاک میزان خسارت آفت کرم مفتولی نیز افزایش یافت (شکل‌های ۶ و ۷). بررسی‌های کوهار و همکاران (۱۰) نشان داده که این کرم‌ها بسته به شرایط فصل در خاک به شکل عمودی حرکت می‌کنند. به طوری که وقتی دما در حد متوسط ۲۱ درجه سانتی گراد باشد به سطح خاک می‌آیند و در دماهای بیشتر و کمتر از این حد می‌توانند در سوراخ‌های که در قسمت‌های عمیق‌تر خاک حفر می‌کنند پنهان شوند. کرم‌های مفتولی می‌توانند از بذره‌ای کشت شده تغذیه کرده و در نتیجه باعث استقرار ضعیف محصول شوند، اما خسارت اصلی آنها به

همچنین کشت پس از سیب زمینی، ذرت، گندم، جو، شبدر شیرین و شبدر قرمز، کاهو خربزه، هویج، چغندر، لوبیا و نخود می‌تواند خطر خسارت کرم‌های مفتولی را افزایش دهد (۱). نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر میزان برگشت بقایای گیاهی بر متوسط تعداد سوراخ ناشی از کرم مفتولی در هر غده سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار و بر تعداد، درصد غده‌های آلوده و شدت آلودگی کرم مفتولی سیب زمینی در سطح پنج درصد معنی دار بودند هم چنین اثر بر هم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی بر تعداد و درصد غده‌های آلوده کرم مفتولی سیب زمینی در سطح یک درصد معنی دار بودند (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی در تیمار ۱۰۰ درصد برگشت بقایای گیاهی به خاک به ترتیب

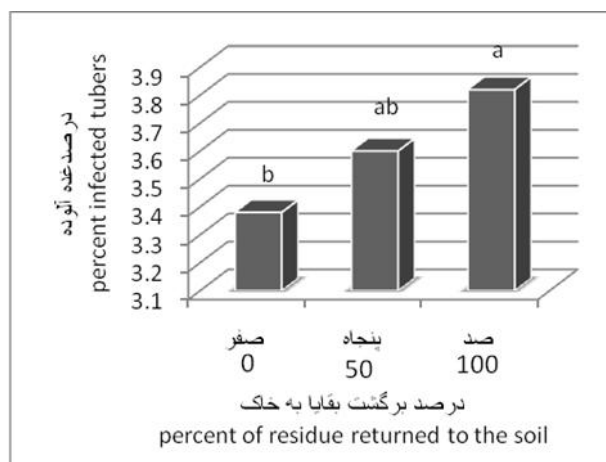
های ایجاد شده توسط این آفت می‌تواند مسیر خوبی برای ورود انواع عوامل بیماری‌زا به ویژه عوامل پوسیدگی غده گردند. (۱۸).

غده‌های محصول بوده که با ایجاد تونل‌های متعدد در غده، سبب کاهش کیفیت محصول و بازار پسندی آن می‌شوند. همچنین تونل-



شکل ۶- تعداد غده آلوده به کرم مفتولی در ۱۰۰۰ غده سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 6- Number infected tubers in 1000 tubers to potato wireworm in plant residues returned to the soil



شکل ۷- درصد غده های آلوده به کرم مفتولی سیب زمینی در میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک

Figure 7- Percent infected tubers to potato wireworm in plant residues returned to the soil

بقایای برگشتی به خاک را نسبت به تیمارهای تناوبی که دارای محصولاتی مانند سیب زمینی و چغندر قند و ذرت علوفه‌ای داشتند. نتایج نشان داد که حجم بقایای برگشتی به خاک در طولانی مدت و هم چنین کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N بقایا حائز اهمیت می‌باشد. دشمنان طبیعی کرم‌های مفتولی به دلیل زیر زمینی بودن آن‌ها بسیار کم بوده و میزان موفقیت کنترل آن‌ها توسط دشمنان طبیعی در مقایسه با روش‌های شیمیایی پایین می‌باشد (۱۰).

نتایج برهم کنش نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی نشان داد که بیشترین تعداد غده آلوده و سوراخ دار در ۱۰۰۰ غده و درصد غده آلوده ناشی از کرم مفتولی مربوط به تیمار تناوب زراعی ۴ با ۱۰۰ درصد برگشت بقایا به خاک به ترتیب با مقدار ۵۳/۱۶ و ۷۰/۱ غده و ۵/۳ درصد بود (جدول ۵). تیمارهای تناوبی که کشت گندم و کلزا محصول اصلی آن‌ها بود بیشترین حجم

نعمت الهی (۳) در تحقیقی که طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۱ در منطقه شهرکرد روی ده رقم تجاری سیب زمینی در یک قطعه زمین آلوده به کرم‌های مفتولی انجام داده‌اند نشان دادند که بین ارقام از نظر درصد آلودگی و میزان قندهای گلوکز، فروکتوز و مجموع قندها به ترتیب در سطوح یک، پنج، یک و پنج درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. میانگین میزان خسارت کرم مفتولی غده‌ها در تناوب‌های زراعی مختلف در این پژوهش ۳/۶ درصد بود.

هوشمند (۷) گونه‌های کرم مفتولی زیان آور در سیب زمینی استان خراسان را *Agriotes* sp. و *Omophlus* sp. بیان داشت، نامبرده میزان خسارت غده‌ها این آفت را در منطقه جلگه رخ ۳/۱ درصد و در طرق مشهد ۷/۱ درصد اعلام نموده است. وب (۲۲) در کاهش خسارت کرم‌های مفتولی در فلوریدای آمریکا، اجتناب از کاشت سیب زمینی در مناطقی که سابقه کاشت غلات و یا گراس داشته است توصیه نموده است. هولینگورث و همکاران (۶) در رابطه با میزان مواد آلی خاک مزارع اظهار می‌کرد مزارعی که سرشار از مواد آلی باشد باعث افزایش جمعیت کرم‌های مفتولی می‌گردد. باقری و

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع تناوب زراعی و میزان برگشت بقایای گیاهی به خاک بر عملکرد غده، تعداد و درصد غده های آلوده، تعداد و متوسط سوراخ و شدت آلودگی کرم مفتولی سیب زمینی

Table 5- Mean comparison of interaction between crop rotation and crop residue returned to the soil for tuber yield, number and percent infected tubers, number and average holes and percent infected potato Wireworm

تناوب زراعی Crop rotation	میزان برگشت بقایای (درصد) residual retention (%)	متوسط تعداد سوراخ در هر غده average number of holes per tuber	شدت آلودگی (درصد) Infection %	تعداد سوراخ در ۱۰۰۰ غده Number of holes in 1000 tubers	درصد غده آلوده Percent tubers Infected	تعداد غده آلوده در ۱۰۰۰ غده Number of infected tuber in 1000 tubers	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار) Tuber yield (kg/he)
WWWWWP 1	0	1.48ab	48.35ab	39.44de	2.66e	26.54e	23612b
	50	1.29b	28.98b	45.37cd	3.52cd	35.24cd	30972a
	100	1.23b	22.77b	27.47e	2.24e	22.38e	30390a
WWWRWP 2	0	1.40b	39.81b	58.18a-c	4.16bc	41.54bc	19096c
	50	1.45b	45.19b	62.83ab	4.30b	42.97b	21390bc
	100	1.48ab	48.15ab	63.16ab	4.25b	42.51b	21250bc
WSWPWP 3	0	1.74a	74.20a	57.87a-c	3.23d	33.22d	10616f
	50	1.29b	28.54b	51.12b-d	3.98b-d	39.81b-d	12130d-f
	100	1.37b	37.27b	47.85b-d	3.47cd	34.65cd	14660de
WMWPWP 4	0	1.47ab	47.10ab	49.33b-d	3.38d	33.80d	11374ef
	50	1.37b	37.05b	35.87de	2.60e	26.01e	14104d-f
	100	1.32b	31.75b	70.11a	5.32a	53.16a	15648d

W(wheat)= گندم، R(canola)= کلزا، S(sauger beet)= چغندر قند، P(potato)= سیب زمینی و M(maize)= ذرت علوفه ای

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

* Means with similar letters are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$)

است. هم چنین نتایج نیز نشان داد استفاده از بقایای گیاهی در خاک باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف انرژی سیب زمینی شد، از آنجاییکه تناوب های اجرا شده در این پژوهش برای هدف پایداری تولید گندم بوده است و چون بستر تناوبی آماده بود از این تناوب‌ها برای بررسی‌های اولیه خسارت کرم مفتولی و عملکرد سیب زمینی استفاده شده است هر چند نتایج اولیه این بررسی نیز نشان داد که از گیاهان میزبان این آفت و دیگر بیماری‌ها محصول سیب زمینی از جمله کلزا و گندم بایستی در مزارعی که قبلاً سیب زمینی کشت شده، خودداری شود. لذا یاد آوری می‌شود که برای تولید پایدار سیب زمینی

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تولید غده‌های سیب زمینی در شرایط تناوبی محصولات مختلف و با برگشت بقایا افزایش داشت به طوریکه افزایش عملکرد غده سیب زمینی در شرایط پیش کاشت گندم و کلزا به ترتیب ۱۱۶ و ۵۷ درصد نسبت به میانگین تیمارهای ۳ و ۴ بود. همچنین تناوب هایی که قبلاً کشت سیب زمینی نداشته است از عملکرد بالاتری برخوردار است تا تیمارهای تناوبی که حتی یک بار سیب زمینی در آنها کشت شده

و کاهش خسارت کرم مفتولی بایستی با توجه به نتایج این بررسی بر روی تناوب های زراعی دیگری و هم چنین با توجه به اهمیت کیفیت بقایای گیاهی همچون نسبت C:N و نیز میزان بقایای اضافه شده به خاک پیشنهاد می شود پژوهش های جامع تری بدین منظور انجام پذیرد. میانگین میزان خسارت کرم مفتولی غده ها در تناوب های زراعی مختلف در این پژوهش ۳/۶ درصد بود.

منابع

- Andrews N., Ambrosino M., Fisher G., and Rondon S.I. 2008. Wireworm biology and nonchemical management in potatoes in the Pacific Northwest. Oregon State University, PNW 607:1-19.
- Aynehband A. 2005. Crop rotation. Jihad-e- Daneshgahi Publication of Mashhad. Mashhad Iran. 407 pp. (in Persian with English abstract).
- Bagheri M., and Nematolahi M.R. 2006. Reaction of ten commercial potato cultivars to wireworms and influence of type and amount of tuber's sugars on infestation rate. Seed and Plant Improvement Journal. 22 (4):503-512. (in Persian with English abstract).
- Eickout B., Bouwan A.F., and Vanzeijts H. 2006. The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability. Agriculture Ecosystems and Environment. 116: 4-14.
- Fischer R.A., Santiveri F., and Vidal I.R. 2002. Crop rotation, tillage and crop residue management for wheat and maize in the sub-humid tropical highlands. Field Crops Res. 79: 107-122.
- Hollingsworth C.S., Ferro D.N., and Coli W.M. 1986. Potato Production in the Northeast: A Guide to Integrated Pest Management. Department of Entomology, University of Massachusetts, Cooperative Extension Service.
- Hoshmand H. 1997. Collecting and recognition of important species of wireworms in potato fields surrounding mashhad and Jolgeh Rokh. Project final report. Khorasan Razavi Agricultural center 15 pp. (in Persian).
- Koocheki A., and Zand E. 1993. Agricultural ecology. Jihad Daneshgahi publication, Mashhad First edition. (in Persian).
- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Zarea Feizabadi A., and Jahanbin G. 2003. Diversity of cropping systems in Iran. Pajouhesh & Sazandegi No: 63 pp: 70 – 83. (in Persian with English abstract).
- Kuhar T.P., Doughty H.B., and Reiter S. 2008. Wireworm Pest Management in Potatoes. Department of Entomology, Virginia Tech. Eastern Shore AREC. 1-5.
- Miraki G. 2005. Plant residue management and its role in fourth program for economic, social, social and environmental development of Iran proceeding of first applied congress on plant residue. Management. Tehran, Iran. (in Persian).
- Parker W.E., and Howard J.J. 2001. The biology and management of wireworms (Agriotes spp.) on potato with particular reference to the U.K. Agricultural and Forest Entomology. 3: 85-98.
- Rahimizadeh M. 2011. Effect of crop rotation, Nitrogen fertilizer and crop residues on growth characters and yield of wheat in cold climatic conditions of Khorasan. PhD Thesis, Islamic Azad university of Karaj. (in Persian).
- Rezabiege M., and Rajabi G. 2006. Important wheat pests in Iran and their control. <http://iranwheat.ir/introduction/Pests/wheat%20pests>. (in Persian).
- Russell L., and Groves H. 2008. An Increasing Risk of Wireworm in Potato. Department of Entomology University of Wisconsin, 1630 Linden Drive Madison, WI 53706. In web: http://labs.russell.wisc.edu/vegento/files/2012/05/2008_wireworm2.pdf
- Safari M. 1996. Yield modeling of wheat corn and sesame in different crop rotation. PhD. Thesis, Ferdowsi university of Mashhad. (in Persian).
- Saghafi M. 2004. Modern renewable energies. Tehran university publications Tehran (In Persian)
- Thuy N., Shan H., Bijay-Sing Y., Wang K., Cai Z., Singh Y., and Buresh R.J. 2008. Nitrogen supply in rice-based cropping systems as affected by crop residue management. Soil Science Society of America Journal, 72: 514-523.
- Trabelsi D., Mengoni B.A., Haroun A., and Mhamdi R. 2012. Appraisal of the crop-rotation effect of rhizobial inoculation on potato cropping systems in relation to soil bacterial communities. Soil Biology and Biochemistry. Volume 54, November 2012, Pages 1–6. In web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071712002040>
- Varvel G.E. 2000. Crop rotation and nitrogen effects on normalized grain yields in a long-term study. Agronomy Journal, 92: 938-941.
- Walter E., and Fleming H. 2010. Soil Management and Insect Control. Copyright © 2000-2010 Library4science.com, LLC. In web: <http://science-in-farming.library4farming.org/Soil-Tillage-Systems/Soil-Care/Insect-Control.html>
- Webb S.E. 2010. Insect management for potatoes. Entomology and Nematology Department, Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, 32611-0640., Available: <http://edis.ifas.ufl.edu/ig155>.
- Wilhelm W.W., Johnson J.M.F., Hatfield J.L., Voorhees W.B., and Linden P.R. 2004. Crop and soil productivity

- response to corn residue removal. *Agronomy Journal*, 96: 1-17.
- 24- Zarea Feizabadi A. 1995. Energy and economic efficiency of some different conventional and ecological cropping system in different rotation with wheat. Ph.D thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian with English abstract).
- 25- Zarea Feizabadi A. 2014. Effect of different crop residue management on some soil fertility parameters, yield and yield components of wheat in different rotation systems at cold climatic conditions of Jolgeh-Rokh. Final Report of project no. 42250; seed and plant Improvement Institute. Karaj, Iran. 108 pp. (in Persian).
- 26- Zarea Feizabadi A., and Azizi M. 2013. Effect of different crop rotation systems on wheat productivity in cold agro-climatic region of khorasan-e-razavi in iran. 2 (28): 3. 261-275. (in Persian with English abstract).



بررسی اثر سلیوم بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه فلفل تند (*Capsicum anuum*)

لیلا شکاری^{۱*} - محمدمجتبی کامل منش^۲ - مریم مظفریان میمندی^۳ - فرشاد صادقی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۷

چکیده

سلیوم عنصری سودمند با خواص آنتی اکسیدانی و آنتی ویروسی است که باعث افزایش رشد گیاهان می شود. به منظور بررسی اثر سلیوم بر رشد رویشی گیاه فلفل تند (*Capsicum anuum* L.) رقم kenya آزمایشی گلخانه ای در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل پنج سطح سلیوم (صفر، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ میکرومولار) با سه تکرار انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که افزودن سلیوم به میزان ۵ میکرومولار باعث افزایش معنی دار محتوای نسبی آب بافت برگ گیاه به ترتیب به میزان ۱۲/۸ و ۶۱/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین این عنصر در سطوح تیمار ۷ و ۱۰ میکرومولار به ترتیب باعث افزایش ۳۳/۶۱ و ۸/۰۶ درصدی شاخص پایداری غشاء سلولی نسبت به تیمار شاهد شد. اعمال سلیوم در سطوح ۳ و ۵ میکرومولار به ترتیب باعث افزایش ۲۴/۶ و ۲۵/۱ درصدی شاخص سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شد. تحت تاثیر این عنصر تعداد برگ و همچنین محتوای رنگیزه های کلروفیلی افزایش یافت به نحوی که در سطح تیمار ۵ میکرومولار میانگین تعداد برگ گیاه ۱۵/۱۴ درصد و اجزای کلروفیل (کلروفیل b+a و کلروفیل کل) نیز به ترتیب به میزان ۳۸/۶۴، ۵۵/۸ و ۵۵/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که عنصر سلیوم در سطوح پایین (۵ میکرومولار) اثرات بهبود دهنده ای بر شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی گیاه فلفل دارد. بررسی اثر تیمار سلیوم بر ظرفیت آنتی اکسیدانی و محتوای این عنصر در بافت میوه فلفل تند در مطالعات آینده پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: رنگیزه های فتوسنتزی، شاخص پایداری غشاء سلولی، عناصر سودمند، محتوای نسبی آب بافت

مقدمه

آید اما تحقیقات نشان داده که غلظت های پایین این عنصر می تواند اثرات مفیدی بر رشد و عملکرد (۳۴ و ۳۹)، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی (۲۷ و ۳۳) و جذب سایر یون ها توسط گیاه داشته باشد (۱۹ و ۳۲). اعمال سلیوم می تواند فعالیت پراکسید غشاء را کاهش داده و با تاثیر بر فعالیت آنزیم رادوکس و در نتیجه کاهش اکسیداسیون سلول باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش های محیطی گردد (۱). خاوری نژاد و همکاران (۱۹) در طی یک بررسی گزارش دادند که کاربرد سلیوم بر غلظت رنگیزه های فتوسنتزی مثل کلروفیل و کارتنوئیدها موثر بوده و باعث افزایش این رنگیزه ها در گیاه گوجه فرنگی شده است. این محققین علت این اثر گذاری را به احتمال زیاد افزایش جذب منیزیم به واسطه حضور سلیوم در بافت گیاهی بیان کردند. تحریک رشد و افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیداز، پراکسیداز و همچنین افزایش مواد جامد محلول در برگ های ترشک در اثر غلظت کم سلیوم توسط کونگ و همکاران (۲۲) نیز گزارش شده است.

البته قابل ذکر است که گیاهان مختلف واکنش های

سلیوم عنصری شیمیایی، غیز فلزی و کمیاب است که با نشانه اختصاری Se شناخته می شود (۲ و ۲۴). این عنصر سودمند دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد ویروسی است و یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای سلامت انسان و حیوانات به شمار می آید (۱۰ و ۸). این عنصر برای اولین بار در سال ۱۸۱۸ توسط سوئدی ها کشف و وارد جدول تناوبی گردید (۲۵) ولی اخیراً به علت شناسایی آثار مفید آن در بدن موجودات زنده، توجه بسیاری از دانشمندان و محققان جهان را به خود جلب کرده است. اگرچه سلیوم از جمله عناصر ضروری برای گیاهان به شمار نمی

۱ و ۳- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز

(*) نویسنده مسئول: (Email: parisa.shekari63@yahoo.com)

۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

۸ ساعت بود. در طول دوره رشد، گلدان ها به طور یکسان روزانه ۳ بار و هر بار به میزان ۱۰۰ میلی لیتر با محلول غذایی هوگلند (جدول ۴) محلول دهی شدند، به طوری که به گلدان ها تنش خشکی وارد نشود. این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام پذیرفت. تیمارها شامل ۵ سطح سلیوم شامل صفر به عنوان شاهد، ۳، ۵، ۱۰ و ۷ میکرومولار از منبع سلنات سدیم (Na_2SeO_3 مرک، آلمان) بر اساس تحقیقات پیشین (۱۴) بودند که پس از گذشت یک هفته و استقرار کامل گیاهان در شرایط گلخانه اعمال شدند.

در طول فصل رشد گیاه تمامی ساقه های فرعی در هر بوته به عنوان شاخه جانبی در نظر گرفته شده و مورد شمارش قرار گرفت. شاخص سطح برگ با استفاده از نمونه های برگی تازه و بوسیله دستگاه Leaf Area Meter مدل AM200 در مقیاس سانتی متر مربع اندازه گیری گردید.

اندازه گیری کلروفیل و کاروتینوئید برگ

برای تعیین غلظت کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کاروتینوئید با استفاده از روش Non Maceration، ابتدا ۵۰ میلی گرم نمونه برگی تازه از هر تیمار آزمایشی در ۵ میلی لیتر دی متیل سولفوکسید (DMSO) به مدت چهار ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شد. سپس جذب نوری عصاره های برگی در طول موج های ۴۸۰، ۴۹۶، ۶۴۵ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه گیری شد (۱۵). اعداد به دست آمده در فرمول های مربوطه جایگذاری شده و ابتدا کلروفیل a و b و سپس کلروفیل کل و کاروتینوئید بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر برگ محاسبه گردید (۱۵).

$$\text{Chl } a = (12.47 \times A_{665}) - (3.62 \times A_{649})$$

$$\text{Chl } b = (25.06 \times A_{649}) - (6.5 \times A_{665})$$

$$\text{Chl } t = \text{Chl } a + \text{Chl } b$$

$$C = ((1000 \times A_{480}) - (1.29 \text{ Chl } a - 53.78 \text{ Chl } b)) / 220$$

$$\text{Chl } a = \text{کلروفیل } a, \text{ chl } b = \text{کلروفیل } b, C = \text{کاروتینوئید}$$

سنجش محتوای نسبی آب بافت (RWC)

نمونه برداری با استفاده از قیچی و از آخرین برگ توسعه یافته تمامی تیمارهای آزمایشی انجام شد. وزن تر نمونه ها بلافاصله در آزمایشگاه با ترازوی دقیق اندازه گیری شده و سپس تمامی نمونه ها در آب مقطر قرار گرفته و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال و در دمای چهار درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگی اندازه گیری شده و برگها مجدداً به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شده و وزن خشک هر نمونه به دست آمد. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت

فیزیولوژیک متنوعی را در برابر سلیوم از خود بروز می دهند. برخی گونه ها مقادیر زیادی سلیوم را در خود جمع کرده و به عنوان منبع بسیار با ارزشی از این عنصر به شمار می روند در حالی که بسیاری از گونه های گیاهی نسبت به وجود مقادیر زیاد سلیوم در خاک و آب حساس بوده و سلیوم برای آن ها عنصری سمی محسوب می شود (۳۶). صفاریزدی و همکاران (۳۲) پس از بررسی تاثیر غلظت های مختلف سلیوم (۰، ۲، ۴، ۶ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر) بر روی گیاه اسفناج، اعلام کردند که با افزایش غلظت سلیوم شاخص های کلروفیل، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره کاهش یافت اما در غلظت ۲ میلی گرم بر لیتر افزایش معنی دار وزن تر و خشک و محتوای کلروفیل نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. سلیوم شباهت زیادی به گوگرد دارد از این رو در واکنش های مختلف و در غلظت های بالا، جایگزین گوگرد شده و به همین دلیل است که علامت سمیت سلیوم شباهت زیادی به سمیت گوگرد دارد (۳۲).

با توجه به روند روز افزون بیماری سرطان و تاثیرات شده سلیوم در پیشگیری و کاهش پیشرفت این بیماری در انسان و از سویی دیگر عدم استفاده از این عنصر در غنی سازی سبزیجات در بسیاری از کشور های دنیا نیاز به بررسی بیشتر تاثیر سلیوم بر سبزیجات مختلف می باشد. تا کنون تحقیقی مبنی بر اثر سلیوم بر رشد و نمو فلفل تند صورت نگرفته است، با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی بالای میوه فلفل تند بررسی تاثیر این عنصر بر شاخص های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی این گیاه در بررسی های اولیه، میزان جذب و محتوای آن در بافت میوه و تاثیر سلیوم بر افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی در میوه فلفل تند در مطالعات تکمیلی ضروری به نظر می رسد. به همین منظور تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف سلیوم بر برخی صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه فلفل تند در شرایط تغذیه با محلول غذایی انجام پذیرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش از تاریخ ۱۳۹۲/۴/۱ تا ۱۳۹۴/۷/۱۷ در گلخانه ی واقع در شهرستان یاسوج با شرایط آب و هوایی معتدل و طول جغرافیایی ۵۱/۵۶۶۷ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰/۷۱۶۷ درجه شمالی، انجام پذیرفت بذور فلفل رقم (*Capsicum annum* var. Kenya) ابتدا در سینی مخصوص نشا حاوی کوکوپیت (۵/۵ - ۶/۵) pH، (EC: 0/2 - 0/5) کشت شده و پس از ۳ هفته و رسیدن گیاهچه به مرحله ۵-۶ برگی به محیط کشت اصلی، در گلدان های ۲ کیلوگرمی حاوی پیت ماس و پرلیت به نسبت ۱:۱ منتقل گردیدند. گلدان ها در محیط گلخانه در زیر پوشش پلاستیکی و نور طبیعی قرار داده شدند. میانگین دمای گلخانه در طول شبانه روز به ترتیب ۲۳ و ۱۹ درجه سانتی گراد، رطوبت ۶۵ درصد و طول دوره روشنائی به تاریکی ۱۶ به

یک ده هزارم در فرمول، مقدار نسبی آب بافت به دست می آید (۳۰).

$$RWC = ((W_i - W_d) / (W_f - W_d)) \times 100$$

تعیین شاخص پایداری غشاء سلول (MSI)

شاخص پایداری غشاء بر اساس میزان هدایت الکتریکی حاصل از نشت یون ها از سلولهای برگ به درون آب دیونیزه شده اندازه گیری شد. بدین منظور به میزان ۰/۱ گرم نمونه برگی تازه از برگ کاملاً گسترش یافته از هر تیمار آزمایشی درون لوله های آزمایش حاوی ۱۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر شده غوطه ور گردید، سپس در دستگاه حمام آب گرم در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد و پس از طی این زمان، هدایت الکتریکی نمونه ها به کمک دستگاه EC متر مدل (Jenway) اندازه گیری شد. سپس مجدداً نمونه ها در حمام آب گرم به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شده و پس از رسیدن به دمای اتاق، هدایت الکتریکی آنها اندازه گیری گردید. سپس اعداد حاصله در فرمول زیر جایگذاری شده و شاخص پایداری غشاء سلول محاسبه گردید (۳۳).

$$MSI = 1 - (EC_1 / EC_2) \times 100$$

اندازه گیری محتوای قند

برای این منظور ابتدا ۱۵ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد به ۰/۱ گرم از نمونه برگ خشک اضافه شده و سانتریفیوژ گردید. سپس فاز مایع جدا شده و به مدت ۱ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد درون آون قرار گرفت. پس از تبخیر الکل، پتری دیش ها با ۴۰ میلی لیتر آب مقطر شستشو داده شده و به منظور حذف رسوبات اضافی، مقدار ۵ میلی لیتر از محلول ۵٪ سولفات روی و ۴/۷ میلی لیتر از محلول هیدروکسید باریم ۳/۰ نرمال را به محلول اضافه گردید. پس از آن مقدار ۲ میلی لیتر از عصاره فاز مایع حاصله را جدا کرده و ۱ میلی لیتر محلول ۵٪ فنل و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ اضافه گردید. سپس ۴۵ دقیقه به محلول ها فرصت داده شد تا رنگ آنها تثبیت گردد. میزان جذب نمونه ها با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت گردیده و با رسم منحنی استاندارد میزان قند محاسبه گردید (۳۵).

آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار Statistix8 و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتیجه گیری و بحث

اثر سلیوم بر شاخص محتوای نسبی آب بافت

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزودن سلیوم به محیط کشت، شاخص محتوای نسبی آب برگ را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). تیمار ۷ و ۱۰ میکرومولار سلیوم باعث افزایش جزئی در این شاخص گردید ولی بیشینه این تاثیر در گیاهان

تیمار شده با ۵ میکرومولار سلیوم مشاهده شد به نحوی که محتوای نسبی آب برگ در این تیمار به میزان ۱۲/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات حبیبی (۹) بر روی گیاه جو و اسکندری زنجانی و همکاران (۷) بر روی گیاه کدو همخوانی دارد، این محققین افزایش میزان محتوای نسبی آب بافت تحت تاثیر سلیوم را گزارش کردند. طبق نظر کاستنساو و همکاران (۲۳) عنصر سلیوم دارای قابلیت تنظیم وضعیت آبی گیاه از طریق تحریک رشد ریشه و افزایش ظرفیت جذب آب توسط سیستم ریشه ای است. هان ون و همکاران (۱۲) نیز در طی یک بررسی بیان داشتند که سلیوم در غلظت های پایین، تقسیم سلولی را در سلول های نوک ریشه بهبود بخشیده و متعاقب آن باعث افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه گیاه می گردند؛ بنابراین همین امر می تواند موجب جذب بیشتر آب توسط گیاهان تحت تیمار با این عنصر شده و در نهایت با افزایش در میزان آب بافت های گیاهی، شاخص محتوای آب برگ را افزایش دهد.

اثر سلیوم بر شاخص پایداری غشاء سلول

اعمال سلیوم تا سطح ۵ میکرومولار بر میزان پایداری غشاء سلولی معنی دار نشد ولی در غلظت های بالاتر این عنصر، افزایش معنی داری در میزان پایداری غشاء مشاهده گردید به طوری که تیمار ۷ و ۱۰ میکرومولار سلیوم به ترتیب افزایشی به میزان ۳۳/۶۱ و ۸/۰۶ درصد نسبت به تیمار شاهد داشت. نتایج این بررسی با نتایج حاصل از بررسی داجناگویرمن و همکاران (۵) و اکالادیوس (۱) مطابقت دارد. داجناگویرمن و همکاران (۶) افزایش پایداری غشاء سلولی گیاه سورگوم را در اثر تیمار با سلیوم در شرایط تنش دمایی گزارش دادند و دلیل این امر را تاثیر سلیوم بر افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی و کاهش میزان گونه های فعال اکسیژن در گیاهان تحت تیمار دانستند. کونگ و همکاران (۲۳) نیز بهبود عملکرد غشاء در سلول های مزوفیل برگ را به واسطه حضور سلیوم در محیط رشد گیاه گزارش دادند. سلیوم از طریق افزایش میزان جذب پتاسیم در سلول های گیاهی باعث کاهش در میزان نشت یونی و افزایش پایداری غشاء سلولی می گردد (۲۳ و ۳۱).

اثر سلیوم بر تعداد شاخه جانبی و تعداد برگ

تاثیر غلظت های مختلف سلیوم بر تعداد شاخه جانبی گیاه معنی داری نشد. در بررسی اثرات بر همکنش سلیوم در غلظت های صفر (شاهد) ۰/۵، ۱ و ۲ پی پی ام و مولیدن در گیاه گوجه فرنگی که توسط خاوری نژاد و همکاران (۱۹) انجام شد نتایج نشان داد که افزودن سلیوم به محیط کشت گیاه تاثیر معنی داری بر رشد و افزایش وزن خشک اندام های هوایی و وزن خشک کل گیاه نداشت که با نتایج بدست آمده از این بررسی همخوانی دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده اثرات غلظت های مختلف سلیوم بر برخی شاخص های اندازه گیری شده در گیاه فلفل تند

Table 1- Analysis variance of Simple effect of different Se concentration on some factor measured of hot pepper

منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean squares	تعداد شاخه جانبی Number of lateral shoots	تعداد برگ Number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm)
محتوای نسبی آب بافت RWC%	شاخص پایداری غشاء سلولی MSI%				
Selenium	4	117.329*	11.7667 ^{ns}	154.433 ^{ns}	1232811*
Error	10	33.664	19.1333	69.600	20337
CV	7.06	16.20	11.89	9.93	13.20

ns عدم وجود تفاوت معنی داری، * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

 ns non significant difference * significant differences at $P \leq 5\%$

جدول ۲- اثرات اصلی غلظت های مختلف سلیوم بر برخی شاخص های اندازه گیری شده در گیاه فلفل تند

Table 2- Simple effect of different Se concentration on some morphological trait of hot pepper

غلظت های سلیوم concentration of selenium	محتوای نسبی آب بافت RWC%	شاخص پایداری غشاء سلولی MSI%	تعداد شاخه جانبی Number of lateral shoots	تعداد برگ Number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm)
0 μm	75.37b	14.93b	38.00a	80.33ab	3233.00ab
3 μm	68.46b	14.30b	38.00a	88.00ab	4030.30a
5 μm	85.96a	12.74b	38.66a	94.66a	4046.00a
7 μm	75.45ab	19.95a	35.00a	81.00ab	2943.00b
10 μm	76.19ab	16.13ab	34.23a	76.66b	2449.00b

میانگین های با حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار دارند

 Within a column, means followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 5\%$ according to the LSD test

افزایش ۲۴/۶ و ۲۵/۱ درصدی نسبت به تیمار شاهد شد ولی افزایش سلیوم در سطوح بالاتر باعث کاهش سطح برگ گیاهان تیمار شده گردید به طوری که در تیمار ۱۰ میکرومولار کاهش ۲۴/۲۵ درصدی را در این شاخص مشاهده کردیم. نتایج این بررسی با نتایج جاهید و همکاران (۲۰) همخوانی داشته ولی با نتایج نجات و همکاران (۲۷) تفاوت دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت های پایین سلیوم تاثیر سودمندی بر افزایش وزن زیست توده و محتوای رنگیزه های فتوسنتزی داشته و با افزایش در شاخص سطح برگ گیاه، میزان جذب نور و متعاقب آن فتوسنتز و تثبیت کربن باعث رشد بیشتر گیاه می گردد. ولی با افزایش غلظت و گذشتن از حد آستانه تحمل گیاه باعث اختلال در رشد گیاه می گردد. سطوح بالای این عنصر با اختلال در متابولیسم گوگرد از طریق جایگزینی در ترکیبات مختلف نظیر اسیدآمین و پروتئین و کوآنزیم های حاوی گوگرد باعث تاثیر منفی بر فعالیت های حیاتی گیاه شده و در نتیجه از رشد گیاه می کاهد (۲۹ و ۳۸). همچنین کاهش زیست توده گیاه در اثر افزایش سطوح سلیوم می تواند بر اثر کاهش میزان رنگیزه های فتوسنتزی و در نتیجه کاهش فتوسنتز باشد (۳).

بررسی نتایج تجزیه واریانس برای صفت تعداد برگ حاکی از تاثیر معنی دار سلیوم در سطح احتمال ۵٪ می باشد. میانگین تعداد برگ در سطح تیمار ۵ میکرومولار سلیوم ۱۵/۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول ۱) ولی با افزایش غلظت سلیوم به ۱۰ میکرومولار، میانگین تعداد برگ کاهش یافته و میزان ۴/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. صفاریزدی و همکاران (۳۲) نیز افزایش تعداد برگ را در سطوح پایین سلیوم گزارش کرده و اعلام نمودند که با افزایش غلظت سلیوم به میزان ۱۰ میلی گرم بر لیتر تعداد برگ کاهش معنی داری یافت و افزایش رشد و تعداد برگ در گیاه اسفناج را تاثیر مثبت سلیوم بر سنتز کلروفیل، تثبیت کربن، سنتز و هیدرولیز نشاسته و تحریک تقسیم سلولی در سلول های مریستمی دانستند.

اثر سلیوم بر شاخص سطح برگ

با مقایسه داده های حاصل از تجزیه آماری در مورد شاخص سطح برگ مشاهده می کنیم که این شاخص بر اثر افزایش سلیوم به محیط کشت گیاه به طور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت. در تیمارهای آزمایشی ۳ و ۵ میکرومولار، این عنصر به ترتیب باعث

جدول ۳ - تجزیه واریانس ساده اثرات غلظت های مختلف سلنیم بر محتوای رنگیزه های فتوسنتزی گیاه فلفل تند

Table 3- Simple variance analysis of different concentrations of selenium on the photosynthetic pigments of hot pepper

منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Mean squares			
		کلروفیل a Cholorophyll a (mg per gr Fw)	کلروفیل b Cholorophyll b (mg per gr Fw)	کلروفیل کل Total Cholorophyll (mg per gr Fw)	کاروتنوئید Carotenoids (mg per gr Fw)
Selenium سلنیم	4	26.9658*	2.67669*	43.7444*	0.47343*
Error خطا	10	0.5996	0.75513	1.5951	0.27673
CV ضریب تغییرات		4.48	11.98	5.15	16.14

ns عدم وجود تفاوت معنی داری، * تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

ns not significant difference, * significant difference at the 5% level

جدول ۴- اثرات اصلی غلظت های مختلف سلنیم بر محتوای رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه فلفل تند

Table 4- Simple effect of different Se concentration on photosynthesis pigment of hot pepper

غلظت های سلنیم concentration of selenium	کلروفیل a Cholorophyll a (mg per gr Fw)	کلروفیل b Cholorophyll b (mg per gr Fw)	کلروفیل کل Total Cholorophyll (mg per gr Fw)	کاروتنوئید Carotenoids (mg per gr Fw)
0 μm	12.24c	6.25b	18.50c	6.29a
3 μm	18.66b	7.57ab	26.23b	7.22a
5 μm	20.17a	8.65a	28.83a	7.19a
7 μm	17.85b	7.23ab	25.08b	7.18a
10 μm	17.48b	6.25b	24.04b	7.09a

میانگین های با حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار دارند

Within a column, means followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 5\%$ according to the LSD test

جدول ۵- ترکیب محلول غذایی هوگلند (میلی لیتر در لیتر)

Table 5- Hoagland nutrient solution (mL/L)

ترکیب Combination	محلول پایه Basic solution	میلی لیتر محلول پایه در یک لیتر ml Basic solution / Liter
2M KNO ₃	202 g/l	2.5
2M Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O	472 g/l	2.5
Iron (Sprint 138 iron chelate)	15 g/l	1
2M MgSO ₄ •7H ₂ O	439 g/l	1
1M NH ₄ NO ₃	80 g/l	1
H ₃ BO ₃	2.86 g/l	1
MnCl ₂ •4H ₂ O	1.81 g/l	1
ZnSO ₄ •7H ₂ O	0.22 g/l	1
CuSO ₄	0.051 g/l	1
H ₃ MoO ₄ •H ₂ O	0.09 g/l	1
1M KH ₂ PO ₄ (pH to 6.0)	136 g/l	0.5

اثر سلنیم بر تغییرات محتوای رنگیزه های فتوسنتزی

نتایج حاصل از اندازه گیری رنگیزه ها پس از اعمال تیمارهای سلنیم (جدول ۴) افزایش در میزان کلروفیل a و b را نشان داد، ولی در کل اثر افزایش سلنیم بر محتوای کلروفیل a بیشتر بود، به نحوی که در اثر کاربرد سلنیم افزایش بسیار معنی داری در محتوای کلروفیل a در گیاهان تحت تیمار دیده شد. بیشترین تاثیر سلنیم در تیمار ۵ میکرومولار بود که باعث افزایش ۶۴/۶۷ درصدی کلروفیل a

نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشینه تاثیر سلنیم بر روی محتوای کلروفیل b نیز در تیمار ۵ میکرومولار بود که باعث افزایش ۳۸/۵ درصدی این رنگیزه نسبت به تیمار شاهد شد ولی با افزایش غلظت سلنیم در تیمار ۱۰ میکرومولار افزایشی در میزان کلروفیل نسبت به تیمار شاهد دیده نشد.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه های آماری ارائه شده در جدول (۳) کلروفیل کل (a+b) نیز در تیمارهای اعمال شده افزایش معنی

ذرت را در اثر غلظت های بالای سلینیوم در محیط کشت گزارش دادند.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سلینیوم گرچه برای گیاهان ضروری نمی باشد اما می تواند در غلظت های پایین و خصوصا در غلظت ۵ میکرومولار باعث بهبود شاخص های رشدی و مورفولوژی نظیر تعداد برگ و سطح برگ در گیاه فلفل تند شود. همچنین این عنصر باعث افزایش چشمگیری در محتوای رنگیزه های کلروفیلی موجود در برگ گردید که می تواند در افزایش رشد و عملکرد گیاه تاثیر گذار باشد. به دلیل اثرات مفید سلینیوم بر سلامت انسان بررسی تاثیر حضور این عنصر در محیط کشت گیاه بر میزان جذب و محتوای آن در بافت های خوراکی گیاهان مختلفو همچنین کاربرد گیاهان تیمار شده با سلینیوم در پیشگیری و درمان بیماری سرطان و اثرات آن در حوزه پزشکی توسط محققین این حوزه نیز پیشنهاد می گردد.

داری را نشان داد، به طوری که میزان کلروفیل کل در تیمار ۵ میلی مولار به میزان ۵۵/۸ در صد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) در سطح احتمال ۵ درصد در تیمارهای سلینیوم بر روی کاروتینوئید برگ افزایش معنی داری را نشان نداد. مطالعات پیشین نشان دهنده افزایش محتوای رنگیزه های فتوسنتزی گیاهان در اثر تیمار با غلظت های پایین سلینیوم است. هوئرلایک نواک (۱۳) و چن و همکاران (۴) افزایش غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل را در اثر تیمار با سلینیوم گزارش کردند.

صفاریزدی و همکاران (۳۲) در آزمایش خود گزارش کردند که میزان کلروفیل اسفناج در غلظت های کم سلینیوم افزایش می یابد. افزایش کلروفیل a و b اسفناج تحت تاثیر سلینیوم ممکن است به دلیل محافظت آنزیم های کلروپلاست توسط سلینیوم و در نتیجه افزایش بیوسنتز رنگیزه های فتوسنتزی باشد. از طرف دیگری می توان تاثیر سلینیوم بر افزایش جذب منیزیم و آهن توسط گیاه (۲۱، ۱۲، ۳۱) دانست که در نتیجه باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ گیاه فلفل در این آزمایش شده است. از سویی دیگر اسمیت و واکینسون (۳۶) کاهش محتوای کلروفیل برگ ری گراس و شبدر سفید و جاین و گادره (۱۸) محتوای کلروفیل کاروتینوئید و گزانتوفیل برگ گیاه

منابع

- 1- Akladios S.A. 2012. Influence of different soaking times with selenium on growth, metabolic activities of wheat seedlings under low temperature stress. African Journal of Biotechnology, 11(82):14792-14804.
- 2- Bavar 1997. Selenium and soils in the western united states. Green Build, 7: 1-7.
- 3- Chen T.F., Zheng W.J., Luo Y., Yang F., Bai Y., and Tu F. 2005. Effects of selenium stress on photosynthetic pigment contents and growth of *Chlorella vulgaris*. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 31: 369-373.
- 4- Chen T.F., Zheng W.J., Wong Y.S., and Yang F. 2008. Selenium-induced changes in activities of antioxidant enzymes and content of photosynthetic pigments in *Spirulina platensis*. Journal of Integrative Plant Biology, 50(1):40-48.
- 5- Dajanaguiraman M., Durga Devi D., Shanker A.K., Annie Sheeba J., and Bangarusamy U. 2005. Selenium an antioxidative protectant in soybean during senescence. Plant Soil, 272: 77-86.
- 6- Djanaguiraman M., Prasad P.V.V., and Seppanen M. 2010. Selenium protects sorghum leaves from oxidative damage under high temperature stress by enhancing antioxidant defense system. Plant Physiology and Biochemistry, 48: 999-1007.
- 7- Eskandari Zanjani K., Shirani Rad A.H., Naeemi M., Moradi Aghdam A., and Taherkhani T. 2012. Effects of Zeolite and Selenium Application on Some Physiological Traits and Oil Yield of Medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo L.*) under Drought Stress. Current Research Journal of Biological Sciences, 4(4): 462-470.
- 8- Graham H.L., Lewis J., Lormer M.F., and Holloway R.E. 2004. High- Selenium wheat: agronomic biofortification strategies to prove human nutrition. Food Agriculture and Environment, 2(1): 171-178.
- 9- Habibi G. 2013. Effect of drought stress and selenium spraying on photosynthesis and antioxidant activity of spring barley. Acta Agriculturae Slovenica, 101(1): 31 – 39.
- 10- Hajiboland R., and Keivanfar N. 2012. Selenium supplementation stimulates vegetative and reproductive growth in canola (*Brassica napus L.*) plants. Acta Agriculturae Slovenica, 99(1): 13 – 19.
- 11- Hanson B.S., lindblom D., Leoffler M.L., and Smits E.A. 2004. Selenium protects plants from phloem feeding aphids due to both deterrence and toxicity. Journal Environment International, 30: 167-172.
- 12- Han-Wens S., Jing H., Shu-Xuan L., and Wei-Jun K. 2010. Protective role of selenium on garlic growth under cadmium stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 41: 11951204.
- 13- Hawrylak-Noawk B. 2008. Enhanced selenium content in sweet basil (*ocimum basilicum*) by foliar fertilization. Vegetable Crops Research Bulletin, 69 : 63-72.
- 14- Hawrylak-Nowak B. 2009. Enhanced Selenium Content in Sweet Basil (*Ocimum Basilicum L.*) by Foliar

- Fertilization. Vegetable Crops Research Bulletin, 69(1): 63–72.
- 15- Hiscox J.D., and Israelstam G.F. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian. Journal of Botany, 57:1332-1334.
 - 16- Hogland D.R., and Arnon D.I. 1950. The waterculture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular, 347: 1-32.
 - 17- Jahid A.M., Kumar S., Thakur P., Sharma S., Kau Raman Preet N., Kaur D.P., Bhandhari K., Kaushal N., Singh K., Srivastav A., and Nayyar H. 2010. Promotion of growth in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) by selenium is associated with stimulation of carbohydrate metabolism. Biological Trace Element Research, DOI 10.1007/s12011-010-8872-1.
 - 18- Jain M., and Gadre R.P. 1998. Inhibition of chlorophyll synthesis and enzymes of nitrogen assimilation by selenite in excised maize leaf segments during greening. Water, Air and Soil Pollution, 104: 161-166.
 - 19- Khavarinejad R., Goshegir Z., and Sadatmand S. 1389. Interaction effect of selenium and molybdenum on pigment photosynthesis of tomato. Journal of plant science, 17(1): 14-23
 - 20- Khoshgoftaremanesh, A.H. 2010. Advanced concepts in plant nutrition. Isfahan University of technology press. Isfahan, 369. (in farsi)
 - 21- Kopsell D.A., Sams C.E., Charron C.S., Randle W.M., Kopsell D.E., and Kale W.M. 2007. Carotenoids remain stable while glucosinolates and flavor compounds respond to changes in selenium and sulfur fertility. Acta Horticulture, 744: 303-310.
 - 22- Kong L., Wang M., and Dongling B. 2005. Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress. Plant Growth Regulation, 45: 155–163.
 - 23- Kuznetsov V.V., Kholodova V.P., and Yagodin B.A. 2003. Selenium regulates the water status of plants exposed to drought. Doklady Biological Science, 390: 266-268.
 - 24- Lyons G.H., Stangoulis J., and Graham R. 2003. High-selenium wheat: biofortification for better health. Journal of Nutritional Science, 16: 45-60.
 - 25- Lyons G.H., Genc Y., Soole K., Stangoulis J.C.R., Liu F., and Graham R.D. 2008. Selenium increases seed production in Brassica. Journal Plant and Soil, 10.1007/s11104-008- 9818– 7.
 - 26- Nejat F., Dadniya M., Shirzadi M.H., and Lak S. 2009. Effects of drought stress and Selenium application on yield and yield components of two maize cultivars. Plant Ecophysiology, 2 : 95-102.
 - 27- Pennanen A., Hartikainen H., Lukkari K., and Ollilainen V. 2001. Acclimation of *Lactuca sativa* to increased UV irradiation at various selenium levels. Photosynthesis Research (Abstracts of 12th Congress on Photosynthesis), 69: 30.
 - 28- Pennanen A., Xue T., and Hartikainen H. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. Journal of Applied Botany, 76: 66 .
 - 29- Rios J.J., Blasco B., Cervilla L.M., Rosales M.A., Sanchez-Rodriguez E., Romero L., and Ruiz J.M. 2009. Production and detoxification of H₂O₂ in lettuce plants exposed to selenium. Annals of Applied Biology, 154: 107–116.
 - 30- 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.
 - 31- Saffaryazdi A., Lahouti M., Ganjeali A., and Bayat H. 2012. Impact of selenium supplementation on growth and selenium accumulation on spinach (*Spinacia oleracea* L.) plants. Notulae Scientia Biologicae, 4(4): 95-100.
 - 32- Safaryazdi, A., Lahoti M., and Ganjali A. 2012. Effect of different concentrations of selenium on plant physiological characteristics of spinach *Spinacia oleracea*. Journal of Horticultural Science, 26(3): 292-300. (in farsi).
 - 33- Sairam R.K., and Srivastava G.C. 2002. Changes in antioxidant activity in sub-cellular fraction of tolerant and susceptible wheat genotypes to long term salt stress. Plant Science, 162: 897-904.
 - 34- Shanker K., Mishra S., Srivastava S., Srivastava R., Daas S., Prakash S., and Srivastava M.M. 1996. Effect of selenite and selenate on plant uptake and translocation of mercury by tomato (*Lycopersicon esculentum*). Plant and Soil, 183: 233-238.
 - 35- Sheligl H.Q. 1986. Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. Planta Journal, 47-51.
 - 36- Smith G.S., and Watkinson J.H. 1984. Selenium toxicity in perennial ryegrass and white clover. Journal of Phytopathology, 97: 557-564.
 - 37- Soleimanzadeh H. 2012. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) To Selenium Application under Water Stress. World Applied Sciences Journal, 17 (9): 1115-1119.
 - 38- Tailin X., Hartikainen H., and Piironen V. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing Lettuce. Plant and Soil, 237: 55-61.
 - 39- Xue T., Hartikainen H., and Piironen V. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing lettuce. Plant and Soil, 237: 55-61.



بررسی باززایی مستقیم در بابونه‌های آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

و شیرازی (*Matricaria recutita* L.) در شرایط درون شیشه‌ای

اسد معصومی اصل^{۱*} - آمنه آریایی نژاد^۲ - مسعود دهداری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۱۲

چکیده

بابونه‌های آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) و شیرازی (*Matricaria recutita* L.) از مهم‌ترین گیاهان دارویی خانواده کاسنی می‌باشند که در صنایع داروسازی، بهداشتی، آرایشی و غذایی استفاده می‌شوند. ریزازدیادی درون شیشه‌ای گیاهان، پتانسیل بالایی جهت تولید داروهای گیاهی، احیاء و حفظ گیاهان، ایجاد تنوع سوماکلونی، تکثیر به صورت صنعتی، تولید متابولیت‌های ثانویه با ارزش و افزایش مواد موثره دارد. در این مطالعه تاثیر هورمون‌های گیاهی NAA، BAP، Zeatin، 2ip و کینتین بر باززایی مستقیم گیاهچه از ریزنمونه‌های برگ، کوتیلدون و ساقه (فاقد گره و دارای گره) بابونه‌های آلمانی و شیرازی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که در باززایی مستقیم هر دو نوع بابونه بهترین ریزنمونه، ساقه دارای گره و کوتیلدون به ترتیب با ۷۸/۷۵ و ۷۵ درصد شاخساره‌زایی بودند. همچنین برترین رقم و ترکیب هورمونی، رقم بابونه شیرازی با ترکیب هورمونی ۱/۵ میلی گرم در لیتر 2-ip به همراه ۰/۱ میلی گرم در لیتر NAA در محیط کشت MS بود. تولید ریشه هم تحت تاثیر هورمون اکسین (۰/۵ میلی گرم در لیتر IBA) و هم به صورت خودبخودی انجام شد. بر اساس نتایج این تحقیق، بابونه پاسخ مناسبی به باززایی مستقیم نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ریزازدیادی، ریزنمونه، ژنوتیپ، هورمون

مقدمه

میزان تکثیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته و همچنین امکان تولید مواد گیاهی عاری از بیمارگر فراهم می‌شود (۳۱). تکثیر، پرآوری و ریشه‌زایی شاخساره‌های بدست آمده از در کشت درون شیشه‌ای تحت تاثیر عوامل زیادی از جمله: گونه، ژنوتیپ، رقم، محیط کشت، نمک‌های معدنی، مواد آلی، کربوهیدرات‌ها، هورمون‌ها و شرایط محیطی قرار می‌گیرد که از مهمترین این عوامل، اثرات هورمون‌هایی نظیر نوع و غلظت اکسین و سیتوکینین می‌باشد که از این بین، نقش نسبت اکسین به سیتوکینین از همه مهم‌تر است (۱۲ و ۲۵). تاثیر ترکیب هورمونی بر تقویت رشد و پرآوری ریزنمونه‌ها امری واضح است (۱، ۲، ۷ و ۲۴)، طوریکه نتایج آزمایشات مختلف نشان‌دهنده است که در بسیاری از ژنوتیپ‌ها، سیتوکینین جهت تکثیر شاخساره در غلظت مناسب مورد نیاز می‌باشد، اما حضور غلظت‌های پایین اکسین نیز در کنار سیتوکینین، نرخ تکثیر شاخساره را افزایش می‌دهد (۳۰).

در روش باززایی مستقیم، ابتدا بافت‌های مریستمی کشت شده و سپس اندام‌زایی مستقیم (شاخساره‌زایی و ریشه‌زایی) صورت می‌گیرد. در این روش، شاخساره‌های فراوانی از بافت ریزنمونه بدون واسطه پینه تولید می‌شود ولی در باززایی غیرمستقیم شاخه‌زایی با واسطه پینه

بابونه از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته‌شده توسط انسان است. مردم مصر و یونان باستان از خواص دارویی آن مطلع بوده و برای درمان بعضی بیماری‌ها از این گیاه استفاده می‌کرده‌اند. از مواد موثره گل‌های بابونه داروهای ضد تورم، داروهای برای معالجه دل‌درد، نفخ شکم و زخم‌های پوستی تهیه می‌شود. در اکثر کشورهای غربی از دم‌کرده گل‌های بابونه به عنوان اشتهاآور و هضم‌کننده غذا استفاده می‌شود. اسانس گل‌های این گیاه اثر ضد میکروبی دارد و از آن در صنایع داروسازی، بهداشتی و آرایشی و غذایی استفاده می‌شود. در صنایع بهداشتی و آرایشی از مواد موثره گل‌های بابونه کرم‌های مرطوب‌کننده و روشن‌کننده پوست تولید می‌شود (۱۰ و ۲۴).

ریزازدیادی درون شیشه‌ای گیاهان، پتانسیل بالایی جهت تولید داروهای گیاهی با کیفیت بالا را فراهم کرده است. در ریزازدیادی،

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*) نویسنده مسئول: (Email: Masoumiasl@yu.ac.ir)

است (۳).

قنبری و همکاران (۱۱) در مطالعه باززایی مستقیم گیاه مریم‌گلی کبیر (*Salvia sclarea* L.)، بیشترین تعداد شاخساره باززایی شده را در محیط کشت MS^۱ حاوی ۲ میلی‌گرم در لیتر BAP^۲ به همراه ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر IAA^۳ مشاهده نمودند. ریزازدیادی گیاه آب قاشقی (*Centella asiatica*) با استفاده از ریزنمونه‌های تک‌گره نیز در ترکیب هورمونی ۳ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۰۲۵ میلی‌گرم در لیتر IAA در محیط کشت MS بهترین نتیجه را به دنبال داشت (۳۰). در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) بیشترین میزان تشکیل شاخساره، روی محیط کشت MS دارای ۵ میلی‌گرم در لیتر BAP و ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر NAA^۴ به‌دست آمد (۵). در گیاه نمناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) نیز حداکثر تعداد و طول شاخساره در محیط کشت MS حاوی ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر کینتین مشاهده گردید (۳۵).

اچپوریگاری و همکاران (۸) در بررسی شاخساره‌زایی درون شیشه‌ای از ریزنمونه برگی بابونه رومی (*Anthemis nobilis*) مشاهده کردند که تشکیل جوانه نابجا و ایجاد شاخساره در محیط کشت MS حاوی ۰/۲۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر BA و ۰/۱۸ میلی‌گرم در لیتر NAA تحریک می‌گردد. ریشه‌زایی شاخساره‌های بدست آمده روی محیط کشت MS حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر IBA انجام و ریزازدیادی در شرایط درون شیشه‌ای بطور موفقیت آمیز انجام دادند. مرادی پور و همکاران (۲۱) در تحقیقی روی باززایی بابونه (*M. chamomilla* L.) نشان دادند که بالاترین میزان باززایی مستقیم (۹۲/۴۸ درصد) در محیط کشت MS حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP در ترکیب با ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر IAA در ژنوتیپ اصفهان بدست آمد. حداکثر تعداد شاخساره (۲۵ شاخساره در هر ریزنمونه) نیز در ژنوتیپ ارومیه روی محیط کشت MS حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BAP در ترکیب با ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر IAA بدست آمد. ریشه‌زایی شاخساره‌های بدست آمده نیز در محیط کشت MS^{۱/۲} حاوی ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر IBA بدست آمد.

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر ریزنمونه‌های مختلف (برگ، کوتیلدون و ساقه فاقد گره و دارای گره) و هورمون‌های متفاوت گیاهی (NAA، BAP، Zeatin^۵، 2ip و کینتین) روی باززایی مستقیم گیاهچه از بابونه‌های آلمانی و شیرازی می‌باشد. از آنجائیکه گزارشی از باززایی مستقیم این دو رقم مهم در دسترس نبوده و باززایی مستقیم گیاه امکان تولید تعداد زیادی گیاه یکنواخت از لحاظ

ژنتیکی را فراهم می‌نماید، لذا انجام چنین تحقیقی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه مرکزی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج انجام شد. بذرها از موسسه پاکان بذر اصفهان تهیه گردیدند. بذور بابونه آلمانی توسط الک کل اتانول ۷۰٪ به مدت ۵ دقیقه و هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۱۲ دقیقه و بذور بابونه شیرازی توسط اتانول ۷۰٪ به مدت ۱۰ دقیقه و هیپوکلریت سدیم ۳٪ به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و سپس چندین بار شستشو با آب مقطر استریل انجام گردیدند. پس از ضدعفونی، بذرها بر روی محیط کشت پایه MS جهت جوانه‌زنی کشت گردیده و سپس در اتاقک رشد با دمای ۲۵±۳ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. برای تهیه ریزنمونه‌های برگ و ساقه (فاقد و دارای گره) از گیاهچه‌های جوان و جهت تهیه ریزنمونه‌های کوتیلدونی، از بذور جوانه‌زده (سه تا پنج روز پس از کاشت) استفاده گردید. ریزنمونه‌ها در محیط کشت MS دارای سطوح مختلف NAA (۰/۱ و ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر)، BAP، Zeatin و 2ip (هرکدام در سه سطح ۰/۵، ۱، ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و کینتین (۲، ۲/۵ و ۳ میلی‌گرم بر لیتر) کشت شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گردید. فاکتورها شامل رقم (در دو سطح)، ریزنمونه (در چهار سطح) و ترکیبات هورمونی بود. در نهایت، صفات درصد تولید شاخساره، طول اندام هوایی، وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد تولید ریشه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گردید. به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها و مقایسه میانگین اثرهای اصلی و متقابل به ترتیب از نرم‌افزارهای Minitab14 و MSTAT-C و جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ضدعفونی بذور با اتانول ۷۰ درصد به مدت ۵-۱۰ دقیقه و هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۱۲-۱۵ دقیقه موجب کنترل آلودگی‌های باکتریایی و قارچی شد. هیپوکلریت سدیم سبب اکسید شدن سلول‌های میکروارگانیسم‌ها شده و بیشتر اجزای اصلی سلول از جمله لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۱۵) و (۲۷). اتانول نیز ماده‌ای دهیدراته‌کننده می‌باشد که باعث تخریب غشای سلولی، واسرشت شدن سریع پروتئین‌ها و در ادامه برهم خوردن سوخت و ساز سلول می‌شود (۶ و ۱۶). نتیجه این آزمایش،

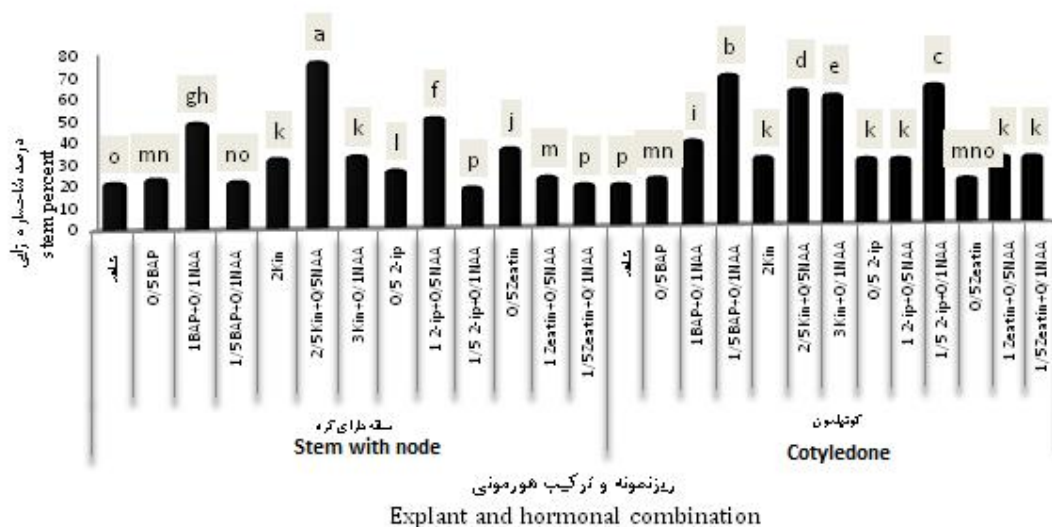
1. Murashige and Skoog
2. 6-Benzylaminopurine
3. Indol Acetic Acid
4. α -Naphthyl Acetic Acid
5. 2-Isopantynil Adenin

یا IAA به تنهایی رشد می‌نماید، اما برای ادامه رشد بافت مغز ساقه در محیط کشت هم کیتین و هم IAA باید حضور داشته باشند. ساروار و همکاران (۲۸) در آزمایشی که بر روی باززایی مستقیم شاخساره از گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) با استفاده از ریزنمونه‌های مختلف (مریستم شاخه، گره، میان گره و دم‌برگ) انجام دادند، تعداد شاخساره به‌دست آمده در ریزنمونه‌های مختلف متفاوت بود و ریزنمونه‌های مریستم شاخه و گره پاسخ مطلوبی به باززایی نشان دادند. در تحقیق حاضر نیز اهمیت انتخاب نوع ریزنمونه و استفاده توامان از سیتوکینین و اکسین در باززایی شاخساره و ریشه تأیید شد.

در مطالعه‌ای که توسط نوروزی شرف و همکاران (۲۳) بر روی تکثیر درون شیشه‌ای پامچال (*Primula acaulis* L.) با استفاده از ریزنمونه‌های نوک شاخساره صورت گرفت، مشاهده نمودند که تعداد ریشه‌های اصلی و فرعی به طور معنی‌داری تحت تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون‌ها قرار گرفت؛ به‌طوری‌که بیشترین تعداد ریشه در محیط حاوی ۳ میلی‌گرم بر لیتر BA و ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر NAA مشاهده گردید. در این مطالعه، ریشه‌ها همانند شاخساره‌ها، به‌طور مستقیم و بدون تشکیل پینه ایجاد شدند. از نتایج مهم این پژوهش، تولید ریشه پس از انتقال شاخساره‌های تولید شده به محیط ریشه‌زایی بود. این نتیجه در پژوهش بنسون و همکاران (۴) بر روی گونه *P. Scotica* (گونه نادر اسکاتلندی) نیز مشاهده شده است.

موثر بودن استفاده توام از اتانول و هیپوکلریت سدیم را نشان داد. در آزمایش باززایی مستقیم، ریزنمونه‌های برگ و ساقه (فاقد گره) در اکثر محیط‌های کشت پس از ۳ تا ۵ روز زرد گردیده و از بین رفتند، لیکن در تعداد محدودی از محیط‌های کشت حاوی BAP و NAA پس از ۱۰ تا ۱۵ روز شاخساره و پس از سه هفته نیز ریشه‌زایی مستقیم (بین ۰ تا ۲۰ درصد) آغاز گردید. به علت اینکه ریزنمونه‌های برگ و ساقه فاقد گره، پاسخ مناسبی به باززایی مستقیم نشان ندادند آنها را حذف و در ادامه از ریزنمونه‌های کوتیلدون و ساقه دارای گره استفاده شد که این ریزنمونه‌ها برخلاف ریزنمونه‌های قبلی، زرد نشده و درصد شاخساره‌زایی بالاتری نیز نشان دادند. ریزنمونه‌های ساقه دارای گره و کوتیلدون در اکثر محیط‌های کشت، پس از ۵ تا ۷ روز تولید شاخساره و پس از ۱۵ تا ۲۰ روز تولید ریشه نمودند. مقایسه میانگین برهم کنش ریزنمونه و ترکیب هورمونی، بیشترین درصد شاخساره زایی (۷۸/۷۵) با ریزنمونه ساقه دارای گره و ترکیب هورمونی ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر کیتین به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر NAA (نمودار ۱) و کمترین درصد شاخساره‌زایی (۲۱) در هر دو ریزنمونه با تیمار شاهد و نیز با ترکیب هورمونی ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر 2-ip به همراه ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA در ریزنمونه ساقه دارای گره به دست آمد.

عملکرد اصلی سیتوکینین‌ها در گیاهان، تسریع تقسیم سلولی می‌باشد (۹). جابونسکی و اسکوک (۱۴) خاطر نشان ساختند که بافت پینه در مغز ساقه تنباکو (*Nicotiana tabacum*) در پاسخ به کیتین



نمودار ۱- مقایسه میانگین برهم کنش دو نوع ریزنمونه و ترکیب هورمونی برای صفت درصد شاخه‌زایی در باززایی مستقیم بایونه
Figure 1- Mean comparison for interaction of two types of explant and hormonal combination for stem induction percent in direct regeneration

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، برهم کنش سه گانه رقم، ریزنمونه و ترکیب هورمونی برای کلیه صفات

به جز درصد شاخساره‌زایی و وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید که خود بیانگر متفاوت بودن اثر ریزنمونه، رقم و ترکیب هورمونی بر ویژگی‌های مرتبط با صفات مورد ارزیابی در باززایی مستقیم دو رقم بابونه می‌باشد.

مقایسه میانگین برهم‌کنش سه‌گانه رقم، ریزنمونه و ترکیب هورمونی برای صفات مورد ارزیابی با ریزنمونه‌های ساقه دارای گره و کوتیلدون (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میانگین طول شاخساره (۷/۲۳ سانتی‌متر)، بیشترین میانگین وزن تر شاخساره (۴۴۳/۷۲ میلی‌گرم)، بالاترین میانگین وزن خشک شاخساره (۳۸/۳۰ میلی‌گرم)، بیشترین درصد ریشه‌زایی (۹۵)، بالاترین میانگین طول ریشه (۸/۲۹ سانتی‌متر) و بیشترین میانگین وزن تر ریشه (۲۳۴/۷۶ میلی‌گرم) در رقم بابونه شیرازی با ریزنمونه کوتیلدون و ترکیب هورمونی شامل ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر 2ip همراه با ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA به‌دست آمد. سیتوکینین‌های طبیعی مثل Zeatin و 2-ip بیشتر از

سیتوکینین‌های مصنوعی چون BA و کینتین سبب افزایش طول شاخساره می‌شوند (۱۶). تاثیر کاربرد غلظت‌ها و ترکیبات مختلف انواع سیتوکینین بر القای شاخساره‌زایی در کشت‌بافت عدس (*Lens culinaris Medik.*) رقم گچساران نیز نشان داد که 2ip در القای شاخه‌زایی موثرتر از BAP می‌باشد (۳۴).

در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*) باززایی از ریزنمونه نوک شاخه در محیط کشت MS همراه با ۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۳ میلی‌گرم در لیتر BAP صورت گرفت (۱۸). میترا و همکاران (۱۹) نیز باززایی مستقیم را در ریزنمونه جوانه شاخه کشت شده اسفناج در محیط کشت MS حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۱ میلی‌گرم در لیتر BA گزارش کردند. باززایی گیاه نعنای فلفلی با استفاده از ریزنمونه‌های قطعات گرهی و نوک شاخه در محیط کشت MS حاوی ۱ میلی‌گرم در لیتر BAP توسط قانتی و همکاران (۱۳) با موفقیت صورت گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در باززایی مستقیم بابونه با ریزنمونه‌های ساقه دارای گره و کوتیلدون

Table 1- Analysis of variance for assessed traits in direct regeneration of Chamomile by stem with node and cotyledon explants

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	درصد شاخساره زایی Shooting percent	طول شاخساره Shoot length	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight	درصد ریشه زایی Rooting percent	طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک ریشه Root dry weight
رقم Cultivar	1	3.993 ^{ns}	0.0797 ^{**}	26.828 ^{**}	0.0078 ^{ns}	0.7933 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	7.947 [*]	0.0233 ^{ns}
ریزنمونه Explant	1	30.752 ^{**}	0.113 ^{**}	4.853 [*]	0.4118 ^{ns}	26.705 ^{**}	0.0302 ^{**}	531.958 ^{**}	1.847 ^{**}
ترکیب هورمونی Hormonal comb.	12	19.038 ^{**}	0.1511 ^{**}	28.776 ^{**}	3.248 ^{**}	15.0191 ^{**}	0.0111 ^{**}	63.927 ^{**}	0.4446 ^{**}
رقم×ریزنمونه Cultivar*explants	1	4.301 ^{ns}	0.0265 [*]	11.502 ^{**}	2.352 ^{**}	4.382 [*]	0.0041 ^{**}	0.0072 ^{ns}	0.0034 ^{ns}
رقم×ترکیب هورمونی Cultivar*Hormonal comb.	12	5.350 ^{**}	0.077 ^{**}	11.126 ^{**}	1.522 ^{**}	5.035 ^{**}	0.0032 ^{**}	18.388 ^{**}	0.0891 ^{**}
ریزنمونه×ترکیب هورمونی Explants*Hormonal comb.	12	11.314 ^{**}	0.0903 ^{**}	37.876 ^{**}	3.551 ^{**}	6.687 ^{**}	0.064 ^{**}	28.793 ^{**}	0.1612 ^{**}
رقم×ریزنمونه×ترکیب هورمون Cultivar*Explants*Hor.*comb.	12	2.750 ^{ns}	0.0728 ^{**}	17.424 ^{**}	1.810 ^{**}	2.975 ^{**}	0.0013 ^{**}	18.437 ^{**}	0.0937 ^{ns}
Error	156	1.47	0.0063	0.1987	0.1432	0.707	0.0002	1.830	0.0095
(درصد) ضریب تغییرات CV(%)		20.16	14.84	7.34	10.81	15.18	1.45	16.53	7.10

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

***, **: Significant difference in 1 and 5 probability level, respectively, ns: Non significant

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم کنش سه گانه رقم، ریزنمونه، ترکیب هورمونی برای صفات مورد ارزیابی در باززایی مستقیم بایونه با ریزنمونه ساقه دارای گره و کوتیلدون

Table 2- Mean comparison of three-way interactions of cultivar explants and hormonal combination for evaluated traits in direct regeneration of Chamomile by stem with node and cotyledon explants

رقم Cultivar	ریزنمونه Explant	ترکیب هورمونی Hormonal comb. (mg/l)	طول شاخساره Shoot length (cm)	وزن ترشاخساره Shoot fresh weigh (mg)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (mg)	درصد ریشه زایی Rooting percent (%)	طول ریشه Root length (cm)	وزن ترریشه Root fresh weight (mg)
بایونه آلمانی	ساقه دارای گره Stem with node	Cotnrol	1.693 ^z	83.5 ^d	10.25 ^t	20 ⁿ	0.5 ^z	9.5 ^z
		0.5BAP	3 ^{rs}	132.5 ^y	14 ⁿ	30 ^l	0.725 ^z	12 ^z
		1BAP + 0.5 NAA	2.875 st	91.095 ^b	10 ^{tu}	30 ^l	1.625 ^j	30 ^z
		1.5BAP + 0.1NAA	2.975 ^{rs}	77.597 ^e	8.25 ^{xyz}	40 ^l	1.352 ^z	19 ^z
		2Kin	5.335 ^f	181.407 ^{no}	18.195 ^e	20 ⁿ	2.275 ^t	12.5 ^z
		2.5 Kin + 0.5 NAA	6.88 ^b	255.087 ^b	21.675 ^c	85 ^b	8.187 ^b	173.025 ^e
		3 Kin + 0.1NAA	4.375 ^{ij}	166.095 st	16.845 ^{hi}	20 ⁿ	3.625 ^l	52.812 ^w
		0.5 2-ip	4.1 ^k	180.325 ^{op}	12.51 ^r	20 ⁿ	0.9 ^z	10.5 ^z
		1 2-ip + 0.5 NAA	5.067 ^g	223.79 ^f	16.58 ^{ijk}	45 ^b	6.573 ^g	110 ^{kl}
		1.5 2-ip + 0.1NAA	2.782 ^{tu}	118.845 ^z	9.032 ^{vw}	20 ⁿ	2.25 ^t	119 ^j
		0.5 Zeatin	3.025 ^r	134.66 ^x	8.08 ^{yz}	30 ^l	1.025 ^z	42.5 ^z
		1 zeatin + 0.5 NAA	4.012 ^{kl}	198.75 ⁱ	14.75 ^m	25 ^m	1.94 ^z	35.934 ^z
		1.5 Zeatin + 0.1NAA	3.85 ^{mn}	198 ⁱ	17.5 ^{fg}	20 ⁿ	1.85 ^z	53 ^w
	لپه Cotyledon	Cotnrol	2.387 ^{wx}	100.75 ^z	7.5 ^z	20 ⁿ	2.125 ^v	53.25 ^w
		0.5BAP	2.837 ^t	104.775 ^z	9.5 ^{uv}	20 ⁿ	2.75 ^q	75.5 ^f
		1BAP + 0.5 NAA	3.152 ^q	152.12 ^w	13.2 ^{opq}	30 ^l	1.11 ^z	50.625 ^x
		1.5BAP + 0.1NAA	3.862 ^{mn}	183.62 ^{lm}	16.66 ^{hij}	60 ^e	3.427 ^m	110.89 ^k
		2Kin	5.027 ^g	193.4 ^j	17.21 ^{gh}	30 ^l	1.5 ^z	45.5 ^z
		2.5 Kin + 0.5 NAA	6.042 ^e	241.332 ^c	23.162 ^b	80 ^c	1.925 ^z	94.177 ^o
		3 Kin + 0.1NAA	3.787 ⁿ	182.85 ^m	16.04 ^{kl}	35 ^j	3.325 ⁿ	143.62 ^h
		0.5 2-ip	2.572 ^v	99.475 ^z	7.582 ^z	40 ⁱ	3.875 ^j	127 ⁱ
		1 2-ip + 0.5 NAA	2.367 ^{wx}	104.625 ^z	7.782 ^z	45 ^b	3.165 ^p	154.635 ^f
		1.5 2-ip + 0.1NAA	3.545 ^o	165.275 ^t	13.79 ⁿ	40 ⁱ	7.195 ^d	203.33 ^b
German Chamomile	ساقه دارای گره Stem with node	0.5 Zeatin	1.532 ^z	55.062 ^z	3.407 ^z	30 ⁱ	2.36 ^r	72.187 ^s
		1 zeatin + 0.5 NAA	2.675 ^{uv}	115 ^z	9.5 ^{uv}	31.2 ^k	1.375 ^z	70.47 ^s
		1.5 Zeatin + 0.1NAA	2.45 ^w	99 ^z	8.375 ^{xy}	20 ⁿ	2.02 ^{xy}	78.25 ^q
		Cotnrol	2.662 ^v	135.75 ^x	8.687 ^{wx}	20 ⁿ	0.4 ^z	50 ^z
		0.5BAP	3.025 ^r	131.187 ^z	11.5 ^s	20 ⁿ	1.05 ^{zr}	42 ^z
		1BAP + 0.5 NAA	6.855 ^b	239.227 ^d	20.125 ^d	55 ^f	7.957 ^c	183.29 ^c
		1.5BAP + 0.1NAA	2.812 ^t	108.45 ^z	10 ^{tu}	20 ⁿ	2.05 ^w	78 ^q
		2Kin	2.887 st	127.625 ^z	11 ^s	20 ⁿ	2.3 st	48 ^y
		2.5 Kin + 0.5 NAA	6.16 ^d	231.33 ^e	19.037 ^e	40 ⁱ	6.902 ^e	146.83 ^g
	لپه Cotyledon	Cotnrol	2.662 ^v	135.75 ^x	8.687 ^{wx}	20 ⁿ	0.4 ^z	50 ^z
		0.5BAP	3.025 ^r	131.187 ^z	11.5 ^s	20 ⁿ	1.05 ^{zr}	42 ^z
		1BAP + 0.5 NAA	6.855 ^b	239.227 ^d	20.125 ^d	55 ^f	7.957 ^c	183.29 ^c
		1.5BAP + 0.1NAA	2.812 ^t	108.45 ^z	10 ^{tu}	20 ⁿ	2.05 ^w	78 ^q
		2Kin	2.887 st	127.625 ^z	11 ^s	20 ⁿ	2.3 st	48 ^y
		2.5 Kin + 0.5 NAA	6.16 ^d	231.33 ^e	19.037 ^e	40 ⁱ	6.902 ^e	146.83 ^g
		3 Kin + 0.1NAA	3.787 ⁿ	182.85 ^m	16.04 ^{kl}	35 ^j	3.325 ⁿ	143.62 ^h
		0.5 2-ip	2.572 ^v	99.475 ^z	7.582 ^z	40 ⁱ	3.875 ^j	127 ⁱ

بایونه شیرازی Shirazi Chamomile	Stem with node	3 Kin + 0.1NAA	4.737 ^h	184.525 ^{kl}	15.22 ^m	20 ⁿ	2.2 ^u	68 ^t
		0.5 2-ip	3.952 ^{lm}	171.25 ^r	13.1 ^{pqr}	20 ⁿ	0.85 ^z	35.5 ^z
		1 2-ip + 0.5 NAA	3.382 ^p	183.69 ^{lm}	13.2 ^{opq}	40 ⁱ	1.877 ^z	66.5 ^t
		1.5 2-ip + 0.1NAA	2.575 ^v	75.75 ^z	4 ^z	20 ⁿ	1.85 ^z	15.25 ^z
		0.5 Zeatin	4.3 ^j	174.5 ^q	13 ^{qr}	20 ⁿ	0.7 ^z	15 ^z
		1 zeatin + 0.5 NAA	4.45 ⁱ	179.375 ^p	13 ^{qr}	20 ⁿ	1.1 ^z	20 ^z
		1.5 Zeatin + 0.1NAA	3.75 ⁿ	167 ^s	9 ^{vw}	20 ⁿ	1.3 ^z	25 ^z
		Cotnrol	2.275 ^x	73.5 ^z	5 ^z	20 ⁿ	1.125 ^z	53.25 ^w
		0.5BAP	1.987 ^y	91.7 ^z	5.375 ^z	40 ⁱ	2 ^y	62.907 ^u
		1BAP + 0.5 NAA	3.795 ⁿ	185.04 ^k	16 ^l	25 ^m	5.937 ^h	100.87 ⁿ
لپه Cotyledon		1.5BAP + 0.1NAA	4.837 ^h	205.062 ^h	17.957 ^f	50 ^g	4.27 ⁱ	101.66 ⁿ
		2Kin	2.9 st	163.72 ^u	13.6 ^{nop}	25 ^m	2.062 ^w	61.125 ^u
		2.5 Kin + 0.5 NAA	2.892 st	134 ^x	8.747 ^{wx}	50 ^g	3.247 ^o	105.83 ^m
		3 Kin + 0.1NAA	3.842 ^{mn}	182.62 ^{mn}	16.23 ^{kl}	70 ^d	3.252 ^o	105.58 ^m
		0.5 2-ip	4.287 ^j	173.625 ^q	13.75 ⁿ	20 ⁿ	3.75 ^k	108.5 ^l
		1 2-ip + 0.5 NAA	6.477 ^c	215.082 ^g	17.16 ^{gh}	35 ^j	6.662 ^f	180.75 ^d
		1.5 2-ip + 0.1NAA	7.23 ^a	443.72 ^a	38.3 ^a	95 ^a	8.295 ^a	234.76 ^a
		0.5 Zeatin	2.562 ^v	86.062 ^z	6 ^z	20 ⁿ	1.775 ^z	55.312 ^v
		1 zeatin + 0.5 NAA	3.137 ^q	126.82 ^z	8.6 ^{wxy}	20 ⁿ	7.502 ^q	111.5 ^k
		1.5 Zeatin + 0.1NAA	3.237 ^q	154.25 ^v	13.65 ^{no}	35 ^j	2.047 ^{wx}	87.345 ^p

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
In each culomn means have minimum one same letter are non ignificantly differentn P<0.05)

درصد ریشه‌زایی (۷۳/۷۵)، بیشترین میانگین طول ریشه (۶/۶۰ سانتی‌متر)، بیشترین میانگین وزن تر ریشه (۱۷۴/۱۶ میلی‌گرم) و بیشترین میانگین وزن خشک ریشه (۱۶/۴۲ میلی‌گرم) در محیط ریشه‌زایی دارای ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA به دست آمد.

گزارش شده‌است که از بین اکسین‌های مورد استفاده در ریشه‌زایی، IBA موثرترین اکسین در ریشه‌زایی اکثر گیاهان می‌باشد (۲۹). در گیاه آب قاشقی نیز استفاده از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA در محیط کشت MS بهترین تیمار جهت ریشه‌زایی این گیاه پیشنهاد گردید (۲۹). القای ریشه در شاخه‌های در حال رشد چه به طور مستقیم از طریق تنظیم‌کننده‌های رشد مصنوعی یا پس از حذف سیتوکینین از محیط کشت، بستگی به گونه و رقم دارد. از طرف دیگر توانایی تولید ریشه، بستگی به برهم‌کنش فاکتورهای بیرونی و درونی دارد. اغلب پژوهشگران موفق به ریشه‌دار کردن شاخه‌های پراوری شده کشت بافتی در محیط‌های حاوی غلظت‌های کم IBA، IAA یا NAA شده‌اند (۱، ۲، و ۲۶).

طبق مطالعه ژنگ و زیوارت (۳۵) کوتیلدون‌ها به جهت دارا بودن سلول‌های مریستمی در انتهای آن‌ها که می‌توانند در غلظت‌های هورمونی مناسب به‌طور مستقیم و بدون واسطه پینه تولید برگ نمایند، به عنوان ریزنمونه‌های مناسبی به منظور القای باززایی معرفی شدند.

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین غلظت هورمون‌های گیاهی جهت ریشه‌زایی شاخساره‌های حاصل از باززایی مستقیم، از محیط کشت حاوی غلظت‌های مختلف IBA استفاده شد. اولین نشانه‌های ریشه‌زایی، پس از ۵ تا ۷ روز مشاهده گردیده و پس از تشکیل و رشد ریشه (چهار هفته پس از انتقال)، صفاتی چون درصد ریشه‌زایی، طول ریشه (سانتی‌متر) و وزن تر و خشک ریشه (میلی‌گرم) اندازه‌گیری و ثبت شدند. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر هورمون IBA برای کلیه صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید و هیچ‌یک از اثرات متقابل معنی‌دار نشدند؛ بدان معنا که سطوح مختلف این هورمون بر صفات مرتبط با ریشه‌زایی دارای اثرات متفاوت می‌باشد. بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۴)، بالاترین

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف IBA بر روی صفات ریشه‌زایی در باززایی مستقیم بابونه

Table 3- Analysis of variance for different concentration effects on rooting traits in direct regeneration of Chamomile

میانگین مربعات Mean Square					
منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	طول ریشه Root length	درصد ریشه‌زایی Rooting percent
رقم Cultivar	1	2.407 **	0.913**	12.452**	1.636*
ریز نمونه Explant	1	4.012 ^{ns}	0.312*	6.485*	0.834*
IBA	3	37.475**	3.67**	5.296**	6.80**
رقم×ریز نمونه Cultivar*explants	1	0.035 ^{ns}	0.075 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}
IBA × رقم Cultivar* IBA	3	0.248 ^{ns}	0.238 ^{ns}	0.551 ^{ns}	0.022 ^{ns}
IBA × ریز نمونه Explants* IBA	3	3.829 ^{ns}	0.28 ^{ns}	2.612 ^{ns}	0.252 ^{ns}
IBA × رقم × ریز نمونه Cultivar*Explants* IBA	3	0.202 ^{ns}	0.020 ^{ns}	0.327 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
خطا Error	32	0.736	0.092	0.937	0.124
(درصد) ضریب تغییرات CV (%)		13.17	15.86	9.09	11.12

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

***, *: Significant difference in 1 and 5 probability level, respectively, ns: Non significant

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر هورمون IBA برای صفات ریشه‌زایی در باززایی مستقیم بابونه

Table 4- Mean comparison the effect of IBA hormone for root traits in direct regeneration of Chamomile

غلظت‌های مختلف IBA Different concentrations of IBA (mg/l)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	وزن تر ریشه Root fresh weight (mg)	طول ریشه Root length (mm)	درصد ریشه‌زایی Rooting percent (%)
0 (control)	0.000 ^c	0.000 ^c	0.000 ^c	0.000 ^c
0.5	73.75 ^a	6.608 ^a	174.167 ^a	16.425 ^a
1	31.667 ^b	2.875 ^b	92.25 ^b	7.813 ^b
1.5	30.833 ^b	2.593 ^b	87.25 ^b	7.53 ^b

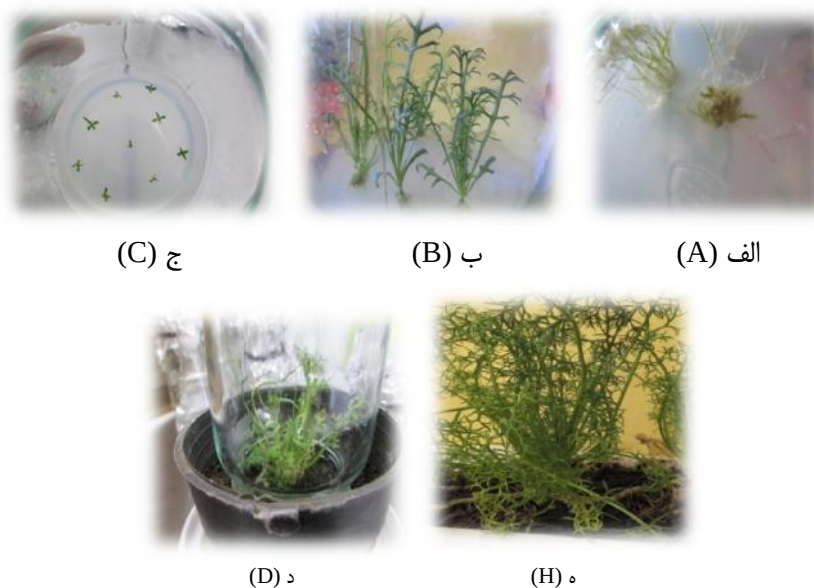
در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند از نظر آماری در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

In each culomn means have minimum one same letter are non ignificantly differentn P<0.05

هیچ گزارشی موجود نیست. از طرفی با توجه به اینکه این دو رقم (بخصوص رقم آلمانی) زراعی هستند و تحقیقات زیادی روی به زراعی آن در داخل کشور انجام شده است، بدست آوردن روشی برای تولید تعداد زیادی گیاه یکنواخت از نظر ژنتیکی ضروری به نظر می‌رسید که نتایج تحقیق حاضر ما را در دستیابی به این مهم یاری خواهد کرد.

گیاهچه‌های باززایی شده، به گلدان‌های دارای خاک استریل (نسبت ۱:۱:۱ به ترتیب مخلوط خاک:ماسه:خاک برگ) منتقل شدند. به منظور سازگاری گیاه با شرایط طبیعی از درپوش‌های شیشه‌ای استفاده گردید. پس از سازگاری، درپوش‌ها برداشته شده و گیاهان در اتاقک رشد با شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و دمای ۲۵±۳ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. گیاهچه‌های منتقل شده به خوبی استقرار یافته و رشد نمودند (تصویر ۱).

اگرچه در چند سال اخیر گزارش‌هایی در مورد پینه‌زایی و باززایی غیرمستقیم (۲۲ و ۲۹) و باززایی مستقیم برخی ژنوتیپ‌های بابونه (□□ و ۸) ارائه گردیده ولی باززایی مستقیم برای این دو رقم در



تصویر ۱- الف) ریزنمونه (کوتیلدون) کشت شده پس از ۱۰ روز، ب) گیاهچه باززایی شده، ج) ریشه‌های گیاهچه باززایی شده، د) گیاهچه منتقل شده به گلدان، ه) گیاه سازگار شده

Picture 1- A) Cultured explants (Cotyledon) after 10 day, B) Regenerated plantlet, C) Roots of regenerated plantlet, D) Transferred plantlet in pot, H) Adapted plant

منابع

- 1- Asadi A.A., Vedadi C., Rahimi M., and Naserian B. 2009. Effect of plant growth hormones on root and shoot regeneration in Rose (Morrasia) under in-vitro conditions. Bioscience Research, Vol. 6, No.1, pp 40-45
- 2- Azadi P., Khosh-Khui M., Beyramizadeh E., and Bagheri H. 2007. Optimization of factors affecting in vitro proliferation and rooting of *Rosa hybrida* L. cv. 'Rafaela'. International Journal of Agriculture Research, Vol. 2, pp 626-631.
- 3- Bagheri A., and Safari M. 2009. Fundamentals of plant tissue culture. Mashhad Ferdowsi University Press. 406 pp.
- 4- Benson E.E., Danaher J.E., Pimbley I.M., Anderson C.T., Wake J.E., Daley S., and Adams L.K. 2000. In vitro micropropagation of *Primula scotica*: a rare Scottish plant. Journal of Biodiversity and Conservation, Vol. 9, pp 711-726.
- 5- Bicca dode L., Bobrowski V.L., Bollacelbraga E.J., Seixas F.K., and Schuch M.W. 2003. In vitro propagation of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Acta Scientiarum Biological Sciences, Vol. 25, No. 2, pp 435-437.
- 6- Cronmiller J.R., Nelson D.K., Salman G., Jackson D.K., Dean R.S., Hsu J.J., and Kim C.H. 1999. Antimicrobial efficacy of endoscopic disinfection procedures: a controlled, multifactorial investigation. Gastrointestinal Endoscopy, 50(2): 152-158.
- 7- Debener T., and Oyant L.H.S. 2009. Genetic engineering and tissue culture of roses. In Genetics and genomics of Rosaceae, Vol. 6, pp 393-409.
- 8- Echeverrigaray S., Franco F., Andrade L.B., Biasio S., and Atti-Serafini L. 2000. In vitro shoot regeneration from leaf explants on Roman Chamomile. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, Vol. 60, pp 1-4.
- 9- Fathi G., and Ismailpour B. 2010. Plant growth regulators (principles and applications). Mashhad Jihad-Danshgahi Press. 288 pp.
- 10- Fouladi Sh., Zakerin A., and Bayat F. 2011. Secondary metabolites of Chamomile (*Matricaria chamomilla*) under effect of growth regulators. National congress of Agricultural management. Islamic Azad University of Jahrom.
- 11- Ganbari T., Hosseini B., and Jabbarzade Z. 2011. Assessment the effect of different combinations and concentrations of growth regulators on direct regeneration from shoot tip explants of *Salvia scarea* L. 12th Iranian Genetic congress. Shahid Beheshti University, Tehran.
- 12- George E.F., Hall M.A., and Klerk G.J.D. 2008. Plant growth regulator I: Introduction; Auxins, their Analogues and Inhibitors. In plant propagation by Tissue Culture, Vol. 2, pp 175-204.

- 13- Ghanti K., Kaviroj C.P., Venugopal R.B., Jabeen F.T.Z., and Rao S. 2003. Rapid regeneration of *Mentha piperita* L. from shoot tip and nodal explants. Indian Journal of Biotechnology, Vol. 3, pp 594-598.
- 14- Jablonski J.R., and Skoog F. 1954. Cell enlargement and cell division in excised tobacco pith tissue. Physiology Plant Journal, Vol. 7, pp 16-24.
- 15- Jang H.H., Ann S.H., and Kim C.W. 2008. Use of hydrogen peroxide as an effective disinfectant to *Actinobacillus ureae*. Process Biochemistry, Vol. 43, pp 225-228.
- 16- Larson E.L., and Morton H.E. 1991. Disinfection, Sterilisation and Preservation. In Alcohols. Block, S.S. (ed) Philadelphia. pp 191-203.
- 17- Loyola-vargas V.M., and Va'zquez-flota F. 2006. Plant cell culture protocols. Second edition. Human press. 393 pp
- 18- Meftahizade H., Moradkhani H., Naseri B., Lotfi M., and Naseri A. 2010. Improved *In vitro* culture and micropropagation of different *Melissa officinalis* L. genotypes. Medicinal Plant Research, Vol. 4, No. 3, pp 240-246.
- 19- Mitra S.K., and Mukherjee K.K. 2001. Direct organogenesis in Indian spinach. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, Vol. 67, pp 191-194.
- 20- Mohapatra A., Rout G.R., and Das P. 2005. Rapid clonal propagation from nodal explants and *in vitro* flowering of three rose cultivars. Propagation of Ornamental Plants, Vol. 5, pp 219-223.
- 21- Moradipour E., Hosseini B., Pirzad A.R., and Ghanbari T. 2013. Effect of different explants, genotypes and hormonal combinations on direct regeneration of *Matricaria chamomile* L. 2nd National Congress on Medicinal Plants, Tehran, Iran.
- 22- Mohammadi Z., Nasrollahneghad, A.S., and Azizi M. 2010. Study callogenesis, regeneration and cell suspension culture in genotypes of Chamomile medicinal plant. MsC thesis in Plant Breeding. Ilam University.
- 23- Noroozi Sharafi A.R., Gholami M., Hamidoghli Y., and Zakizadeh H. 2012. *In Vitro* propagation of primrose (*Primula Acaulis* L.), via shoot tip explants. Agricultural Biotechnology, Vol. 10, No. 2, pp 35-41.
- 24- Omidbeygi R. 2011. Production and processing of medicinal plants. 3rd volume, 6th edition, Astane-ghods Razavi Press, 397 pp.
- 25- Pati P.K., Rath S.P., Sharma M., Sood A., and Ahuja P.S. 2006. *In vitro* propagation of rose- a review. Biotechnology Advances Journal, Vol. 24, No. 1, pp 94-114.
- 26- Rout G.R., Mohapatra A., and Jain S.M. 2006. Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects. Biotechnology Advances, Vol. 24, No. 6, pp 531-560.
- 27- Sana B., Ghosh D., Saha M., and Mukherjee J. 2006. Purification and characterization of a salt, solvent, detergent and bleach tolerant protease from a new gamma-proteobacterium isolated from the marine environment of the Sundarbans. Process Biochemistry, Vol. 41, pp 208-215.
- 28- Sarwar S., Zia M., Riaz-ur R., Zarrin F., and Riaz A. 2009. *In vitro* direct regeneration in mint from different explants on half strength MS medium. African Journal of Biotechnology, Vol. 8, No. 18, pp 4667-4671.
- 29- Sayadi V., Mehrabi A.A., Saidi M., and Khoshnood N. 2014. *In vitro* culture and callus induction of Chamomile explants under different concentrations of plant growth regulators. International Jorنال of Bioscience, Vol. 4, No. 10, pp 206-211.
- 30- Sharma R.K., Wakhlu A.K., and Boleria M. 2004. Micropropagation of *Anethum graveolens* L. Through auxiliary shoot proliferation. Plant Biochemistry Biotechnology, Vol. 13, pp 157-159.
- 31- Shasany A.K., Khanuja S.P.S., Dhawan S., Yadav U., Sharma S., and Kumar S. 1998. High regenerative nature of *Mentha arvensis* internodes. Journal of Bioscience, Vol. 23, pp 641-646.
- 32- Tripathi L., and Tripathi J.N. 2003. Role of biotechnology in medicinal plants. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, Vol. 2, No. 2, pp 243-253.
- 33- Venkatramalingam K., and Ebbie M.G. 2011. An efficient *In vitro* culture method of shoot regeneration cora medicinally important plant *Mentha piperita* L. Journal of Plant Sciences, Vol.10, pp 1-5.
- 34- Zaker Tavallaie F., Bagheri A., Ghareyazie B., and Sharma K.K. 2009. Optimization of tissue culture condition in lentil (*Lens culinaris* Medik. cv. Gachsaran) to induce effective multiple shoot induction. Iranian agronomy research Journal, Vol. 7, No. 2, pp 411-419.
- 35- Zhang H.X., and Zeevaart J.A.D. 1999. An efficient *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation and regeneration system for cotyledons of spinach (*spinacia oleracea* L.). Plant Cell Reports, Vol. 18, pp 640-645.



اثر تیمارهای کم آبیاری بر خصوصیات رویشی و کمیت و کیفیت سیب رقم گلدن دلشز

عیسی ارجی^{۱*} - بنفشه حسینی^۲ - هوشنگ قمرنیا^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

چکیده

از آنجائی که کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده است، اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب جهت افزایش کارائی مصرف آب می‌تواند از اهمیت زیادی برخوردار باشد. افزایش کارائی مصرف آب با روش‌های مختلف صورت می‌گیرد. کم آبیاری یکی از روش‌های افزایش کارائی مصرف آب می‌باشد. به همین منظور تاثیر کم آبیاری بر رشد رویشی، کمیت و کیفیت درختان ۱۰ ساله سیب رقم "گلدن دلشز" در منطقه گهواره در استان کرمانشاه با شرایط اقلیمی معتدل در آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در طی فصل زراعی سال ۱۳۸۵ انجام شد و هر واحد آزمایشی سه اصله درخت را شامل شد. تیمارهای آبیاری شامل ۱- کم آبیاری اولیه ۴۰ درصد نیاز آبی (T1)، ۲- کم آبیاری اولیه ۶۰ درصد نیاز آبی (T2)، ۳- کم آبیاری ثانویه ۴۰ درصد نیاز آبی (T3)، ۴- کم آبیاری ثانویه ۶۰ درصد نیاز آبی (T4) و ۵- شاهد ۱۰۰ درصد نیاز آبی (T5) بودند. کم آبیاری اولیه ۵۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ خرداد ماه) شروع و به مدت ۶۰ روز (تا ۲۵ مرداد ماه) ادامه یافت در حالی که کم آبیاری ثانویه ۱۱۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ مرداد ماه) شروع و حدود ۴۰ روز (اوایل مهر ماه) یعنی تا زمان برداشت به طول انجامید و درختان تحت تیمار شاهد هم در طول فصل رشد تا زمان برداشت به صورت کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) آبیاری شدند. نتایج نشان داد که صفات رویشی مانند سطح مقطع تنه تحت تاثیر تیمار کم آبیاری قرار نگرفت اما طول شاخه فصل جاری در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. حجم و وزن میوه درختان تحت تیمارهای کم آبیاری به استثنای تیمار ۴۰ درصد ثانویه در مقایسه با درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. عملکرد درختان تحت تیمار کم آبیاری ۶۰ درصد اولیه و ثانویه نسبت به درختان شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. تنش کم آبیاری اثرات مثبتی بر خصوصیات کیفی میوه داشت به طوری که میزان قند کل و مواد جامد محلول کل میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند. میزان عناصر معدنی میوه از قبیل فسفر و پتاسیم تحت کم آبیاری قرار نگرفت. اما در میزان ازت میوه درختان تحت تنش کاهش معنی‌داری نسبت به درختان شاهد مشاهده شد و در میزان کلسیم بین میوه درختان شاهد و تیمار ۴۰ درصد کم آبیاری اولیه تفاوت معنی‌دار شد. کم آبیاری منجر به کاهش ۴۱، ۲۷، ۱۸ و ۱۲ درصدی میزان آب مصرفی در تیمارهای ۴۰ درصد، ۶۰ درصد اولیه و ۴۰ درصد، ۶۰ درصد ثانویه به ترتیب در مقایسه با شاهد گردید. به طور کلی کم آبیاری در درختان سیب رقم گلدن دلشز باعث افزایش کیفیت میوه می‌گردد. لذا اعمال ۶۰ درصد نیاز آبی برای این رقم قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، عناصر غذایی، عملکرد، مواد جامد محلول

مقدمه

محدود می‌نماید (۱۸). گاهی اوقات تنش ملایم آب اثرات سودمندی بر درخت دارد، به طوری که می‌تواند تعادل رشد رویشی را بطرف رشد زایشی تغییر دهد و همچنین مقاومت به سرما را افزایش دهد (۴). از اینرو وضعیت آب گیاه را با اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب می‌توان به شکلی کنترل نمود که نه تنها صدمه‌ای به گیاه وارد نگردد بلکه از نظر اقتصادی (هزینه‌های هرس، تولید با کیفیت بالا و صرفه جویی در مصرف آب) نیز بسیار با اهمیت است (۴ و ۱۵).

کم آبیاری در ابتدا به عنوان روشی برای کنترل رشد رویشی درختان میوه توسعه پیدا نمود که می‌تواند تحت شرایط محیطی مناسب مفید واقع گردد. زمان و طول دوره کم آبیاری خیلی اهمیت

آب یکی از عوامل محدود کننده است که بر فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تاثیر می‌گذارد، به طوری که کمبود آن بیشتر از سایر عوامل و تنش‌های محیطی، رشد و عملکرد گیاهان را

۱- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه
(*) نویسنده مسئول: Email: issaariji@gmail.com
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۳- استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

دارد یعنی شرایط باید به نحوی باشد که درآمد اقتصادی بیش‌تری در زمان اعمال تنش آب حاصل گردد. کم آبیاری می‌تواند اثرات سودمند دیگری مانند جلوگیری از شستشوی مواد غذایی خاک و همچنین جلوگیری از انتقال این مواد و حشره‌کش‌ها به آبهای زیرزمینی داشته باشد. معمولاً زمان اعمال کم آبیاری تنظیم شده بایستی قبل از شروع رشد سریع میوه باشد تا تنها رشد شاخه‌ها و ساختارهای رویشی درخت را کاهش دهد (۴، ۱۷، ۲۱ و ۲۶).

در آزمایشی کمبود آب (۵۰ درصد گیاهان شاهد) در مراحل اولیه رشد درختان سه ساله سیب رقم برابرین در شرایط گلخانه در نیوزیلند منجر به کاهش ۳۷ درصدی رشد شاخه‌های درختان سیب در مقایسه با درختان شاهد شد (۱۸). نتایج تحقیقات کم آبیاری اول فصل رشد تا زمان تشکیل جوانه انتهایی در شاخه بر روی سیب رقم رد دلشز در ایالت واشینگتن نشان داد کاهش آب منجر به کاهش حدود ۵۰ درصدی در رشد شاخه‌ها گردید (۱۰).

مهم‌ترین تأثیر میزان آب بر اندازه میوه می‌باشد و عموماً میوه درختان آبیاری شده، بزرگتر هستند. در آزمایش‌هایی مشخص شد که اندازه میوه در ابتدای اعمال کم آبیاری در درختان هلو و گلابی کاهش یافت ولی با شروع آبیاری کامل رشد میوه تحریک شده و عملکرد نهائی با تیمارهای آبیاری کامل برابر گردید و در بعضی موارد عملکرد نهائی عملاً افزایش یافت (۷ و ۸).

در تحقیقی اعمال تیمار ۶۵ درصد تبخیر و تعرق آب آبیاری بر درختان سیب رقم Anna نشان داد که عملکرد حدود ۴۱/۲ و ۳۸/۲ درصد به ترتیب طی سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ در مقایسه با درختان شاهد کاهش نشان داد درحالی‌که تیمار ۱۳۵ درصد تبخیر و تعرق منجر به افزایش ۷/۱ و ۶/۲ درصد عملکرد در دو سال مذکور در مقایسه با تیمار آبیاری نرمال (۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق) نداشت (۱۰).

عکس‌العمل درختان به کم آبیاری بسته به نوع درخت، زمان و میزان تنش و حتی نوع سیستم آبیاری متفاوت است. به‌طوری‌که در آزمایشی روی درختان سیب محققین به این نتیجه رسیدند که اعمال تنش آب در طول فاز دوم رشد میوه سیب یعنی بزرگ شدن سلول‌های میوه، کاهش معنی‌داری در عملکرد ایجاد نمود ولی در فاز اول یعنی تقسیم سلولی بهترین عملکرد را ایجاد کرد (۲۴). در آزمایشی تحت شرایط تنش خشکی میزان اسیدیته سیب افزایش نشان داد (۲۰) در حالی‌که دیگر محققین عکس این قضیه را مشاهده نمودند. بعضی از دیگر محققین هیچ تغییری در اسیدیته میوه‌های تحت تیمارهای تنش خشکی مشاهده ننمودند (۴).

در آزمایشی تیمارهای کم آبیاری تأثیری بر مواد معطر کل و غلظت مواد معدنی میوه سیب رقم Braeburn نداشتند (۲۲ و ۲۳). در آزمایش دیگر غلظت پتاسیم در میوه‌های درختان سیب تحت تنش اولیه بیشتر از تیمار شاهد و تیمار تنش ثانویه بود (۱۸). بطور کلی

اعمال کم آبیاری از چندین جهت برای درختان سیب مناسب است به طوری‌که تحقیقات نشان می‌دهد این عامل باعث کاهش در رشد رویشی، افزایش در کمیت و کیفیت میوه می‌گردد از این‌رو استفاده از کم آبیاری در کشور ایران که کشوری کم آب می‌باشد هم باعث صرفه جویی در مصرف آب می‌گردد و هم می‌تواند باعث افزایش در کیفیت محصول گردد. لذا در این تحقیق اثرات تنش آب در مراحل مختلف رشدی درختان سیب (رقم گلدن دلشز) مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این آزمایش بررسی اثرات کم آبیاری در مراحل اولیه و انتهایی رشد میوه بر صفات رویشی و زایشی درختان سیب گلدن دلشز و در نهایت تعیین بهترین تیمار کم آبیاری بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در طی فصل رویشی از خرداد تا اوائل مهرماه سال ۱۳۸۵ در باغی واقع در منطقه گهواره از شهرستان دالاهو استان کرمانشاه (ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا) در ۱۲۰ کیلومتری شهرستان کرمانشاه انجام گردید. در این باغ درختان سیب رقم گلدن دلشز ۱۰ ساله تربیت شده به صورت جامی با پایه بذری و فواصل ۴×۴ متر کشت شده بودند. نحوه آبیاری بصورت نهری بود. این منطقه از نظر تقسیم‌بندی آب و هوایی جزء مناطق معتدل کوهستانی به حساب می‌آید که متوسط بارندگی ۴۷۶ میلی‌متر و متوسط دمای حداقل و حداکثر در آن به ترتیب ۳۱ و ۸- درجه سانتی‌گراد در سال می‌باشد. حداقل و حداکثر دما در طول تحقیق به ترتیب ۱۳/۵ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد بود. خصوصیات خاک باغ به شرح جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک باغ مورد آزمایش

Table 1- Some of soil properties of experimental orchard

مشخصات Properties	پارامترها Parameters
Clay رسی	Soil Texture بافت خاک
22	Sand (%) درصد شن
35.8	Silt (%) درصد سیلت
42.2	Clay (%) درصد رس
14.8	P (ppm) فسفر
430	K (ppm) پتاسیم
2.76	Organic Carbon (%) درصد کربن آلی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار در طی فصل زراعی سال ۱۳۸۵ انجام شد و هر واحد آزمایشی سه اصله درخت را شامل شد. تیمارهای آبیاری شامل ۱- کم آبیاری اولیه، ۴۰ درصد نیاز آبی (T1)، ۲- کم آبیاری اولیه، ۶۰ درصد نیاز آبی (T2)، ۳- کم آبیاری ثانویه، ۴۰ درصد نیاز آبی (T3)، ۴- کم آبیاری ثانویه، ۶۰ درصد نیاز آبی (T4) و ۵- شاهد ۱۰۰ درصد نیاز آبی (T5)

Excel برای تهیه گرافها استفاده شد.

نتایج و بحث

رشد رویشی

نتایج این پژوهش نشان داد که طول شاخه‌های فصل جاری درختان، تحت تاثیر کم آبیاری در مقایسه با درختان شاهد کاهش معنی‌دار یافت (جدول ۲) و با افزایش شدت تنش میزان رشد شاخه‌ها، کاهش معنی‌داری در مقایسه با درختان شاهد نشان دادند به‌طوری‌که در هر دو نوع تنش (کم آبیاری اولیه و ثانویه) درصد کاهش رشد شاخه در تیمارهای ۴۰ درصد اولیه و ثانویه بیشتر بود و نکته دیگر اینکه درصد کاهش رشد شاخه در درختان تحت کم آبیاری اولیه بیشتر از ثانویه بود، از اینرو علاوه بر شدت تنش، زمان اعمال کم آبیاری در کاهش رشد شاخه می‌تواند موثر باشد. در این پژوهش کم آبیاری اولیه مصادف با اوائل تابستان و اوج رشد رویشی و کم آبیاری ثانویه مصادف با بزرگ شدن اندازه میوه و شروع رسیدن بود. از اینرو تنش اولیه تأثیر بیشتری در کاهش رشد شاخه‌ها داشت. کنترل رشد رویشی درخت از جمله رشد شاخه‌ها از طریق کم آبیاری امکان پذیر است. نتایج بدست آمده در این پژوهش با اظهارات میلز و همکاران (۱۸) در خصوص تاثیر کم آبیاری بر کاهش رشد شاخه در درختان سیب مطابقت داشت. چنین پدیده‌ای برای درختان گلابی (۳)، نارنگی کلمانتین (۱۱) و هلو (۵) نیز گزارش شده است.

بر خلاف رشد شاخه، رشد تنه در سراسر فصل ادامه دارد اگرچه میزان آن بطئی می‌باشد. بنابراین کمبود شدید آب در هر زمانی از فصل ممکن است رشد تنه را کاهش دهد (۱۸). با توجه به کند بودن رشد تنه رژیم‌های مختلف آبیاری بر سطح مقطع تنه تأثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). تاثیر کم آبیاری بر سطح مقطع تنه در این پژوهش با نتایج دو ساله تحقیقات دومینگو و همکاران (۹) روی لیمو و نتایج سال اول آزمایش چالمرز (۷) روی گلابی مطابقت داشت، اما با نتایج چند ساله میلز و همکاران (۱۸) روی سیب و اینتریالیولو و کستل (۱۳) روی آلوی ژاپنی مغایرات داشت. با توجه به این‌که این نتایج در یک سال بوده است لذا میزان کم آبیاری برای کاهش سطح مقطع تنه آنقدر زیاد نبوده که تأثیر معنی‌داری داشته باشد.

حجم میوه

حجم میوه درختان تحت کم آبیاری اولیه در مقایسه با درختان تحت کم آبیاری ثانویه و شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند. بیشترین درصد کاهش حجم میوه در درختان تحت کم آبیاری ثانویه در مقایسه با شاهد مشاهده گردید به‌طوری‌که حجم میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد اولیه و ۴۰ و ۶۰ درصد ثانویه نسبت به شاهد به ترتیب ۴/۳۴، ۱۱/۰۵، ۱۱/۸۳ و ۷/۲۶ درصد کاهش یافتند (شکل ۱).

بوند. کم آبیاری اولیه ۵۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ خرداد ماه) شروع و به مدت ۶۰ روز (تا ۲۵ مرداد ماه) ادامه یافت در حالی‌که کم آبیاری ثانویه ۱۱۵ روز پس از زمان تمام گل (۲۵ مرداد ماه) شروع و حدود ۴۰ روز (اوایل مهر ماه) یعنی تا زمان برداشت به طول انجامید و درختان تحت تیمار شاهد هم در طول فصل رشد تا زمان برداشت بصورت کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی) آبیاری شدند.

برای اعمال کم آبیاری و تشخیص دبی و بر آورد آب مورد نیاز از اطلاعات سند ملی مدیریت آب کشور استفاده شد (۱) که در آن نیاز خالص آبیاری محصولات باغی و زراعی برای هر استان و شهرستان در ماه‌های مختلف در هر دهه از ماه مشخص شده است. در این تحقیق از نیاز خالص آبیاری استان کرمانشاه و دشت اسلام آبادغرب استفاده شد. نحوه عمل بدین صورت بود که در ابتدا دبی آبی که در هر دور آبیاری وارد باغ می‌شد با استفاده از سرریز بدست می‌آمد. با اندازه‌گیری ارتفاع آب عبور نموده از روی سرریز (H) و قرار دادن آن (H) در فرمول زیر دبی آب محاسبه می‌شد.

$$Q=0.0184.L.H^{3/2}$$

Q=دبی آب برحسب لیتر در ثانیه

L=طول تاج سرریز بر حسب سانتی‌متر

H=ارتفاع آب بر حسب سانتی‌متر

سپس از روی دبی و نیاز خالص آبیاری (سند ملی) مدت زمان لازم برای آبیاری تیمار مورد نظر بدست می‌آمد:

$$Q.t = di.a$$

Q=دبی آب (متر بر ثانیه)

t=ثانیه

di=نیازخالص آبیاری (متر)

a = مساحت تیمار مورد نظر (مترمربع)

بنابراین در هر دور آبیاری دبی برای همه تیمارها ثابت بود فقط زمان آبیاری برای هر تیماری متغیر بود. لازم بذکر است که ۱۰۰ درصد میزان آب مورد نیاز تعیین شده در سند ملی در فرمول بالا، برای تیمار شاهد منظور می‌شد. برای اعمال تیمارهای ۴۰ و ۶۰ درصد کم آبیاری اولیه و ثانویه به ترتیب ۴۰ و ۶۰ درصد مقدار شاهد در فرمول قرار داده و بدین ترتیب تنش اعمال می‌شدند.

به منظور بررسی اثرات مقادیر مختلف آب در طول و انتهای دوره آزمایش صفت‌های رشدی مانند طول شاخه، سطح مقطع تنه، حجم میوه، وزن میوه و عملکرد اندازه گیری شدند. محتوای نسبی آب برگ (RWC)، مواد جامد محلول کل (TSS) با استفاده از رفاکتومتر، قندکل (TSC) با تیتراسیون میزان قند قبل از هیدرولیز و بعد از هیدرولیز، عناصرغذائی ازت، فسفر، پتاسیم و کلسیم موجود در میوه سیب مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن به انجام رسید و از نرم افزار

جدول ۲- تاثیر میزان کم آبیاری بر رشد طول شاخه و سطح مقطع تنه درختان سیب گلدن دلیشز در طی آزمایش

Table 2- Effect of deficit irrigation on shoot growth and trunk cross sectional area in Golden delicious apple trees during experiment

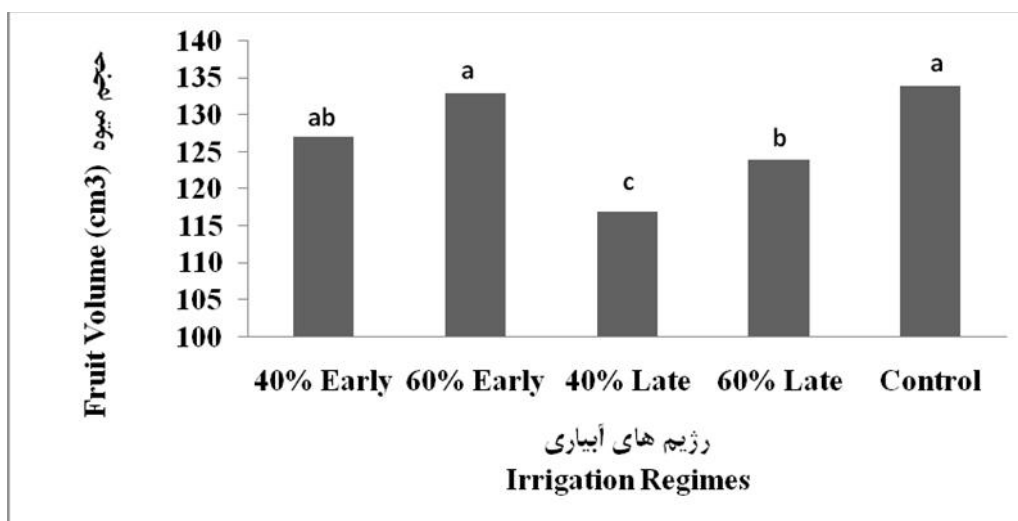
تیمار Treatment	طول شاخه (cm) Shoot Length			سطح مقطع تنه (cm ²) Trunk Cross Sectional Area		
	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept
40% Early	6.26 e	6.36 e	7.16 cde	365.9 f	373 ef	373 ef
40% Late	6.35 e	7.09 de	8.37 b	485.09 b	495.5 ab	508.8 b
60% Early	6.18 e	6.59 e	8.07 bcd	377.1 ef	384.6 def	384.6 ef
60% Late	6.56 e	8.32 b	8.79 b	333.5 g	343.75 g	343.75 g
Control 100%	6.41 e	8.17 bc	11.74 a	385.35 cde	398.2 cd	400.15 c

* اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) نمی باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$)

باشند زیرا بار محصول روی حجم میوه درختان تاثیر می گذارد، همچنین این نتایج با نتایج بدست آمده توسط دومینگو و همکاران (۹) روی لیمو مطابقت داشت. از آنجائی که در درختان میوه رشد رویشی درخت در زمان رشد اولیه میوه زیاد است و رشد میوه در این زمان کم است، لذا اعمال کم آبیاری در رشد نهایی میوه زیاد موثر نیست (۷)، از اینرو تیمارهای کم آبیاری اولیه تاثیر کمتری در مقایسه با تیمارهای ثانویه داشتند و بعد از رفع کم آبیاری و اعمال آبیاری کامل سرعت رشد در میوه های تحت کم آبیاری اولیه بیشتر بوده و در مقایسه با شاهد کاهش حجم میوه کمتری مشاهده گردید.

این کاهش در تیمارهای ۴۰ درصد و ۶۰ درصد اولیه در مقایسه با تیمار شاهد معنی دار نبود درحالی که کاهش حجم میوه تحت تیمارهای ۴۰ درصد و ۶۰ درصد ثانویه در مقایسه با شاهد و دو تیمار کم آبیاری اولیه معنی دار بود. رشد میوه به مقدار زیادی به میزان آب قابل دسترس بستگی دارد و جذب آب بوسیله میوه ها بستگی به اختلاف پتانسیل آب بین میوه و گیاه دارد (۱۴). نتایج بدست آمده از این پژوهش با گزارش ایبل و همکاران (۱۰) روی سیب مطابقت داشت، آنها اظهار داشتند که تیمارهای کم آبیاری (تنش آبی) حجم میوه را کاهش می دهند بجز زمانی که درختان محصول سبک داشته



شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر حجم میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده اند دارای تفاوت معنی دار هستند)

Figure 1- Effects of irrigation regimes on fruit volume (cm³) (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$))

وزن میوه

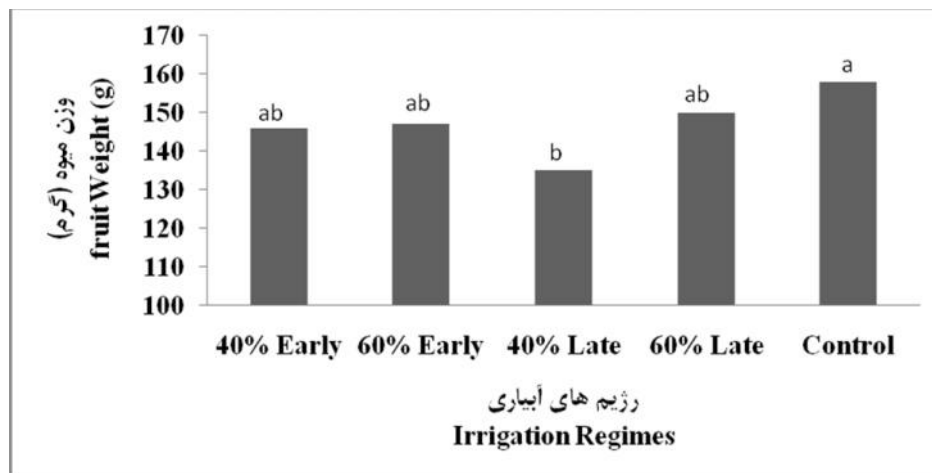
مطابق شکل (۲) تأثیر تیمار آبیاری بر وزن میوه بسیار معنی‌دار بود. وزن میوه تحت تأثیر کم آبیاری ۴۰ درصد ثانویه نیاز آبی در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد، درحالی‌که تیمارهای کم آبیاری اولیه و همچنین تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری نشان ندادند. درصد کاهش وزن میوه در تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه، ۴۰ درصد، ۶۰ درصد و تیمارهای کم آبیاری ثانویه ۴۰ درصد و ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به شاهد به ترتیب ۷/۶۹، ۵۵/۶، ۱۳/۹۹، ۴/۹۶ درصد بود. درصد کاهش وزن میوه در تیمارهای کم آبیاری شدید ثانویه نسبت به تیمارهای کم آبیاری شدید اولیه نیز بیشتر بود که نشان می‌دهد در صورت این‌که کم آبیاری در مراحل اولیه رشد میوه تأثیر معنی‌داری بر رشد میوه ندارد. بیشترین وزن میوه را آب تشکیل می‌دهد بنابراین اعمال کم آبیاری متوسط و ملایم‌تر در اوایل فصل به درختان، نسبت آب میوه را کاهش داده و همین امر باعث کاهش کمتر وزن میوه شده است، که در نتیجه جذب آب بیشتر بعد از رفع اعمال تنش می‌باشد (۱۸). نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج گزارش شده توسط میلز و همکاران (۱۹) روی درختان گلابی مطابقت داشت. آنها اظهار داشتند که درصد کاهش وزن میوه در درختان تحت کم آبیاری ثانویه بیشتر از کم آبیاری اولیه می‌باشد. به‌طوری‌که در این پژوهش تحت تنش شدیدتر چنین حالتی پیش آمد ولی با نتایج میلاسوکا و همکاران (۲۲) و میلز و همکاران (۱۸) و (۲۰) روی درختان سیب از جهاتی مطابقت و در برخی جهات مغایرت داشت آنها هم به این نتیجه رسیده بودند که میوه درختان سیب تحت کم آبیاری وزن میوه آن‌ها نسبت به شاهد کاهش بیشتری دارد و همچنین درصد کاهش وزن میوه در درختان تحت تنش اولیه بیشتر از تنش ثانویه بود. اما در این پژوهش

مشاهده شد که این پدیده تحت شرایط تنش شدید حاکم بود درحالی‌که تحت تنش ملایم‌تر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنش ملایم منجر به افزایش پدیده اسمز در گیاه شده و بعد از رفع کم آبیاری درختان مجدداً آب بیشتری را جذب نموده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اختیار میوه‌ها قرار داده به طوری‌که از رشد بهتری برخوردار خواهند شد.

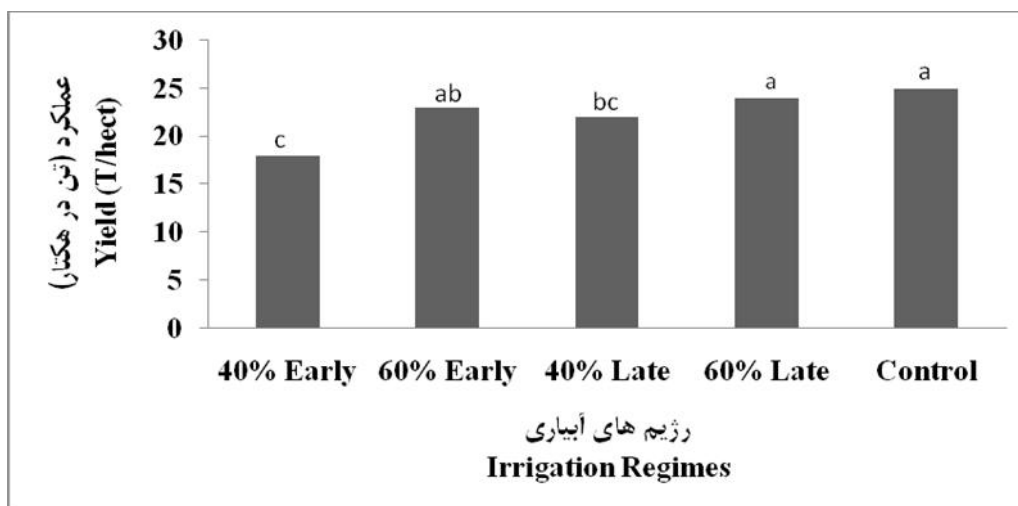
عملکرد

عملکرد درختان تحت شرایط کم آبیاری در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌دار داشتند (شکل ۳). کمترین عملکرد در تیمار ۴۰ درصد اولیه و ثانویه بود و دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد و تیمار ۶۰ درصد ثانویه بودند. درصد کاهش عملکرد در تیمارهای ۴۰ درصد اولیه، ۴۰ درصد ثانویه ۶۰ درصد اولیه، ۶۰ درصد ثانویه نسبت به شاهد به ترتیب ۲۸، ۱۲، ۸ و ۴ درصد بود.

زمان اعمال تنش کم آبیاری و میزان آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و اثرات مختلفی بر درختان میوه دارد، به‌طوری‌که اعمال تنش آب در فاز اول رشد میوه با شدت زیاد منجر به کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد می‌گردد، درحالی‌که تنش ملایم‌تر در فاز اول رشد میوه منجر به تفاوت معنی‌دار نسبت به شاهد نمی‌شود. چنین پدیده‌ای با شدت کمتری با اعمال کم آبیاری در طول فاز دوم رشد میوه یعنی بزرگ شدن سلول‌های میوه وجود دارد، به‌طوری‌که تنش شدید باعث کاهش معنی‌دار و تنش ملایم‌تر بی‌معنی بود. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج و گزارشات نصر و میچلیا (۲۴) میلاسوکا و همکاران (۲۲) روی درختان سیب و ژینستار و کستل (۱۱) روی درختان نارنگی کلمانتین، بهبودیان و لاوز (۳) روی درختان گلابی آسیایی و گلدهامر و ویورو (۱۲) روی درختان بادام مطابقت داشت.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر وزن میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)
Figure 2- Effects of irrigation regimes on fruit weight (g) (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$))



شکل ۳- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)
Figure 3- Effects of irrigation regimes on yield (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.01$))

درصد ثانویه) کاهش معنی‌داری در صفت مذکور در مقایسه با تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه و شاهد نشان دادند. با انجام آبیاری مجدد تیمارهای کم آبیاری اولیه هنگام اعمال کم آبیاری ثانویه، محتوای آب برگ این درختان به حد گیاهان شاهد رسید. در مرحله اول اندازه‌گیری بیشترین کاهش در محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۴۰ درصد اولیه مشاهده گردید و در مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری، بیشترین کاهش در محتوای نسبی آب برگ در تیمار ۴۰ درصد ثانویه مشاهده شد.

همچنین درختان سیب تحت تیمارهای کم آبیاری قدرت بهبود بالایی در میزان نسبی آب برگ بعد از آبیاری مجدد داشتند به طوری که در دوره اعمال کم آبیاری ثانویه، محتوای نسبی آب برگ درختان تحت کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد اولیه) به حد گیاهان شاهد رسید.

محتوای نسبی آب برگ

تغییرات محتوای نسبی آب برگ در طول دوره کم آبیاری و پس از آبیاری مجدد برای هر کدام از تیمارها نشان از تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد با درختان شاهد داشت (جدول ۳). مطابق جدول (۳) محتوای نسبی آب برگ در طی سه مرحله اندازه‌گیری در طی فصل رویشی نشان داد، در مرحله اول اندازه‌گیری که در طی کم آبیاری اولیه و به فاصله ۹ روز پس از آبیاری صورت گرفت تیمارهای تحت کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) کاهش معنی‌داری در محتوای نسبی آب برگ در سطح یک درصد در مقایسه با تیمارهای تحت کم آبیاری ثانویه و شاهد نشان دادند، چرا که تیمارهای ثانویه و شاهد به طور ۱۰۰ درصد نیاز آبی آبیاری می‌شدند. دو مرحله دیگر اندازه‌گیری همزمان با اعمال کم آبیاری ثانویه بود به طوری که میزان آب برگ در درختان تحت تیمارهای کم آبیاری ثانویه (۴۰ و ۶۰

جدول ۳- تاثیر میزان کم آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ درختان سیب گلدن دلشز در طی آزمایش

Table 3- Effect of deficit irrigation on relative water content in Golden delicious apple trees during experiment

تیمار Treatment	درصد محتوای نسبی آب برگ Leaf Relative Water Content%		
	۲۵ خرداد 15 Jun	۲۵ مرداد 16 Aug	۵ مهر 27 Sept
40% Early	58 e*	83.67 ab	85 a
40% Late	78.33 abc	63.33 de	65.33 de
60% Early	65.33 de	83.67 ab	85 a
60% Late	78.33 abc	71.67 cd	76.33 bc
Control 100%	78.33 abc	83.67 ab	85 a

* اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند

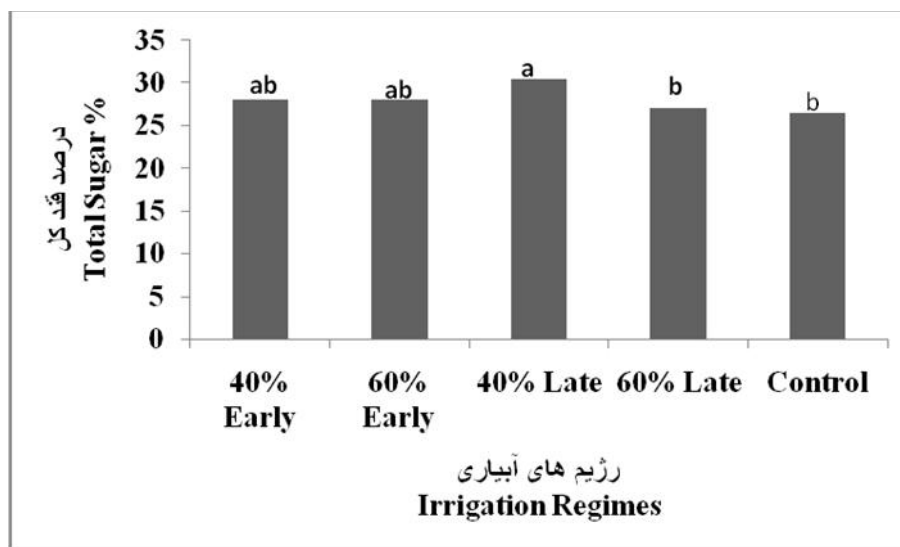
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.01$)

میزان قند

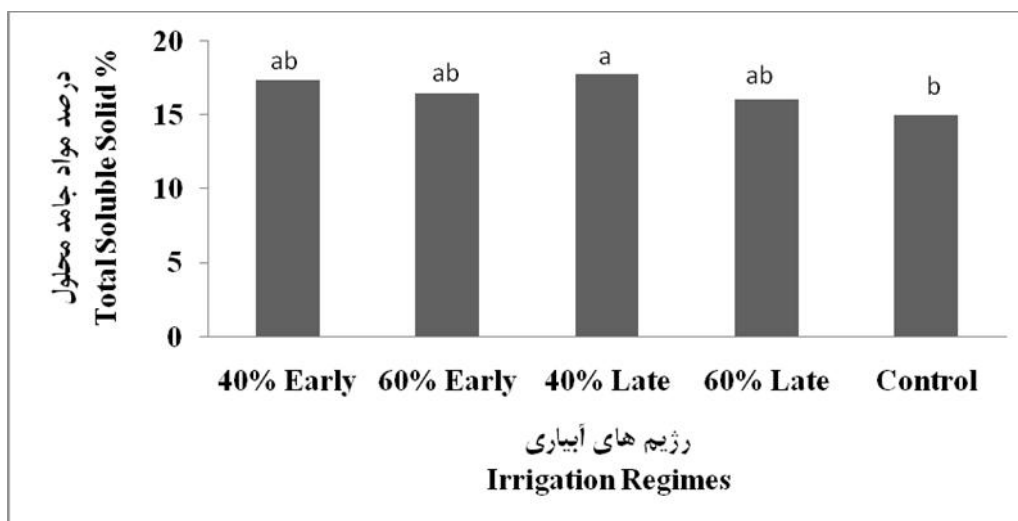
میزان قند کل میوه درختان تحت تاثیر کم آبیاری اولیه و ثانویه در مقایسه با شاهد در سطح یک درصد افزایش معنی دار نشان دادند، به طوری که میوه های تحت تیمار ۴۰ درصد ثانویه بیشترین و میوه های تحت تیمار شاهد دارای کمترین درصد قند بودند و بطور کلی کم آبیاری بین ۱/۸ تا ۱۵ درصد باعث افزایش میزان قند کل در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۴). با افزایش شدت تنش، میزان قند کل نیز افزایش بیشتری یافت، همچنین درصد میزان قند میوه در درختان شاهد نسبت به تنش اولیه و ثانویه کمتر بود. تغییر در میزان کربوهیدرات ها در گیاهان نشان دهنده آن است که تنش تاثیر مهمی بر میزان کربوهیدرات ها در گیاهان دارد، به طوری که تنش آب باعث می شود که کربوهیدرات های مرکب به کربوهیدرات های ساده تجزیه شوند یعنی تبدیل نشاسته به قندهای ساده تحت این شرایط تسریع خواهد شد، این می تواند دلیل بر افزایش قند کل در میوه درختان تحت تنش نسبت به شاهد باشد (۱۶). اصولاً تجمع کربوهیدرات ها باعث تنظیم اسمزی سلول ها می شود، با این عمل سبب نگهداری آماز سلول ها در کمبود آب می گردد. در حقیقت یک نوع پاسخ به تنش آب محسوب می شود (۲). نتایج این پژوهش در مورد قند کل میوه با گزارش نصر و میچلیا (۲۴) و میلانوسکا و همکاران (۲۳) و میلز و همکاران (۱۸) روی میوه درختان سیب و همچنین با نتایج بهبودیان و میلز (۴) روی میوه درختان گلابی مطابقت دارد.

میزان مواد جامد محلول میوه (TSS)

میزان مواد جامد محلول میوه (TSS) درختان تحت تاثیر کم آبیاری اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) و ثانویه (۴۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۶، ۱۰، ۱۸/۶ و ۷/۳ درصد افزایش یافت. بیشترین میزان مواد جامد محلول (TSS) در میوه تحت تیمار ۴۰ درصد ثانویه و کمترین میزان آن تحت تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۵). مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته بطور قابل ملاحظه روی چشایی سبب تاثیر دارد، در این پژوهش تیمارهای کم آبیاری تاثیر معنی داری بر میزان مواد جامد محلول میوه در مقایسه با شاهد به استثنای تیمار ۴۰ درصد ثانویه نداشت. اما مطابق شکل (۵) درصد مواد جامد محلول میوه درختان تحت تنش اولیه و ثانویه نسبت به شاهد بیشتر بود. نتایج این پژوهش در میزان مواد جامد محلول سیب با نتایج میلز و همکاران (۱۹) روی سیب و بهبودیان و میلز (۴) روی گلابی آسیایی مغایرت داشت، اما با اظهارات چالمرز و همکاران (۸) روی درختان هلو مطابقت داشت. از آنجائی که کم آبیاری منجر به کاهش رشد در میوه می گردد و از طرفی میوه به خاطر مقابله به تنش کم آبی مقادیر بیشتری از کربوهیدرات ها را در خود تجمع می نماید، لذا میزان مواد جامد محلول در میوه افزایش می یابد. در این پژوهش چنین پدیده ای مشاهده گردید.



شکل ۴- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد قند کل (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده اند دارای تفاوت معنی دار هستند)
Figure 4- Effects of irrigation regimes on total sugar (Numbers followed by the same letter are not significantly different) (P<0.01)



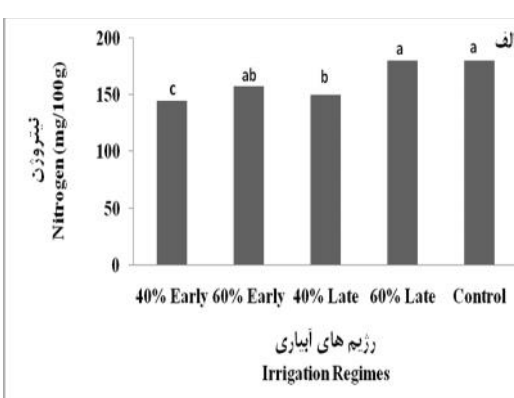
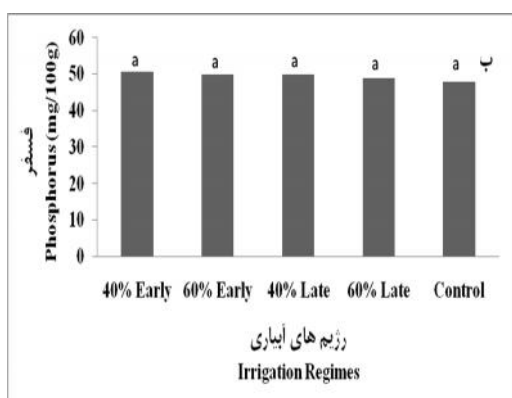
شکل ۵- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد مواد جامد محلول (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 5- Effects of irrigation regimes on total soluble solid (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$))

اما درخصوص میزان فسفر بر عکس در تیمارهای تنش مقدار فسفر بالاتر از شاهد بود ولی این افزایش معنی‌دار نبود (شکل ۶ ب). تیمارهای کم آبیاری بر میزان پتاسیم تاثیر معنی‌داری نداشتند، اما در مورد کلسیم این پدیده حاکم نبود و میزان کلسیم در میوه درختان شاهد کمتر از بقیه تیمارها بود و در حالت شدید تر نسبت به تیمار شدید ۴۰ درصد اولیه کاهش معنی‌دار نشان داد.

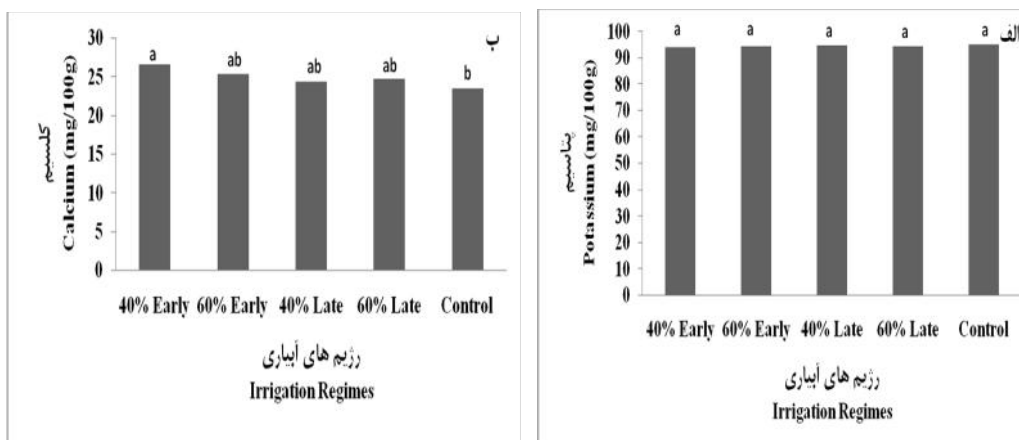
عناصر غذایی

میزان نیتروژن میوه در درختان تحت تیمار کم آبیاری کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد در مقایسه با میوه درختان شاهد نشان داد به‌طوری‌که این میزان تحت تیمارهای اولیه (۴۰ و ۶۰ درصد) و ثانویه (۴۰ و ۶۰ درصد) در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۲، ۱۳/۲، ۱۶/۵ و ۱/۷ درصد کاهش یافت (شکل ۶ الف). کمترین میزان نیتروژن در تیمار ۴۰ درصد اولیه و بیشترین میزان در تیمار شاهد مشاهده گردید.



شکل ۶- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان عناصر ازت (الف) و فسفر (ب) میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 6- Effects of irrigation regimes on Nitrogen (a) and Phosphorus (b) content of fruit (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$))

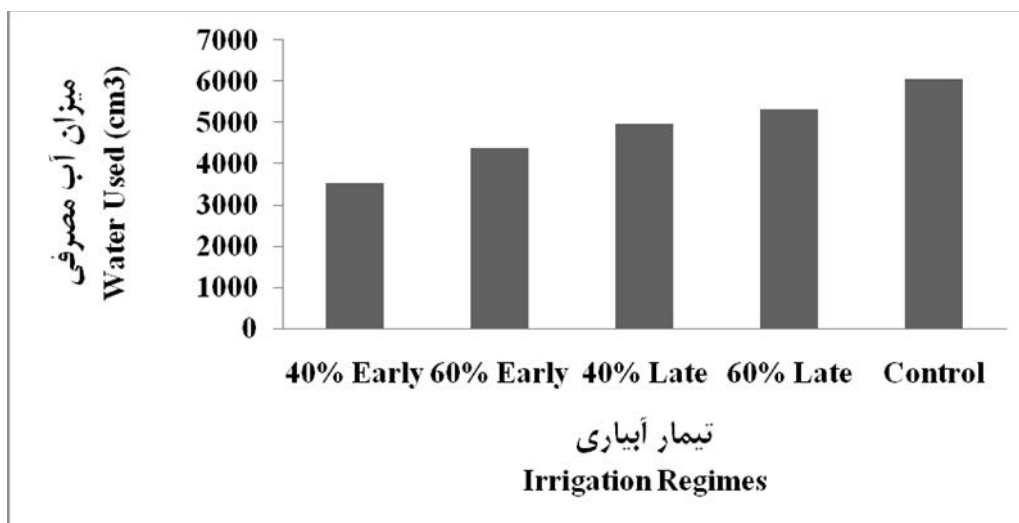


شکل ۷- تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر میزان عناصر پتاسیم (الف) و کلسیم (ب) میوه (تیمارهایی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند دارای تفاوت معنی‌دار هستند)

Figure 7- Effects of irrigation regimes on Potassium (a) and Calcium (b) content of fruit (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P < 0.01$))

(۱۹) روی درختان سیب و گلابی مطابقت داشت آن‌ها اظهار نمودند که تیمارهای آبیاری تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن میوه می‌گذارد. نتایج این پژوهش در مورد نیتروژن با اظهارات میلاسوکا و همکاران (۲۲) روی درختان سیب مغایرت داشت، به گفته آن‌ها تیمارهای آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عناصر معدنی از جمله نیتروژن ندارند.

نتایج بدست آمده در مورد عناصر مذکور با نتایج گزارش شده میلز و همکاران (۱۹) و میلاسوکا و همکاران (۲۲) بر روی درختان سیب و همچنین گزارشات بهبودیان و لاوز (۳) روی درختان گلابی مطابقت داشت. آن‌ها اظهار داشتند که تاثیر تیمارهای آبیاری بر تغییرات میزان عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم تاثیر معنی‌داری ندارد. نتایج بدست آمده در مورد نیتروژن در این پژوهش با گزارشات میلز و همکاران



شکل ۸- میزان مصرفی آب (m³) در یک هکتار باغ تحت تیمارهای مختلف آبیاری
Figure 8- Water used (cm3) in a hectare under different irrigation regimes

تحت سیستم کم آبیاری دارای میزان ازت پایین و کلسیم بالاتری در مقایسه با درختان شاهد بودند (۶ و ۲۵). از آنجائی که کم آبیاری منجر به کاهش رشد رویشی می‌گردد، قدرت جذب میوه برای کلسیم بیشتر

نتایج متغیری در تاثیر کم آبیاری بر میزان کلسیم به دلیل زمان اعمال کم آبیاری و یا سیستم انتقال آن در درخت مشاهده شده است. نتایج تحقیقات کم آبیاری روی گلابی نشان داد که میوه درختان

نتیجه گیری کلی

بطور کلی با توجه به بررسی‌ها و نتایج بدست آمده و بر اساس شرایط کم آبی حاکم بر کشور پیشنهاد می‌گردد از کم آبیاری ملایم در پرورش درختان سیب استفاده شود، که می‌تواند کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب آبیاری درختان سیب داشته باشد. از اینرو بر اساس اینکه در پژوهش حاضر درختان تحت تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی اولیه و ثانویه تفاوت معنی‌داری از لحاظ صفات وزن میوه، عملکرد میوه در هکتار در مقایسه با درختان شاهد نداشتند و همچنین افزایش صفات کیفی مانند میزان قند و مواد جامد محلول میوه و کاهش مصرف آب در مقایسه با تیمار شاهد داشتند، لذا اعمال ۶۰ درصد آبیاری نه تنها برای درختان سیب مضر نیست بلکه می‌تواند مفید باشد.

شده به‌طوریکه این پدیده در گلابی مشاهده شده است (۲۵). از این‌رو نتایج این پژوهش با یافته‌های برون و همکاران (۶) و رائز (۲۵) مطابقت داشت.

میزان آب مصرفی برای یک هکتار باغ در تیمار شاهد طی خرداد تا شهریور ۶۰۷۰/۹۱ متر مکعب بود، اما با اعمال کم آبیاری این میزان مصرف کاهش یافت. میزان کاهش آب مصرفی برای تیمارهای کم آبیاری ۴۰ و ۶۰ درصد اولیه، ۴۰ و ۶۰ درصد ثانویه به ترتیب ۴۱/۷، ۲۷/۸، ۱۸/۳ و ۱۲/۲ درصد نسبت به شاهد بود که کاهش قابل ملاحظه بود (شکل ۸). میزان آب مصرفی در شکل نشان داده شده است به‌طوری‌که از ۳۵۳۸ متر مکعب در تیمار ۴۰ درصد اولیه تا حدود ۶۰۷۱ متر مکعب در تیمار شاهد متغییر بود. بنابراین با بکارگیری سیستم کم آبیاری می‌توان سطح زیرکشت باغات را افزایش داده و مصرف آب را بهینه سازد.

منابع

- 1- Anon. 2008. Plant water requirement, cultivation pattern and irrigation efficiency. Iranian national water document. Jihad Agricultural Ministry.
- 2- Atkinson J.C., Policarpo M., Webster A.D., and Kuden A.M. 1999. Drought tolerance of apple rootstocks: production and partitioning of dry matter. *Plant and Soil*, 206: 223- 235.
- 3- Behboudian M.H., and Lawes G.S. 1994. Fruit quality in Nijisseiki Asian pear under deficit irrigation. *Horticultural Science*, 22: 393 – 400.
- 4- Behboudian M.H., and Mills T.M. 1997. Deficit irrigation in deciduous orchard. P. 105-131. In J. Janik (ed.) *Horticultural Review*, Vol. 21, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 5- Boland A.M., Mitchell P.D., Jerie P.H., and Goodwin I. 1993. The effect of regulated deficit irrigation on tree water use and growth of peach. *Journal of Horticultural Science*, 68(2): 261 – 274.
- 6- Brun C.A., Raese J.T., and Stahly E.A. 1985. Seasonal response of 'Anjou' pear trees to different irrigation regimes. II. Mineral composition of fruit and leaves, fruit disorder and fruit set. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 110:835-840.
- 7- Chalmers D.J. 1989. A physiological examination of regulated deficit irrigation. *New Zealand Journal of Agricultural Science*, 23: 44- 48.
- 8- Chalmers D.J., Mitchell P.D., and Jerie P.H. 1985. The relation between irrigation growth and productivity of peach trees. *Acta Horticulturae*, 173: 283 – 288.
- 9- Domingo R., Ruiz- Sanchez M.C., Sanches-Blanco M.J., and Torrecillas A. 1996. Water relation, growth and yield of Finolemon trees under regulated deficit irrigation. *Irrigation Science*, 16(3):115 – 123.
- 10- Ebel R.C., Proebsting E.L., and Evans G. 1995. Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. *HortScience*, 30(6): 1229 – 1232.
- 11- Ginestar C., and Castel J.R. 1996. Responses of young Clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 71(4): 551- 560.
- 12- Gold Hamer D.A. and Vivero M. 2000. Effect of preharvest irrigation cut off duration and post harvest water deprivation on almond tree performance. *Irrigation Science*, 19(3): 125 – 131.
- 13- Intrigliolo D.S., and Castel J.R. 2005. Effects of regulated deficit irrigation on growth and yield of young Japanese plum tree. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(2): 177- 182.
- 14- Irving D.E., and Drost J.H. 1987. Effects of water deficit on vegetative growth and fruit quality in Cox s Orange Pippin apple. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 62(4): 427 – 432.
- 15- Jones H.G., Lakso A.N., and Syvertsen J.P. 1985. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit tree. p. 301-344. In J. Janik (ed.) *Horticultural Review*, Vol. 7, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 16- Kramer P.J. 1983. Water deficits and plant growth. In: *Water Relation of Plants*, pp: 342 – 366.
- 17- Mannini P., and Zinoni F. 1993. The possibility of applying regulated deficit irrigation to peach orchards in the Emilia Romagna region. *Acta Horticulturae*, 335: 569- 573.

- 18- Mills T.M., Behboudian M.H. and Clothier B.E. 1996. Water relation growth and composition of Braeburn apple fruit under deficit irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(2): 286- 291.
- 19- Mills T.M., Behboudian M.H, Tan P.Y. and Clothier B.E. 1994. Plant water status and fruit quality in Braeburn apple. *HortScience*, 29(11): 1274- 1278.
- 20- Mills T.M., Clothier B.E. and Behboudian M.H. 1997. The water relations of Braeburn apple fruit grown under deficit irrigation. *Acta Horticulturae*, 446: 385- 392.
- 21- Monneveux P. and Belhassan E. 1996. The diversity of drought adaptation in the wide. *Plant Growth regulation*, 20: 85- 92.
- 22- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H., Dixon J., Neal S.M. and Caspari H.W. 2000. Improvement of fruit quality and storage potential of Braeburn apple through deficit irrigation. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(5): 615- 621.
- 23- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H. and Ganesh S. 2001. Fruit quality attributes and their interrelation ships of Braeburn apple in response to deficit irrigation and to crop load. *Gartenbauwissenschaft*, 66: 247- 253.
- 24- Nasr Z. and Michlia N.B. 2002. Deficit irrigation to reduce stalinizations in an apple orchard. *Acta Horticulturae*, 573: 283- 287.
- 25- Raese J.T. 1985. Nutrition practices to improve quality of “Anjou” pears discussed. *Goodfruit Grower*, 36:42-44.
- 26- Strabbioli G. 1992. The influence of regulated deficit irrigation (RDI) on the growth and productivity of peach trees. *Acta Horticulturae*, 315: 211- 217.



بررسی کالزایی و باززایی گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.) با استفاده از ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ

حمیرا هادیزاده^۱ - مهدی محب‌الدینی^{۲*} - بهروز اسماعیل‌پور^۳ - اسماعیل چمنی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۸

چکیده

کاسنی (*Cichorium intybus* L.) گیاه دارویی مهمی می‌باشد که به دلیل داشتن انواع مختلف ترکیبات دارویی حائز اهمیت می‌باشد. این تحقیق به منظور بهینه‌سازی کالوس‌زایی و باززایی گیاه کاسنی با استفاده از ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. در این آزمایش از غلظت‌های مختلف نفتالین استیک اسید (NAA) (۰، ۰/۰۳/۱، ۰/۰۶، ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر)، بنزیل آدنین (BA) (۰، ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) و کینتین (KIN) (۰، ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) استفاده گردید. صفات درصد کالوس‌زایی، درصد باززایی، تعداد نوساقه‌های باززایی شده در هر ریز نمونه بررسی شد. در ترکیب هورمونی نفتالین استیک اسید و بنزیل آدنین در هر دو ریز نمونه برگ و دمبرگ در همه ترکیب‌های هورمونی کالوس‌زایی مشاهده شد. در ترکیب هورمونی نفتالین استیک اسید و کینتین بیشترین درصد کالوس‌زایی در ریز نمونه برگ در محیط کشت حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید در ترکیب با هورمون کینتین با غلظت ۱ و یا ۰/۵ میلی گرم در لیتر مشاهده شد و در ریز نمونه دمبرگ بیشترین درصد کالوس‌زایی در محیط کشت حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۱ میلی گرم در لیتر کینتین حاصل شد. در ترکیب هورمونی نفتالین استیک اسید و بنزیل آدنین در هر دو ریز نمونه برگ و دمبرگ بیشترین باززایی از لحاظ درصد و تعداد نوساقه در محیط کشت موراشیگ و اسکوک (MS) حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۰/۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین‌دست آمد. در ترکیب هورمونی نفتالین استیک اسید و کینتین ریز نمونه برگ بیشترین باززایی از لحاظ درصد و تعداد نوساقه در محیط کشت موراشیگ و اسکوک حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۱ میلی گرم در لیتر کینتین و در ریز نمونه دمبرگ در محیط کشت موراشیگ و اسکوک حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید و ۰/۵ میلی گرم در لیتر کینتین بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: بنزیل آدنین، کینتین، محیط کشت، نفتالین استیک اسید، نوساقه

مقدمه

بیوتکنولوژی جهت افزایش تولید و بهره‌وری گیاهان دارویی معطوف نموده است. بیوتکنولوژی با بهره‌گیری از علوم مختلف مانند بیولوژی، بیوشیمی، ژنتیک و غیره و با استفاده از راهکارهای کشت سلول ها، اندام‌ها و بافت‌ها، مهندسی ژنتیک و نشانگرهای مولکولی قادر است کارایی گیاهان را به عنوان منابع تجدید پذیر جهت تولید دارو افزایش دهد (۵). کاسنی با نام علمی *Cichorium intybus* L. از تیره Asteraceae می‌باشد. گیاهی علفی، پایا با ریشه مخروطی شکل و دراز (۰/۵-۱ متر) به رنگ قهوه‌ای، ساقه راست و شاخه‌دار، برگ‌ها زمینی که به صورت متناوب، سر نیزه‌ای بدون دمبرگ و گل‌ها به رنگ آبی بوده و ارتفاع گیاه بین ۰/۵ - ۱ متر است (۲۴). منشأ اصلی این گیاه اروپای مرکزی مناطق غربی و مرکزی آسیا و شمال آفریقا است. پراکندگی وسیعی در نواحی مختلف ایران به خصوص شمال ایران،

امروزه تقاضا برای ترکیبات دارویی افزایش یافته است، اما برخی از این گیاهان، زیستگاه‌های طبیعی محدود دارند و بسته به شرایط محیطی و جغرافیایی محل رویش گیاه، جمع‌آوری آنها با مشکلاتی مواجه است. غلظت پایین این ترکیبات در گیاه، محدودیت منابع طبیعی، تخریب روز افزون جنگل‌ها، مراتع و فضای سبز، نابودی گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری، مشکلات مرتبط با اهلی نمودن و کشت زراعی این گیاهان، توجه محققین را به استفاده از راهکارهای

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیاران علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی

(*) - نویسنده مسئول: Email: Mohebodini@uma.ac.ir

آذربایجان و مناطق کوهستانی خراسان دارد (۱۰). ریشه، برگ و بذر آن دارای تعداد زیادی ترکیبات دارویی از قبیل اینولین، سسکوئین ترپن^۱، لاکتون^۲، کومارین^۳، فلاونوئیدها^۴ و ویتامین می باشد که به عنوان ضد هیپاتیت، ضد سرطان، اشتها آور، ضد نفخ و ضد التهاب استفاده می شود خواص ضد باکتریایی نیز برای عصاره ریشه کاسنی گزارش شده است (۱۴). از جمله عواملی که در تولید کالوس و باززایی مؤثرند، ژنوتیپ، تنظیم کننده های رشد، محیط کشت، نوع ریز نمونه، سن ریز نمونه و شرایط محیطی می باشد (۴). 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 می کند (۴).

مطالعه ای توسط پارک و همکاران (۱۵) برای باززایی ۴ ژنوتیپ مختلف گیاه کاسنی در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ^۵ (MS) با تنظیم کننده های رشد گیاهی ایندول استیک اسید^۶ (IAA) و بنزیل آمینو پورین^۷ (BAP) در غلظت های مختلف با دو ریز نمونه برگ و دمبرگ صورت گرفته است که از بین ژنوتیپ های مورد بررسی، در ژنوتیپ گویلیو^۸ بیشترین باززایی را در محیط کشت حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینو پورین گزارش کردند. رحمان و همکاران (۱۶) به منظور کالوس زایی و باززایی از ریز نمونه برگ گیاه کاسنی در شرایط درون شیشه ای در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ ترکیب های متفاوت تنظیم کننده های رشد گیاهی ایندول استیک اسید، بنزیل آدنین^۹ (BA) و کینتین^{۱۰} (KIN) در غلظت های مختلف استفاده نمودند که در ترکیب هورمونی ایندول استیک اسید و کینتین بیشترین درصد کالوس زایی (۸۴/۴ درصد) در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ حاوی ۰/۳۵ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱/۰۷ میلی گرم در لیتر کینتین و بیشترین درصد باززایی (۸۴/۴ درصد) و بیشترین تعداد نوساقه (۵/۹۲ عدد) در محیط کشت حاوی ۰/۰۸۷ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱/۰۵ میلی گرم در لیتر همچنین در ترکیب هورمونی ایندول استیک اسید و بنزیل آدنین بیشترین درصد کالوس زایی (۷۰ درصد) و بیشترین درصد باززایی (۶۱ درصد) و بیشترین تعداد نوساقه (۳/۹ عدد) در محیط کشت حاوی ۰/۰۸۷ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱/۰۵ میلی گرم در لیتر

بنزیل آدنین توسط رحمان و همکاران (۱۶) گزارش شد. جن وون و همکاران (۳) باززایی از ریز نمونه های کوتیلدون دو ژنوتیپ مختلف کاسنی رادشيو^{۱۱} و ایتالیانا^{۱۲} با استفاده از ترکیبات مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینو پورین در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد بیشترین تعداد شاخه (۵/۶ عدد) در ژنوتیپ رادشيو در محیط کشت حاوی ۱ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینو پورین و بیشترین تعداد شاخه (۵ عدد) در ژنوتیپ ایتالیانا در محیط کشت حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید و ۱ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینو پورین مشاهده شد. هیون جونگ و همکاران (۷) به منظور باززایی از ریز نمونه کوتیلدون کاسنی از ترکیبات مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی ایندول استیک اسید و بنزیل آمینو پورین در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ استفاده کردند. نتایج آزمایش آنها نشان داد که در محیط کشت حاوی ۱/۵ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینو پورین و ۰/۱ میلی گرم در لیتر ایندول استیک اسید بیشترین باززایی صورت گرفته است.

بیوتکنولوژی گیاهی فرصت های فوق العاده ای را برای رشد سریع و پیشرفت علم فراهم آورده است و از میان موضوعات مختلف بیوتکنولوژی، کشت بافت گیاهی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (۲۰). فنون کشت بافت گیاهی به ابزاری قدرتمند برای تکثیر گونه های گیاهی تبدیل شده است (۱۹). این تکنیک ها در گیاهان دارویی به سمت تولید متابولیت های ثانویه ویژه، حفاظت ژرم پلاسما یا توسعه اصول ریز ازدیادی گیاه سوق داده می شود (۱۲ و ۱۸). علاوه بر این، کشت بافت در بهبود ژنتیکی گیاهان با استفاده از روش های بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک نیز نقش بسیار مهمی دارد. پیش نیاز اصلی و اولین گام برای موارد فوق بهینه سازی یک سیستم کشت بافت مناسب است. بنابراین با توجه به اینکه مطالعاتی در رابطه با کشت بافت کاسنی بومی ایران گزارش نشده است، این تحقیق به منظور بهینه سازی روش باززایی مناسب با استفاده از غلظت های مختلف تنظیم کننده های رشد NAA، BA، KIN و ریز نمونه های برگ و دمبرگ این گیاه (ژنوتیپ بومی اصفهان) انجام شد.

مواد و روش ها

تهیه و ضد عفونی بذور

بذر گیاه کاسنی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. جهت ضد عفونی، بذور ابتدا به مدت ۳۰ دقیقه زیر آب جاری شستشو داده شدند. سپس زیر هود لامینار ابتدا در الکل اتانول ۷۰٪ به مدت ۹۰ ثانیه غوطه ور شدند و سپس با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ به مدت

- 1- Sesquiterpene
- 2- Lactone
- 3- Kumarin
- 4- Flavonoid
- 5- Skoog & Murashige
- 6- Indole Acetic Acid
- 7- BenzylAmino Pourin
- 8- Guilio
- 9- BenzylAdenine
- 10- Kinetin

۲۵ دقیقه ضد عفونی گردیدند. در نهایت ۳ بار با آب مقطر استریل به مدت ۱، ۵ و ۱۵ دقیقه شستشو داده شدند.

کشت بذور

بذور ضد عفونی شده در محیط کشت موراشیگ و اسکوک (MS) (۱۳) کشت گردیدند. داخل هر پتری دیش ۱۵ عدد بذور قرار گرفت. بذور جهت جوانه زنی به مدت ۴۸ ساعت در تاریکی قرار گرفتند. بعد از جوانه زنی کشت ها جهت رشد و نمو در اتاقک رشد با دمای 25 ± 2 درجه سانتی گراد و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

کشت ریز نمونه ها

چهار هفته بعد از رشد گیاهچه ها از آنها ریز نمونه های برگ و دم برگ تهیه شد. ریز نمونه های برگ و دم برگ به طول ۵ میلی متر برش داده شدند و در محیط کشت MS حاوی ترکیب غلظت های مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی کشت گردیدند. در هر تکرار ۸ ریز نمونه کشت گردید. بعد از استقرار ریز نمونه ها در محیط کشت، اطراف پتری دیش ها با پارافیلیم بسته شد و در دمای 25 ± 2 درجه سانتی گراد و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی (شدت نور ۲۰۰۰ لوکس) و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند.

صفات مورد اندازه گیری در این تحقیق شامل درصد کالوس زایی، درصد باززایی، میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه بود که بعد از چهار هفته از کشت ریز نمونه ها یادداشت برداری صورت گرفت.

تیمارهای هورمونی

ریز نمونه ها جهت باززایی در محیط کشت MS در غلظت های $(0.1, 0.3, 0.6, 1 \text{ mg l}^{-1})$ میلی گرم در لیتر) نفتالین استیک اسید (NAA)، $(0.1, 0.5, 1, 1.5 \text{ mg l}^{-1})$ میلی گرم در لیتر) بنزیدل آدنین (BA) و $(0.5, 1, 1.5 \text{ mg l}^{-1})$ میلی گرم در لیتر) کنتین (KIN) مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی جهت باززایی ریز نمونه های برگ و دم برگ انجام شد. محیط کشت MS در آزمایش اول حاوی ترکیب غلظت های مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی (BA و NAA) در ۲۵ ترکیب هورمونی (جدول ۱) در ۳ تکرار و در داخل هر تکرار ۸ ریز نمونه و محیط کشت MS در آزمایش دوم حاوی ترکیب غلظت های مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی (KIN و NAA) در ۴ تکرار و در داخل هر تکرار ۸ ریز نمونه و ۲۰ ترکیب هورمونی (جدول ۲) بودند.

تجزیه و تحلیل آماری

داده ها توسط نرم افزار SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس نرمال بودن داده ها مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

صفات مورد اندازه گیری

جدول ۱- غلظت های مختلف NAA و BA در محیط های کشت برای القای کالوس و باززایی در ریز نمونه های برگ و دم برگ

Table 1- Different combinations of NAA and BA in MS medium used for callus induction and regeneration from leaf and petiole explants

ترکیبات تیماری (mg l^{-1}) Treatment combinations (mg l^{-1})	محیط کشت Medium	ترکیبات تیماری (mg l^{-1}) Treatment combinations (mg l^{-1})	محیط کشت Medium
0.3NAA + 1BA	M14	0NAA + 0BA	M1
0.3NAA + 1.5BA	M15	0NAA + 0.1BA	M2
0.6NAA + 0BA	M16	0NAA + 0.5BA	M3
0.6NAA + 0.1BA	M17	0NAA + 1BA	M4
0.6NAA + 0.5BA	M18	0NAA + 1.5BA	M5
0.6NAA + 1BA	M19	0.1NAA + 0BA	M6
0.6NAA + 1.5BA	M20	0.1NAA + 0.1BA	M7
1NAA + 0BA	M21	0.1NAA + 0.5BA	M8
1NAA + 0.1BA	M22	0.1NAA + 1BA	M9
1NAA + 0.5BA	M23	0.1NAA + 1.5BA	M10
1NAA + 1BA	M24	0.3NAA + 0BA	M11
1NAA + 1.5BA	M25	0.3NAA + 0.1BA	M12
		0.3NAA + 0.5BA	M13

جدول ۲- غلظت‌های مختلف NAA و KIN در محیط‌های کشت برای القای کالوس و باززایی در ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ
Table 2- Different combinations of NAA and KIN in MS medium used for callus induction and regeneration of leaf and petiole explants

ترکیبات تیماری (mg l ⁻¹) Treatment combinations (mg l ⁻¹)	محیط کشت Medium	ترکیبات تیماری (mg l ⁻¹) Treatment combinations (mg l ⁻¹)	محیط کشت Medium
0.3NAA + 1 KIN	R11	0 NAA + 0 KIN	R1
0.3 NAA + 1.5 KIN	R12	0 NAA + 0.5 KIN	R2
0.6 NAA + 0 KIN	R13	0 NAA + 1 KIN	R3
0.6 NAA + 0.5 KIN	R14	0 NAA + 1.5 KIN	R4
0.6 NAA + 1KIN	R15	0.1 NAA + 0 KIN	R5
0.6 NAA + 1.5 KIN	R16	0.1 NAA + 0.5 KIN	R6
1 NAA + 0 KIN	R17	0.1NAA + 1 KIN	R7
1 NAA + 0.5 KIN	R18	0.1NAA + 1.5 KIN	R8
1 NAA + 1KIN	R19	0.3 NAA + 0KIN	R9
1 NAA + 1.5KIN	R20	0.3 NAA + 0.5 KIN	R10

نتایج و بحث

بودند کالوس‌زایی مشاهده نشد. نتایج نشان داد جهت تولید کالوس وجود هورمون ضروری است و در محیط کشت فاقد هورمون کالوس تولید نگردید. نتایج مشابهی نیز در این رابطه توسط دانشمندان دیگر در چند گونه گیاهی ثبت شده است (۱، ۲، ۸ و ۲۲) تحقیقات نشان داده است که در محیط کشت دارای اکسین و فاقد سایتوکینین، کالوس تولید می‌گردد اما بدون حضور اکسین کالوس تولید نمی‌شود (۵). در گزارشی درلپه‌های گیاه گردو نیز بدون وجود اکسین در محیط کشت، کالوس تولید نگردید (۱۷). سایر محققان کالوس‌زایی ریز نمونه‌های این گیاه را با ترکیب هورمونی NAA و BA گزارش نکرده‌اند. رحمان و همکاران (۱۶) IAA را در ترکیب با BA برای کالوس‌زایی ریز نمونه برگ گیاه کاسنی استفاده کردند، که بیشترین کالوس‌زایی را در محیط کشت حاوی ۰/۰۸۷ میلی گرم در لیتر IAA و ۱/۰۵ میلی گرم در لیتر BA (۷۰ درصد) گزارش کردند. لیم و همکاران (۱۱) کالوس‌زایی ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ گیاه کاسنی را با ترکیب‌های هورمونی (BAP و NAA) و (BAP و IAA) در غلظت‌های مختلف مورد مطالعه قرار دادند که ترکیب NAA با BAP در همه تیمارها منجر به ۱۰۰ درصد کالوس‌زایی شدند و درصد کالوس‌زایی را در ترکیب اکسین IAA با سایتوکینین BAP از ۲۰ تا ۹۵ درصد متغیر گزارش کردند. ولایوتام و همکاران (۲۱) کالوس‌زایی ریز نمونه برگ گیاه کاسنی را با اکسین‌های مختلف IAA، NAA، IBA و 2-4-D در ترکیب با سایتوکینین BAP بررسی کردند که بیشترین درصد کالوس‌زایی را در ترکیب هورمونی BAP و NAA نسبت به سایر ترکیب‌های هورمونی گزارش کردند.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل هورمون‌های NAA و BA نشان داد که ترکیبات تیماری مختلف اثرات متفاوتی بر روی باززایی داشتند. بررسی اثر ترکیب‌های مختلف هورمونی NAA و

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اثرات اصلی و اثرات متقابل غلظت‌های مختلف ترکیب هورمون‌های NAA و BA بر صفات درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه، در ریز نمونه برگ و دم‌برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). همچنین نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثرات اصلی و اثرات متقابل غلظت‌های مختلف ترکیب هورمون‌های KIN و NAA بر صفات درصد کالوس‌زایی، درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه، در ریز نمونه برگ و دم‌برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). در این تحقیق ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ کشت شده در محیط کشت حاوی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی NAA و BA بعد از گذشت دو هفته در اکثر محیط‌های کشت به القای کالوس واکنش نشان دادند. درصد کالوس‌زایی در همه محیط‌های کشت با سطوح مختلف اکسین و سایتوکینین (NAA و BA) به غیر از شاهد (فاقد هورمون) و محیط‌های کشت فاقد اکسین (BA به تنهایی) در هر دو ریز نمونه برگ و دم‌برگ (۱۰۰ درصد) بود. نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل هورمون‌های NAA و KIN برای صفت کالوس‌زایی نشان داد از بین تیمارهای مورد بررسی با غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و KIN بیشترین درصد کالوس‌زایی برای ریز نمونه برگ در محیط کشت R11 حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر NAA و ۱ میلی گرم در لیتر KIN و محیط کشت R12 حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر NAA و ۱/۵ میلی گرم در لیتر KIN (۷۱/۸ درصد) مشاهده شد. بیشترین درصد کالوس‌زایی برای ریز نمونه دم‌برگ در محیط کشت R11 حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر NAA و ۱ میلی گرم در لیتر KIN (۸۱/۲۵ درصد) حاصل شد. در محیط کشت شاهد (فاقد هورمون) و محیط‌های کشتی که فاقد هورمون اکسین

BA (از لحاظ درصد و میانگین باززایی در هر تیمار) در ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ نشان داد بیشترین درصد باززایی در ریز نمونه برگ (۷۱ درصد) و بیشترین میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه برگ (۲/۷ عدد) و بیشترین درصد باززایی در ریز نمونه دمبرگ (۷۳ درصد) و بیشترین میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه دمبرگ (۲/۷۳ عدد)

در محیط کشت M12 حاوی ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BA بدست آمد. محیط کشت M7 حاوی ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر NAA و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر BA با ۵۸ درصد باززایی و ۲ عدد میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه، در ریز نمونه برگ باززایی بهتری نشان داد.

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر ترکیبات هورمونی NAA و BA بر صفات مورد ارزیابی در ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ
Table 3- Analysis of variance for the effect of different combinations of NAA and BA on some characteristics in leaf and petiole explants

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares			
		ریز نمونه برگ Leaf explant		ریز نمونه دمبرگ Petiole explant	
		درصد باززایی Regeneration percent	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد باززایی Regeneration percent	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots
NAA	4	48.2**	0.623**	34.3**	0.374**
BA	4	36.1**	0.436**	25.3**	0.338**
NAA×BA	16	9.9**	0.144**	7.38**	0.1**
اشتباه آزمایشی (Error)	50	0.467	0.039	0.36	0.041
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variations	-	21.3	22.1	23.3	23.7

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

** : Significant at probability level of 1 %

جدول ۴- تجزیه واریانس تاثیر ترکیبات هورمونی NAA و KIN بر صفات مورد ارزیابی ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ
Table 4- Analysis of variance for the effects of different combinations of NAA and KIN on some characteristics in leaf and petiole explants

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares					
		ریز نمونه برگ Leaf explant			ریز نمونه دمبرگ Petiole explant		
		درصد باززایی Regeneration percent	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد کالوس‌زایی Callusinduction percent	درصد باززایی Regeneration percent	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد کالوس‌زایی Callusinduction percent
NAA	4	67.8**	0.35**	93**	22.9**	0.038**	87.7**
KIN	3	31.7**	0.152**	62.4**	15.7**	0.027**	77.7**
NAA×KIN	12	9.5**	0.072**	12.3**	8.5**	0.021**	15.4**
اشتباه آزمایشی (Error)	60	0.479	0.02	0.283	0.228	0.004	0.707
ضریب تغییرات (%) Coefficient of variations		27	17.2	16.4	23.8	8.4	25.8

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

** : Significant at probability level of 1 %

جدول ۵- مقایسه میانگین تاثیر ترکیب هورمونی NAA و BA بر صفات مورد ارزیابی در ریز نمونه های برگ و دم برگ

Table 5- Compare means for different combinations of NAA and BA in leaf and petiole explants

محیط کشت Medium	ریز نمونه دم برگ Petiole explant			ریز نمونه برگ Leaf explant		
	کالوس زایی Callus induction	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد باززایی Regeneration percent	کالوس زایی Callus induction	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد باززایی Regeneration percent
M1	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M2	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M3	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M4	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M5	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M6	-	0 ^d	0 ^e	-	0 ^e	0 ^g
M7	+	0.8b ^{cd}	38 ^c	+	2 ^a	58 ^{ab}
M8	+	0.56b ^{cd}	18.6 ^d	+	1.66 ^{ab}	41 ^{cd}
M9	+	0.17 ^d	14 ^d	+	0.83 ^{bc}	36 ^{cd}
M10	+	0 ^d	0 ^e	+	0.2 ^{cd}	8.3 ^f
M11	+	0 ^d	0 ^e	+	0 ^e	0 ^g
M12	+	2.73 ^a	73 ^a	+	2.7 ^a	71 ^a
M13	+	1.4 ^b	47 ^b	+	1.66 ^{ab}	48.3 ^{bc}
M14	+	0.76b ^{cd}	33.3 ^c	+	0.33 ^{cd}	36.6 ^{cd}
M15	+	0.07 ^d	9.3 ^d	+	0.16 ^{cd}	9 ^f
M16	+	0 ^d	0 ^e	+	0 ^e	0 ^g
M17	+	0.93 ^{bc}	42 ^b	+	0.33 ^{cd}	37 ^{cd}
M18	+	0.43 ^{bcd}	21 ^{cd}	+	0.26 ^{cd}	37 ^{cd}
M19	+	0.09 ^d	11.7 ^d	+	0.13 ^{cd}	16.6 ^e
M20	+	0.09 ^d	9.3 ^d	+	0.13 ^{cd}	15.3 ^e
M21	+	0 ^d	0 ^e	+	0 ^e	0 ^g
M22	+	0 ^d	0 ^e	+	0 ^e	0 ^g
M23	+	0 ^d	0 ^e	+	0 ^e	0 ^g
M24	+	0.09 ^d	9 ^d	+	0.16 ^{cd}	15.3 ^e
M25	+	0.2 ^{cd}	14 ^d	+	0.13 ^{cd}	19.6 ^e

میانگین های با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی داری از لحاظ آماری ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different

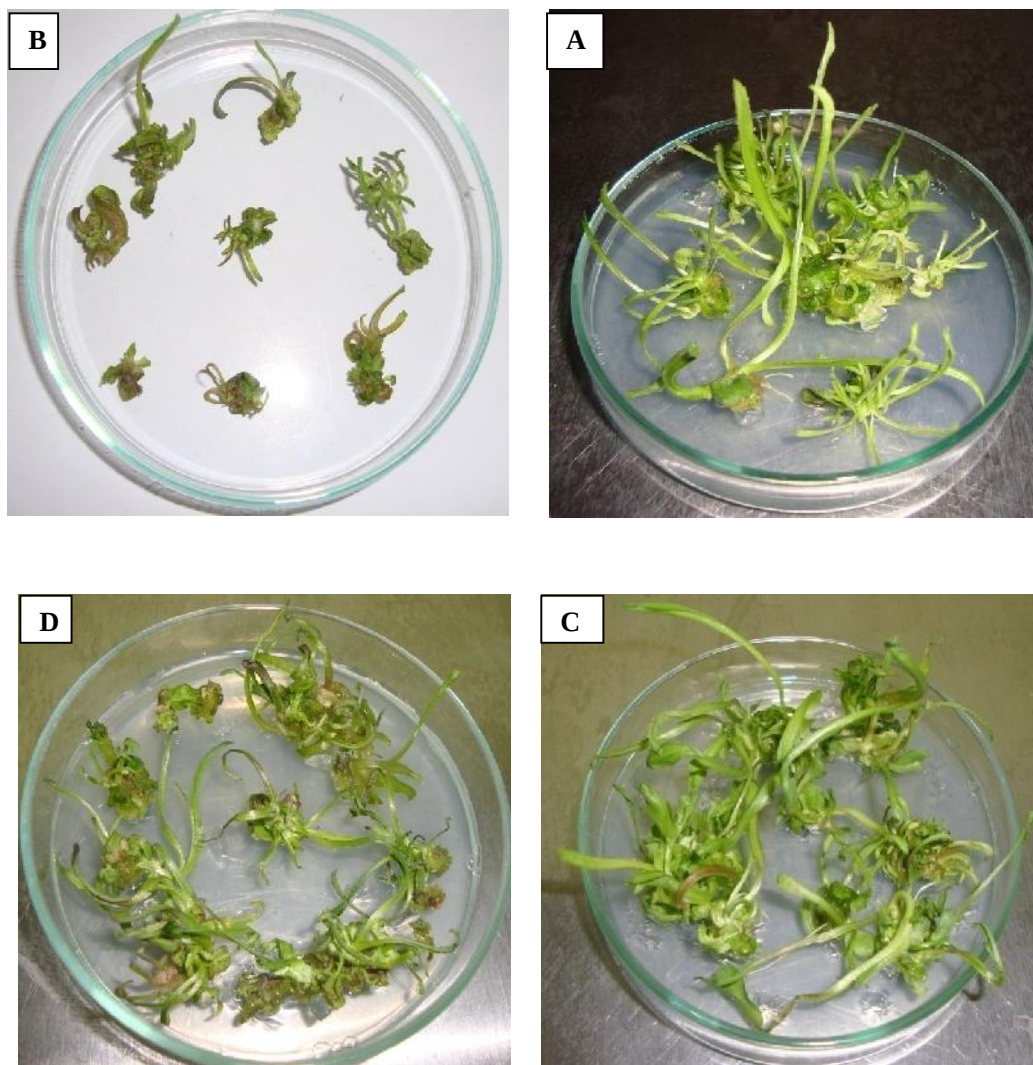
میکرومولار NAA و ۰/۴۴ میکرومولار BA) بدست آوردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل هورمون های NAA و KIN نشان داد از بین تیمارهای مورد بررسی با غلظت های مختلف ترکیب هورمونی NAA و KIN، در ریز نمونه برگ بیشترین درصد باززایی (۶۵/۶ درصد) و بیشترین میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه (۱/۳۷ عدد) در محیط کشت R7 حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر NAA و ۱ میلی گرم در لیتر KIN مشاهده شد و در ریز نمونه دم برگ بیشترین درصد باززایی (۴۰/۶ درصد) و بیشترین میانگین تعداد نوساقه در هر ریز نمونه (۰/۵ عدد) در محیط کشت R10 حاوی

کمترین باززایی (صفر) در تیمار شاهد و تیمارهای بکار رفته هر یک از هورمون ها به تنهایی و همچنین در غلظت های ۱ میلی گرم در لیتر NAA بعلاوه ۰/۱ و ۰/۵ میلی گرم در لیتر BA باززایی مشاهده شد. با افزایش غلظت هورمون BA درصد باززایی کاهش یافت و بیشترین باززایی در غلظت های پایین BA بدست آمد (جدول ۵). کاناموتو و همکاران (۹) در آزمایشی برای باززایی ریز نمونه برگ گیاه کاهو بیشترین باززایی را در غلظت های پایین NAA و BA (۰/۱ میلی گرم در لیتر NAA و ۰/۱ میلی گرم در لیتر BA) گزارش کردند. هاتر و بوریت (۶) نیز بیشترین میزان نوساقه را در ریز نمونه کوتیلدون گیاه کاهو در غلظت های پایین NAA و BA (۰/۵۴)

ترکیب با غلظت‌های به کار رفته هورمون KIN باززایی مشاهده نشد (جدول ۶).

۰/۳ میلی گرم در لیتر NAA و ۰/۵ میلی گرم در لیتر KIN بدست آمد. نتایج آزمایش نشان داد در هر دو ریز نمونه برگ و دمبرگ از بین غلظت‌های مختلف هورمون NAA، غلظت ۱ میلی گرم در لیتر در



شکل ۱- اثر ترکیبات مختلف NAA و سیتوکینین‌های مختلف بر باززایی از ریزنمونه‌های برگ و دمبرگ. الف: NAA و BA در ریز نمونه برگ، ب: NAA و BA در ریز نمونه دمبرگ، ج: NAA و KIN در ریز نمونه برگ، د: NAA و KIN در ریز نمونه دمبرگ

Figure 1- Effect of different combinations of NAA and different cytokinins on regeneration from leaf and petiole explants. A: NAA and BA on leaf explant. B: NAA and BA on petiole explant. C: NAA and KIN on leaf explant. D: NAA and KIN on petiole explant

۰/۳ میلی گرم در لیتر KIN به ترتیب (۵۵ درصد و ۱/۴ عدد) گزارش کردند. لیم و همکاران (۱۱) در آزمایشی جهت باززایی ریز نمونه برگ و دمبرگ گیاه کاسنی با ترکیب‌های هورمونی NAA، BAP و IAA و BAP بیشترین درصد باززایی را در ریز نمونه برگ و دمبرگ در

یوسسان و همکاران (۲۳) در آزمایشی با غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و KIN در محیط کشت MSMO بیشترین باززایی و بیشترین میانگین تعداد نوساقه را در ریز نمونه برگ گیاه کاسنی در محیط کشت حاوی ۰/۳ میلی گرم در لیتر NAA و ۰/۵

میلی گرم در لیتر IAA و ۱ میلی گرم در لیتر BAP (۵ عدد) گزارش کردند.

نتایج همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ

بررسی همبستگی بین صفات درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ در غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و BA (جدول ۷) نشان داد که همبستگی بین درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در هر دو ریز نمونه برگ و دمبرگ مثبت و معنی‌دار بود.

محیط کشت حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر NAA و ۲ میلی گرم در لیتر BAP به ترتیب (۷۸ درصد و ۵۵ درصد) و در محیط کشت حاوی ۱ میلی گرم در لیتر IAA و ۰/۵ میلی گرم در لیتر BAP در هر دو ریز نمونه برگ و دمبرگ باززایی را (۱۰۰ درصد) گزارش کردند. پارک و همکاران (۱۵) بیشترین درصد باززایی را در ریز نمونه برگ گیاه کاسنی در در محیط کشت حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر IAA و ۱ میلی گرم در لیتر BAP گزارش کردند. جن وون و همکاران (۳) در آزمایشی با غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی IAA و BAP جهت باززایی ریز نمونه کوتیلدون دو ژنوتیپ رادشيو و ایتالیانا گیاه کاسنی بیشترین تعداد شاخه در ژنوتیپ رادشيو در محیط کشت حاوی ۱ میلی گرم در لیتر IAA و ۱ میلی گرم در لیتر BAP (۵/۶ عدد) و بیشترین تعداد شاخه در ژنوتیپ ایتالیانادر محیط کشت حاوی ۰/۱

جدول ۶- مقایسه میانگین تاثیر ترکیب هورمونی NAA و KIN بر صفات مورد ارزیابی در ریز نمونه‌های برگ و دمبرگ

Table 6- Compare means for different combinations of NAA and KIN in leaf and petiole explants

محیط کشت Medium	ریز نمونه دمبرگ Petiole explant			ریز نمونه برگ Leaf explant		
	کالوس‌زایی Callusinduction	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد باززایی Regeneration percent	کالوس‌زایی Callusinduction	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد باززایی Regeneration percent
R1	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R2	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R3	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R4	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R5	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R6	0 ^f	0.03 ^{cd}	3.12 ^d	0 ^f	0.56 ^{bc}	37.5 ^b
R7	0 ^f	0.25 ^b	25 ^b	0 ^f	1.37 ^a	65.6 ^a
R8	12.5 ^e	0.21 ^b	15.62 ^c	0 ^f	0.5 ^{bc}	37.5 ^b
R9	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R10	12.5 ^e	0.5 ^a	40.6 ^a	34.3 ^c	0.24 ^{cde}	19 ^c
R11	81.25 ^a	0.18 ^{bc}	18.75 ^c	71.8 ^a	0.12 ^{de}	9.5 ^d
R12	62.5 ^a	0.03 ^{cd}	3.1 ^d	71.8 ^a	0.03 ^e	3.1 ^{de}
R13	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R14	43.75 ^b	0.15 ^{bcd}	18.75 ^c	31.2 ^{cd}	0.74 ^b	31.2 ^b
R15	68.75 ^a	0.12 ^{cd}	12.5 ^c	53.1 ^b	0.46 ^{bcd}	40 ^b
R16	78.1 ^a	0.15 ^{bcd}	25 ^b	62.5 ^{ab}	0.78 ^b	50 ^b
R17	0 ^f	0 ^d	0 ^d	0 ^f	0 ^e	0 ^e
R18	15.62 ^{de}	0 ^d	0 ^d	25 ^{de}	0 ^e	0 ^e
R19	25 ^{cd}	0 ^d	0 ^d	31.2 ^{cd}	0 ^e	0 ^e
R20	37.5 ^{bc}	0 ^d	0 ^d	37.5 ^c	0 ^e	0 ^e

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different

جدول ۷- همبستگی بین درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در ترکیبات هورمونی NAA و BA در ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ
Table 7- Correlation between regeneration and mean number of shoots for treatments of NAA and BA in leaf and petiole explants

	ریز نمونه دم‌برگ Petiole explant	ریز نمونه برگ Leaf explant
	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots
درصد باززایی Regeneration percent	0.774**	0.784**

** : معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

** : Significant at probability level of 1 %

جدول ۸- همبستگی بین درصد کالوس‌زایی، درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه در ترکیبات هورمونی NAA و KIN در ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ
Table 8- Correlation among callus induction, regeneration and mean number of shoots for treatments of NAA and KIN in leaf and petiole explants

	ریز نمونه دم‌برگ Petiole explant		ریز نمونه برگ Leaf explant	
	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد کالوس‌زایی Callus induction percent	میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	درصد کالوس‌زایی Callus induction percent
درصد باززایی Regeneration percent	0.827**	0.38**	0.84**	0.17 ^{ns}
میانگین تعداد نوساقه Mean number of shoots	1	0.208**	1	0.096 ^{ns}

^{ns}, **: به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪

^{ns}, **: Non-significant and significant at probability level of 1 %, respectively

بیشترین باززایی در هر دو ریز نمونه برگ و دم‌برگ در غلظت‌های پایین BA مشاهده شد و با افزایش غلظت BA میزان باززایی کاهش یافت. همچنین آزمایش بررسی اثر غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و KIN بر باززایی ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ نشان داد. در ریز نمونه‌های برگ و دم‌برگ در غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر NAA در ترکیب با غلظت‌های مختلف بکار رفته KIN باززایی صورت نگرفت. طبق نتایج بدست آمده از هر دو آزمایش در ریز نمونه برگ نسبت به ریز نمونه دم‌برگ کالوس‌زایی و باززایی بهتری مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل از کشت بافت در این تحقیق می‌توان پیشنهاد کرد که تیمارهای اعمال شده در این تحقیق بر روی ژنوتیپ‌های بومی دیگر کشور اعمال شود و بهترین ژنوتیپ‌های پاسخ دهنده به کشت بافت تعیین شوند.

همچنین در غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و KIN، بررسی همبستگی بین درصد کالوس‌زایی، درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه (جدول ۸) نشان داد که در ریز نمونه برگ همبستگی بین درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه مثبت و معنی‌دار بود. همچنین بررسی همبستگی در ریز نمونه دم‌برگ نشان داد همبستگی بین درصد باززایی و میانگین تعداد نوساقه و درصد کالوس‌زایی مثبت و معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بدست آمده از آزمایش بررسی اثر غلظت‌های مختلف ترکیب هورمونی NAA و BA بر کالوس‌زایی و باززایی ریز نمونه برگ و دم‌برگ نشان داد در هر دو ریز نمونه برگ و دم‌برگ در همه ترکیب‌های هورمونی کالوس‌زایی مشاهده شد. از لحاظ باززایی

منابع

- 1- Abd Elaleem K.G., Modawi R.S., and Khalafalla M.M. 2009. Effect of plant growth regulators on callus induction and plant regeneration in tuber segment culture of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Diamant. African Journal of Biotechnology, 11: 2529-2534.
- 2- Ahmad N., Fazal H., and Zamir R. 2011. Callogenesis and shoot organogenesis from flowers of *Stevia rebaudiana* (Bert.). Sugar Technology, 2: 174 - 177.
- 3- Geun-Won CH., Dae-Sung K., Hyeon-Jeong H., Won Byoung CH., and Youn-Hyung L. 2009. Plant regeneration from cotyledon explants in leaf chicory (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*). Horticulture, Environment and Biotechnology, 1: 40 - 44.
- 4- Han Y., Jin X., Wu F., and Zhang G. 2011. Genotypic differences in callus induction and plant regeneration from mature embryos of barley, *Hordeum vulgare* L., Journal of Zhejiang University Science, 5: 399-407.
- 5- Hohtola A. 1988. Seasonal changes in explant viability and contamination of tissue culture from mature scotpine. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 15: 211-222.
- 6- Hunter D.C., and Burritt D.J. 2002. Improved adventitious shoot production from cotyledon explants of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Scientia Horticulturae, 95: 269-276.
- 7- Hyeon-Jeon, H., Hea-Jung, J., Geun-Won, CH. 2009. Shoot regeneration from cotyledon explants in root chicory affected by culture temperature and medium composition, Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 4: 662-667.
- 8- Jayasree T., Pavan U., Ramesh M., and Rao A.V. 2001. Somatic embryogenesis from leaf culture of potato. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 64: 13-17.
- 9- Kanamoto H., Yamashita A., Asao H., Okumura S., Takase H., Hattori M., Yokota A., and Tomizawa K.I. 2006. Efficient and stable transformation of *Lactuca sativa* L. cv. Cisco (lettuce) plastids. Transgenic Research, 15: 205-217.
- 10- Karimi H. 1975. Plant of Iran. Jahad University Press publisher. pp: 772-773. (In persian)
- 11- Lim T.L., Park E.J., Lee J.Y., Chun I.J., and An G.H. 2003. High plant regeneration and ectopic expression of OsMADS1 gene in root chicory (*Cichorium withintybus* L. var. *sativus*). Journal of Plant Biotechnology, 4: 215-219.
- 12- Lima S.S., Esquilb, M. A., Henreiques A.B., Silva F.O., Silva P.H.B., and Lage C.L.S. 2001. Monoclonal culture of erva-de-bicho (*polygonum acre* HBK var. *aquatile*) for commercial scale production of a phyto- therapeutic medicine. Brazilian Journal Medicinal Plant, 4: 51-55.
- 13- Murashige T., and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15: 473-497.
- 14- Nandagopal S., and Ravjitha Kumari B.D. 2006. Adeninsulphate induced high frequency shoot organogenesis in callus and *in vitro* flowering of *Cichorium intybus*. L. cv . Focus-apotent medicinal plant. Acta agricultura eslovenica, 2: 415-425.
- 15- Park E., and Lim H. 1999. Establishment of an efficient *in vitro* plant regeneration system in chicory (*Cichorium intybus* L. var. *sativus*). Acta Horticulturae, 483: 367- 370.
- 16- Rehman R.U., Israr P.S., Srivastava P.S., Bansal K.C., and Abdin M.Z. 2003. *In vitro* regeneration of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.) from leaf explants and accumulation of esculin. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 39: 142-146.
- 17- Rodriguez R. 1982. Callus initiation and root formation from *in vitro* culture of walnut cotyledon. Hort Science, 17: 195-196.
- 18- Rout G.R., Samantarary S., and Das, P. 2000. *In vitro* manipulation and propagation of medicinal plants. Biotechnology Advances, 18: 91-120.
- 19- Sebastina M.M. 2004. *In vitro* callus induction and plants from stem and petiole explants of *salvia canariensis* L. Journal of plant Tissue culture, 14: 167-172.
- 20- Tripathi L., and Tripath J.N. 2003. Role of biotechnology in medicinal plants, Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2: 243-253.
- 21- Velayutham P., Ranjithakumari B.D., and Baskaran P. 2006. An efficient *in vitro* plant regeneration system for *Cichorium intybus* L. an important medicinal plant. Journal of Agricultural Technology, 2: 287-298.
- 22- Yasmin S., Nasiruddin K.M., Begum R., and Talukder S.K. 2003. Regeneration and establishment of potato plantlets through callus formation with BAP and NAA, Asian Journal of Plant Sciences, 12: 936-940.
- 23- Yucesan B., Turker A.U., and Gurel E. 2007. TDZ-induced high frequency plant regeneration through multiple shoot formation in witloof chicory (*Cichorium intybus* L.). Plant Cell, tissue and organ Culture, 91: 243-250.
- 24- Zargari A. 1989. Medicinal plants. Tehran university press. pp: 176. (In persian)



تأثیر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر شاخص‌های رویشی گیاه زینتی دارویی پروانش (*Catharanthus roseus* L.)

اسماعیل چمنی^{۱*} - محمد بنیادی^۲ - علیرضا قنبری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۱۸

چکیده

گیاه پروانش یکی از عمده‌ترین گیاهان زینتی - دارویی بوده که به علت وجود آلکالوئیدهای ارزشمند در پیکر رویشی و ریشه پروانش، در اکثر فارماکوپه‌ها به عنوان یک گیاه دارویی بسیار مهم تلقی می‌شود. با توجه به اهمیت این گیاه، آزمایشی به منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در پنج غلظت (۰، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر شاخص‌های رشدی گل پروانش، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف تأثیر معنی داری بر میزان ارتفاع، تعداد برگ، کلروفیل، هدایت روزنه‌ای، تعداد گل، تعداد غلاف و تعداد ساقه جانبی داشت. همچنین بر میزان قطر ساقه اصلی بی‌تأثیر بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بیشترین و تیمار شاهد کمترین ارتفاع را داشت. تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین تعداد برگ را داشت. تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین میزان کلروفیل و بیشترین هدایت روزنه‌ای را داشت.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، کلروفیل، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

توجه قرار گرفته گیاه پروانش (پریوش) است (۱). از میان ۱۳۰ نوع آلکالوئید ایندولی - ترپنوئیدی که در گیاه پروانش شناسایی شده است وین کریستین^۷ و وین بلاستین جزء مهم‌ترین آلکالوئیدهای پروانش هستند که برای درمان انواع سرطان‌ها به کار می‌رود. سرطان به عنوان یک بیماری با اساس ژنتیکی، یکی از اصلی‌ترین نگرانی‌های جوامع بشری است. سالانه درصد بالایی از مرگ و میر در جوامع مختلف بر اساس سرطان، گزارش می‌شود. از جمله روش‌های درمانی که برای انواعی از سرطان‌ها استفاده می‌شود، شیمی درمانی به کمک مجموعه آلکالوئیدهای وینکا (از جمله وین کریستین و ...) است (۳۹) و (۵۱). وین بلاستین به عنوان عضوی موثر از این دسته، با توجه به کم بودن درصد سم و تأثیر در دوزهای بسیار پایین، امروزه مورد استفاده وسیع قرار می‌گیرد. این مواد به طور کلی به عنوان متوقف کننده‌های تشکیل دوک میتوزی در سلول‌های در حال تقسیم شناخته شده‌اند. وین بلاستین با تغییر فوق ساختاری در اتصال کینوتوکور - میکروتوبول و همچنین سانتروزم در سلول‌های در حال تقسیم، باعث توقف دوک میتوزی می‌شود (۵۱).

گل پروانش با نام علمی کاتارانتوس روزئوس^۴ و نام انگلیسی ماداگاسکار پریوینکل^۵، یکی از گیاهان دارویی مهم و از تیره خزرهره^۶ می‌باشد (۱). گیاهی است بومی نواحی استوایی که ارتفاع آن به ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر می‌رسد (۵) و به صورت درختچه‌ای چند ساله است که البته در مناطق سرد به صورت یکساله کشت می‌شود (۱). پروانش دارای ساقه‌ای استوانه‌ای و مستقیم است و طول ریشه اصلی پروانش به ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. این ریشه‌ها انشعاب‌های کمی دارند. برگ‌ها ساده، براق، چرمی، تخم مرغی شکل و متقابل هستند و دمبرگ کوتاهی نیز دارند. گل‌ها در انتهای ساقه‌های اصلی و فرعی پدیدار می‌شوند و به رنگ سفید یا صورتی می‌باشند. یکی از عمده‌ترین گیاهان زینتی - دارویی که امروزه به عنوان گیاه دارویی در جهان مورد

۱ و ۲ - به ترتیب دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*) - نویسنده مسئول: Email: echamani@uma.ac.ir

4- *Catharanthus roseus* L
5- Madagascar periwinkle
6- Apocynaceae

7- Vincristine

طرف دیگر اسید هیومیک دارای اثرات مستقیم شامل افزایش تجمع بیوماس، جذب عناصر غذایی، بیوستز، فعالیت‌های ضد ویروسی و غیره می‌باشد (۱۱). باتوجه به اثرات متعدد مواد هیومیکی روی گیاهان، تاکنون مطالعات زیادی در این باره صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. فرناندز-اسکوبار و همکاران (۱۸)، با پاشش عصاره لئوناردیت بر زیتون در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه دریافتند که تجمع پتاسیم، بر، منیزیم و آهن در برگ‌ها افزایش می‌یابد و رشد ساقه‌ها بیشتر می‌شود ولی اگر میزان پتاسیم و نیتروژن برگ کمتر از حد کافی باشد، پاشش اسید هیومیک نمی‌تواند آن را جبران کند. تجادا و گونزالز (۴۷) نشان دادند پاشش اسید هیومیک و اسیدهای آمینه روی گیاهان مارچوبه توانست جذب اغلب عناصر کم مصرف و پر مصرف را در اندام‌های هوایی و ریزوم‌ها افزایش دهد و از طرف دیگر باعث افزایش کلروفیل و کاروتنوئید ساقه‌های خوراکی شود. کوچکی و همکاران (۶) در نتیجه آزمایشی که بر روی گیاه دارویی زوفا^۱ انجام دادند نشان دادند کاربرد کودهای بیولوژیکی نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد، عملکرد اندام‌های هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا دارد. در برخی منابع به تاثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در رشد گیاه دارویی آویشن باغی^۲ (۵۰) و اکلیل کوهی^۳ اشاره شده است (۱۵). انتظار می‌رود با توجه به مطالب ذکر شده بتوان با تیمار اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک خصوصیات ظاهری این گیاه را جهت استفاده دو منظوره تحت تاثیر قرار داد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش بذور F_2 پروانش در مخلوط ۴:۱ پیت ماس به پرلایت و در داخل سینی‌های کشت، کاشته شدند. در مرحله ظهور ۲ برگ حقیقی با کود N:P:K به نسبت ۱۹:۶:۲۰ جهت توسعه سیستم ریشه به غلظت یک در هزار تغذیه شدند. پس از ظهور چهار برگ حقیقی با کود N:P:K به نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ به همراه عناصر میکرو جهت توسعه اندام هوای تغذیه شدند. گیاهچه‌های حاصله در مرحله شش برگی به گلدان‌های اصلی (ارتفاع گلدان ۳۰ و قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر) انتقال داده شدند. ترکیب خاکی بستر گلدان‌های اصلی شامل دو قسمت خاک، یک قسمت ماسه و یک قسمت پیت ماس (حجمی/حجمی) در نظر گرفته شد و پس از استقرار گیاهچه‌ها در داخل گلدان‌ها هر دو هفته یک بار با اسیدسالیسیلیک و اسید هیومیک در پنج غلظت (شاهد)، ۱۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (غلظت‌ها بر اساس نتایج حاصله از آزمایش‌های قبلی که هنوز منتشر نشده است انتخاب گردید) به صورت اسپری برگی تیمار شدند. اسید

با توجه به این که روز به روز بر اهمیت و جایگاه این گیاه در اقلیم‌های متفاوت و کشورهای مختلف افزوده می‌شود، لذا به نظر می‌رسد که می‌توان با استفاده از روش‌های کنترل رشد و با استفاده از هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ویژگی‌های رشد و میزان اسانس این گیاه را ترفیع بخشیده و جلوه ظاهری این گیاه را به منظور کاربردهای دو منظوره آن تحت کنترل هدفمند درآورد (۱) اسید سالیسیلیک متعلق به گروهی از ترکیبات فنلی است که به طور وسیعی در گیاهان وجود دارد و امروزه به عنوان ماده شبه هورمونی محسوب می‌گردد. این گروه از ترکیبات به عنوان تنظیم کننده‌ی رشد عمل می‌کنند. ترکیب اسیدسالیسیلیک یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم کننده‌ی رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. القاء گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسیدسالیسیلیک به حساب می‌آید (۳۹). اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاهان تاثیر زیادی داشته است از اینرو این ماده می‌تواند به عنوان یک راه کار ارزشمند به ویژه در عرصه فعالیت‌های نوین کشاورزی در خصوص گیاهان دارویی مطرح گردد. این اسید نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان دارد (۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۶، ۳۴ و ۳۵). گزارش‌هایی از اثر اسید سالیسیلیک بر افزایش عملکرد برخی از گیاهان مانند سویا و نخود فرنگی (۳۲) منتشر شده است.

اسید سالیسیلیک در بسیاری از فرایندهای گیاهی نظیر فتوسنتز، ترقق، جذب یون و انتقال مواد نقش مؤثری داشته و از این‌رو در رشد و نمو گیاهان مؤثر می‌باشد (۱۹). همچنین اسید سالیسیلیک بیوستز اتیلن و حرکت روزنه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، افزایش سطح کلروفیل و رنگیزه کاروتنوئید، سرعت فتوسنتز و تغییر فعالیت آنزیم‌های مهم از دیگر نقش‌های سالیسیلیک است (۲۱). نتایج پژوهش‌ها نشان داده که کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین سبب رشد برگهای رزته و ریشه‌ها شده در حالی که در غلظت‌های بالا سبب اثرات متضادی ایجاد می‌کند (۳۱ و ۴۶). مشخص شده که اثرات تحریک کنندگی آن با تغییر شرایط هورمونی یا با بهبود فتوسنتز، ترقق و یا هدایت روزنه‌ای مرتبط بوده است (۴۶).

مواد هیومیکی ترکیبات طبیعی آلی هستند که حاوی ۵۰ تا ۹۰ درصد از مواد ارگانیک پیت، ذغال چوب، مواد پوسیده و همچنین مواد ارگانیک غیر زنده اکوسیستم‌های آبی و خاکی می‌باشند (۱۲). نتایج پژوهش‌ها نشان داده که اسید هیومیک دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم در گیاهان می‌باشد. اثر غیر مستقیم آن عموماً به شکل تغییر در شرایط محیطی از جمله در دسترس قرار دادن برخی از عناصر غذایی (به دلیل افزایش محلولیت آن‌ها)، تعادل نمک، خصوصیات فیزیکی و فیزیوشیمیایی خاک (ساختمان خاک، هوادهی، زهکشی، ظرفیت نگه‌داری آب، دمای خاک و غیره) و از

1-Hyssopus officinalis

2-Thymus vulgaris

3-Rosmarinus officinalis

(نمودار شماره ۱) نشان داد که تیمار ۱۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک به ترتیب در اولین و دومین اندازه‌گیری بیشترین و تیمار شاهد کمترین میزان ارتفاع را داشت. با افزایش سن گیاه و افزایش دفعات تیمارها، تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر یک افزایشی در ارتفاع نسبت به تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر نشان داد. با توجه به نتایج در دومین اندازه‌گیری ارتفاع (H_2) با افزایش غلظت از ۱۰ تا ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک یک رشد صعودی در میزان ارتفاع مشاهده شد. تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در دو مرحله اندازه‌گیری (H_1 و H_2) بیشترین ارتفاع را به ترتیب به میزان ۱۵/۹ و ۴۰/۳۵ سانتی متر را داشت. در دومین مرحله اندازه‌گیری (H_2) با افزایش غلظت تا ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر یک روند افزایشی در میزان ارتفاع گیاه مشاهده شد اما با افزایش غلظت از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر باعث یک روند نزولی در میزان ارتفاع گیاه شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) نشان داد که تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک در دو مرحله اندازه‌گیری بیشترین و تیمار شاهد کمترین تعداد برگ را داشت. تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در مرحله اول داده برداری (L_1) و تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در دومین مرحله داده برداری (L_2) بیشترین تعداد برگ را داشت.

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۳) تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک در دو مرحله اندازه‌گیری بیشترین میزان کلروفیل و تیمار شاهد کمترین میزان کلروفیل را داشت. تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در مرحله اول (Ch_1) و تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک در مرحله دوم (Ch_2) بیشترین کلروفیل (به میزان ۳۶/۴۳ و ۵۶/۹۵) را داشتند. نتایج (شکل ۴) نشان داد که تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تاثیر معنی دار را روی هدایت روزنه‌ای (به میزان $mmol/m^2s$ ۸۵/۹۸) را در مقایسه با شاهد (به میزان $mmol/m^2s$ ۷۳/۷۵) داشت. موثرترین تیمار روی هدایت روزنه ای مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل شماره ۵) نشان داد که غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بیشترین تاثیر را روی تعداد گل به ترتیب به میزان ۱۱/۷ و ۱۳/۶ داشت که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با تیمار شاهد به میزان ۸/۷ داشت.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۶) نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک در غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر با بیشترین تاثیر روی تعداد غلاف (به ترتیب به میزان ۳۳/۲ و ۳۶/۸) در مقایسه با شاهد (۱۷/۹) اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نشان داد.

سالیسیلیک و اسید هیومیک مورد استفاده متعلق به شرکت مرک بوده و محلول‌های مورد نظر با توجه به اندازه گیاه در حجم مناسب تهیه شده و به صورت اسپری بر روی اندام هوایی گیاه پاشیده شد. با توجه به واکنسی بودن برگ‌های گل پروانش و جهت جلوگیری از جمع شدن محلول در یک نقطه و ایجاد برگ سوختگی، برای هر ۱۰۰ میلی لیتر محلول، دو قطره توپین ۲۰ اضافه گردید تا محلول پس از اسپری در روی برگ پخش شده و برگ سوزی ایجاد نکند. با توجه به اینکه گل پروانش یک گیاه حاره‌ای بوده و برای رشد بهتر نیاز به محیطی با pH اسیدی دارد (۱) در این آزمایش به جای استفاده از کود دامی به عنوان یک مکمل از پیت ماس استفاده شد. پیت ماس مورد استفاده محصول شرکت maro-vit ترکیه با $pH=5.5-6.5$ و $EC=0.03\%$ بود همچنین جهت آبیاری گلدان‌ها از آب با $pH=7$ استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار اجرا شد. در طی مراحل رشد گیاهچه‌ها، شاخص‌های رشد شامل ارتفاع (اندازه‌گیری با استفاده از خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر) که در طول دوره رشدی دو بار اندازه‌گیری و در جداول و متن به صورت H_1 و H_2 نشان داده شده است، تعداد برگ (دوبار در طول دوره رشدی اندازه‌گیری شده و به صورت L_1 و L_2 نشان داده شده)، کلروفیل که از هر گیاه شش برگ به صورت تصادفی (دو برگ از بالا، دو برگ از وسط و دو برگ از پایین گیاه) انتخاب و توسط دستگاه کلروفیل متر مدل CCM200 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد و در داخل جداول و متن به صورت Ch_1 و Ch_2 نشان داده شد. میزان هدایت روزنه‌ای (اندازه‌گیری توسط پرومتر^۱ مدل SC_1 ساخت کشور آمریکا)، قطر ساقه اصلی (با استفاده از کولیس دیجیتال و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد)، تعداد گل، تعداد غلاف و تعداد ساقه جانبی (شمارش در زمان برداشت) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار به اجرا در آمد و در پایان نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۲) تیمارهای مختلف تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان ارتفاع (H_1 و H_2)، تعداد برگ (L_1 و L_2)، کلروفیل (Ch_1 و Ch_2)، هدایت روزنه‌ای، تعداد غلاف و تعداد ساقه جانبی داشت. همچنین بر تعداد گل در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تیمارهای مختلف بر قطر ساقه اصلی تاثیر معنی داری نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری

Table 1- Analysis of variance for effect of different treatments on measured parameters

منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات average of squares					
		H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	L ₁	L ₂	Ch ₁	Ch ₂
تیمار Treatment	8	25/03**	30/ **	33/57**	3985/96**	136/73**	357/91**
اشتباه آزمایشی Experimental error	81	5/31	9/71	10/12	1199/67	17/84	43/63
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	13/84	8/07	15/71	16/21	13/29	12/58

*, **, و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار بودن است

*, **, and ns: significant in 5% and 1% and non-significant, respectively

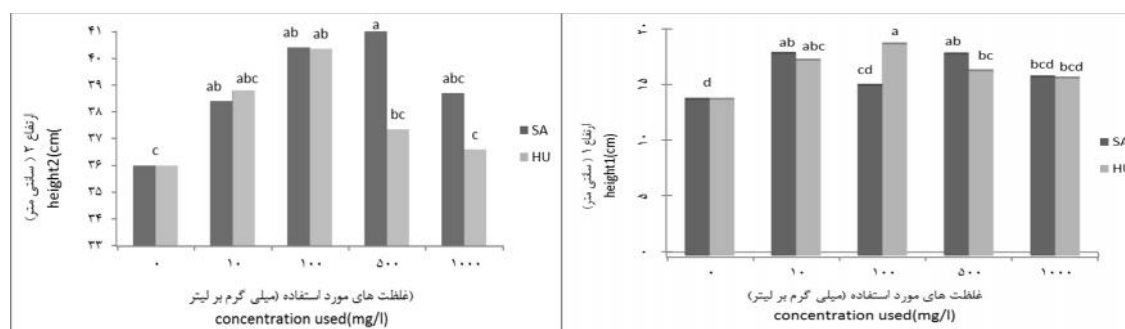
جدول ۲- جدول تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری

Table 2- Analysis of variance for effect of different treatments on measured parameters

منابع تغییرات Sources of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات average of squares				
		هدایت روزنه‌ای (mmol/m ² s) stomata conductivity (mmol/m ² s)	تعداد گل Flower number	تعداد غلاف Pods number	قطر ساقه اصلی (mm) stem diameter (mm)	تعداد ساقه جانبی lateral shoot number
تیمار Treatment	8	288/56**	20/68*	346/80**	/ 78 ^{ns}	16/60**
اشتباه آزمایشی Experimental error	81	97/00	8/83	68/61	/52	5/04
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	12/58	26/10	29/13	11/51	20/34

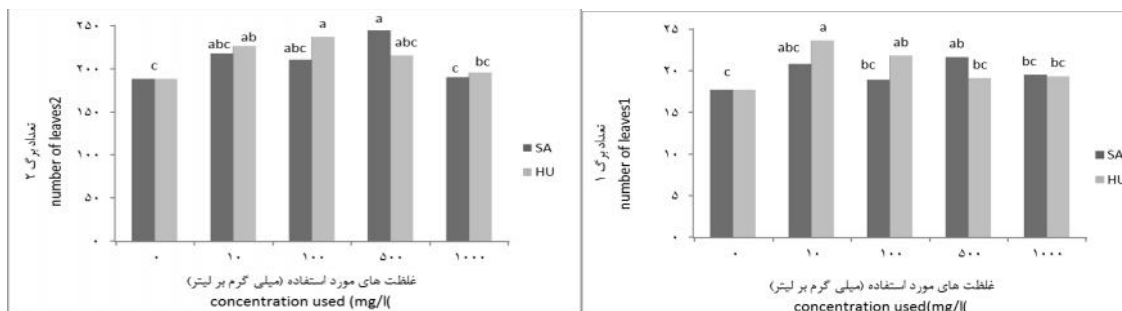
*, **, و ns به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و عدم معنی‌دار بودن است

*, **, and ns: significant in 5% and 1% and non-significant, respectively

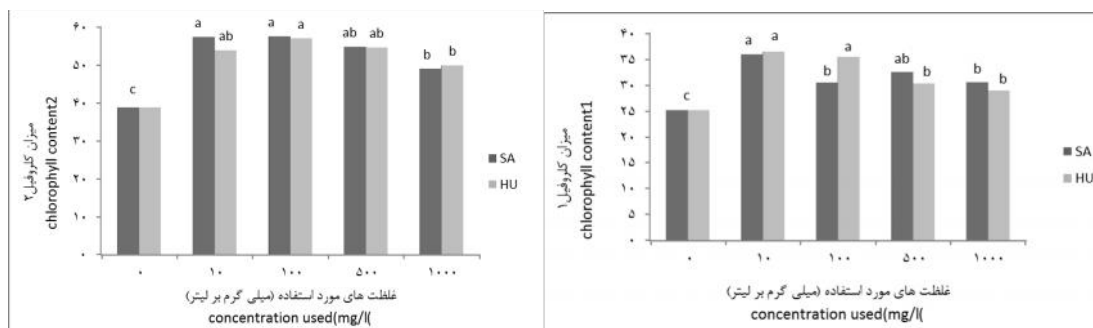


شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف بر میزان ارتفاع

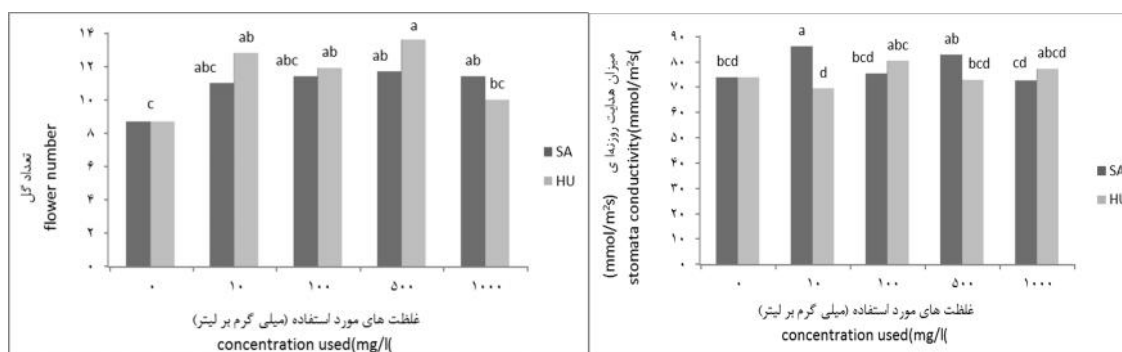
Figure 1- Effect of different treatments on height



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد برگ
Figure 2- Effect of different treatments on number of leafs



شکل ۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان کلروفیل
Figure 3- Effect of different treatments on Chlorophyll



شکل ۵- تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد گل

شکل ۴- تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان هدایت روزنه‌ای

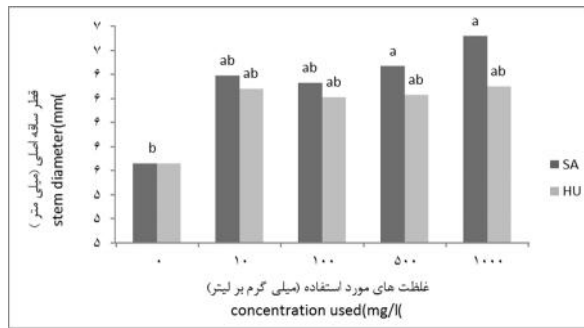
Figure 5- Effect of different treatments on number of Flowers

Figure 4- Effect of different treatments on stomatal conductivity

بحث

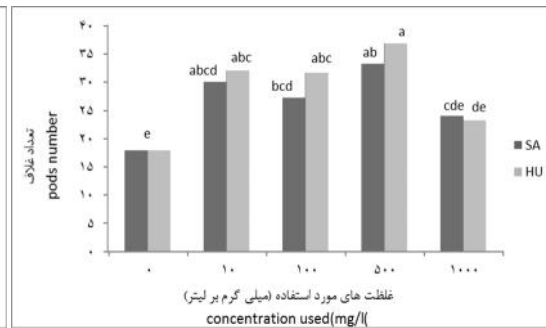
نتایج آزمایش ما نشان داد که غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را روی ارتفاع گیاه داشت. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم راسی گیاهچه افزایش می‌دهد و از این طریق رشد گیاه را بهبود می‌بخشد.

همچنین نتایج (شکل ۷) نشان داد که تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک با بیشترین تأثیر روی قطر ساقه اصلی (بترتیب به میزان ۶/۷۲ و ۶/۳ میلی متر) بطور معنی داری در مقایسه با شاهد دارای اثرات مثبت و قابل توجهی بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل شماره ۸) نشان داد که بیشترین طول ساقه جانبی بترتیب مربوط به تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با تیمار شاهد داشتند.



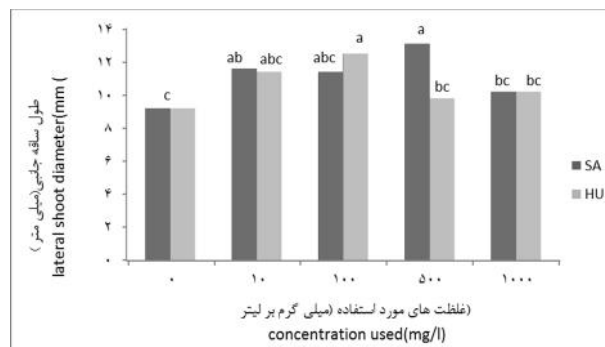
شکل ۷- تاثیر تیمارهای مختلف بر میزان قطر ساقه اصلی

Figure 7- Effect of different treatments on diameter of main shoot



شکل ۶- تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد غلاف

Figure 6- Effect of different treatments on number of pods



شکل ۸- تاثیر تیمارهای مختلف بر طول ساقه جانبی

Figure 8- Effect of different treatments on Lateral Shoots diameter

خشکی باعث افزایش ارتفاع شد. احتمال می‌رود اسید سالیسیلیک باعث افزایش جذب عناصر شود که در نهایت موجب افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. مجد و همکاران (۷) با بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر روی دو رقم نخود دریافتند که تیمار ۱ درصد میکرومولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع نخود رقم بیونچ نسبت به شاهد شد. همچنین بیات و همکاران (۲) نشان دادند که تیمار شوری تا ۳۰۰ میلی مولار باعث کاهش ۵۲ درصدی ارتفاع گیاه می‌شود اما محلول پاشی اسید سالیسیلیک تحت تنش شوری باعث افزایش ارتفاع گیاه شد به طوری که در غلظت ۳۰۰ میلی مولار ارتفاع گیاه در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار حدود ۶ برابر باعث ارتفاع گیاه شد.

نتایج این آزمایش بیانگر آن است که غلظت کم اسید هیومیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) بیشترین تاثیر را روی ارتفاع گیاه داشت. تعداد بیشماری از گزارشات در مورد توانایی مواد هیومیکی روی افزایش رشد ساقه در ارقام مختلف گونه‌های گیاهی تحت شرایط گوناگون ارائه شده است که اثر تسریع کنندگی مواد هیومیکی روی رشد ساقه در درجه اول به خاطر تاثیر روی فعالیت $H^+ATPase$ ریشه و توزیع نیتрат ریشه در ساقه بوده که به نوبه خود منجر به تغییرات در توزیع

نتایج ما با نتایج شکاری و همکاران (۴) که تاثیر اسید سالیسیلیک را بر برخی از صفات مورفولوژیک لوبیا چشم بلبلی (به صورت پرایم کردن بذر) تحت تنش کم آبی در مرحله غلاف بندی بررسی کرده بودند همخوانی داشت. آن‌ها نتیجه گرفتن که تیمار ۲۷۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع گیاه در مرحله تنش شد اما غلظت ۳۶۰۰ میکرومولار تاثیر نداشت. از طرف دیگر افزایش رشد در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید نیز در گندم، سویا (۱۷) و ذرت (۲۰) گزارش شده است. در پژوهشی دیگر مشخص شد اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را در درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داده و رشد گیاه را بهبود بخشید (۴۲). همچنین لازم به ذکر است که اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع گیاه سویا در شرایط گلخانه و مزرعه گردید (۲۳). حسین و همکاران (۲۴) یک افزایشی در ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ و وزن خشک ریشه و ساقه گیاه ذرت در تیمار با اسید سالیسیلیک مشاهده کردند که با نتایج ما مطابقت داشت. همچنین نتایج ما با نتایج مردانی و همکاران (۸) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در تنش

کربوکسیلازی رویسکو، فعالیت سوپراکسید دسموتاز و کلروفیل کل را در مقایسه با گیاهان تیمار نشده افزایش داد. دلانی و همکاران (۱۴) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرایند پیری هستند می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد شود. همچنین مردانی و همکاران (۸) گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک باعث افزایش کلروفیل ($P \leq 0.05$) شد. در مطالعه اثر متقابل اسید سالیسیلیک با تنش خشکی مشخص شد که اسید سالیسیلیک باعث افزایش محتوای کلروفیل گیاهچه‌هایی که در معرض تنش خشکی قرار گرفته بودند، شد. این افزایش در تیمار ۱ میلی‌مولار در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج می‌توان گفت که استفاده از اسید سالیسیلیک با کاهش فعالیت آنزیم کلروفیل اکسیداز مانع تجزیه کلروفیل شده و از این طریق باعث افزایش کلروفیل می‌شود. این ماده از طریق افزایش کلروفیل و فعالیت آنزیم رویسکو، میزان فتوسنتز کل را افزایش می‌دهد (۴۴). کورکمازو همکاران (۳۰) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک محتوای کلروفیل برگ را در دانه‌های خربزه افزایش می‌دهد. هم چنین کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۱-۳ میلی‌مولار به صورت محلول پاشی برگی در گیاه گندم باعث افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (۴۴). مهربان مقدم و همکاران (۹) گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک باعث افزایش میزان کلروفیل شد.

همچنین غلظت‌های کم اسید هیومیک (۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) بیشترین تأثیر را روی کلروفیل برگ‌ها داشت. افزایش در میزان کلروفیل را می‌توان به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه نسبت داد که باعث افزایش سبزیگی گیاه می‌شود. در مطالعه‌ای گلخانه‌ای اثر اسید هیومیک را روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK، بیشترین عملکرد پیاز با ۱۲ درصد در افزایش در جذب NPK به همراه داشت (۴۱). در بین عناصر غذایی نیتروژن سهم مهمی در افزایش سبزیگی گیاه دارد و جذب نیتروژن در حضور اسید هیومیک، میتواند چنین نتیجه گرفت که ماده هیومیکی مورد استفاده در این پژوهش به خصوص در غلظت (۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش جذب عناصر غذایی به خصوص نیتروژن شده که باعث افزایش سبزیگی گیاه می‌شود. جونیس و همکاران (۲۵) در آزمایشی در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره دریافتند که اسید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد. در بررسی گلخانه‌ای انجام شده توسط محققین در اثر مواد هیومیکی بر محتوای کلروفیل برگ‌ها در گندم، نشان داده شد که اسپری برگی اسید فولویک روی برگ‌های گندم سبب افزایش معنی داری در محتوای کلروفیل برگ‌ها شد، با انجام این آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که با کاربرد

مشخص سایتوکنین‌ها، پلی آمین‌ها و ATP می‌شود، بنابر این روی رشد ساقه تأثیر می‌گذارد (۴۰). در یک تحقیق کاربرد اسید هیومیک خالص باعث افزایش معنی‌داری در رشد شاخه خیار شد که با افزایش فعالیت در H^+ -ATPase ریشه همراه بوده است، همچنین افزایش در غلظت نیترات ساقه و کاهش آن در ریشه رخ داده است. این تغییرات با افزایش در غلظت سایتوکنین‌ها و پلی آمین‌ها در شاخه خیار و کاهش آن در ریشه همراه بوده است (۴۹). یکی از مکانیسم‌هایی که مواد هیومیکی منجر به افزایش رشد طولی می‌شوند مربوط به ترکیبات شبه جیبرلینی آن می‌شود (۳۶). در مطالعه‌ای کاربرد اسید هیومیک در غلظت‌های مختلف موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و عملکرد گیاه گوجه فرنگی شد (۴۸).

نتایج آزمایش ما نشان داد که تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تأثیر را روی تعداد برگ داشت. در مطالعه‌ای که شکاری و همکاران (۴) روی لوبیا چشم بلبلی انجام دادند مشخص شد که تیمار ۲۷۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری نرمال بیشترین تعداد برگ را داشت و همچنین کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد بود که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. نتایج ما با نتایج مارتین-مکس و لارکوا-ساودار (۳۴) مطابقت دارد. آنها گزارش کردند که در گیاهان زینتی گلوکسونیا و بنفشه، اسید سالیسیلیک تعداد برگ‌های تشکیل شده را افزایش می‌دهد بطوریکه سطح برگ گیاهان تیمار شده، ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود. همچنین تیمار با اسید سالیسیلیک باعث افزایش در تعداد برگ گیاهچه‌های خیار شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (۸). همچنین لازم به ذکر است که چنین نتیجه‌ای توسط ایرسلان و همکاران (۱۷) و دو و همکاران (۱۶) گزارش شد.

با توجه به نتایج حاصله غلظت‌های کم اسید هیومیک (۱۰ میلی گرم بر لیتر) بیشترین تأثیر را روی تعداد برگ داشت. سبزواری و خزاعی (۳) گزارش کردند که اسید هیومیک منجر به بهبود شرایط رشدی گندم (برگ، ارتفاع و کلروفیل) شد. همچنین تعداد برگ، سطح برگ، ارتفاع گیاه و وزن خشک قسمت هوایی به طور قابل ملاحظه-ای در گیاهان رشد کرده در گلدان‌های حاوی اسید هیومیک افزایش یافت (۳۷). همچنین پادم و همکاران (۳۸) گزارش کردند که قطر ساقه تعداد برگ و وزن تر و خشک ساقه و ریشه با کاربرد اسید هیومیک در گیاهچه فلفل و بادنجان افزایش یافت که نتایج با نتایج ما مطابقت داشت.

با توجه به نتایج حاصله غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک (۱۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) باعث افزایش میزان کلروفیل در گیاهان شد. نتایج ما با نتایج سینگ و یوش (۴۴) مطابقت داشت. آنها بیان کردند که گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک (در غلظت ۱-۳ مولار) و سطح تنش آب، بطور معمول محتوای رطوبت، وزن خشک، فعالیت

مواد هیومیکی وزن خشک ذرت و عملکرد گیاهچه‌های یولاف (۴۳) افزایش معنی‌داری یافت. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شد (۱۵). اسید هیومیک به طور معنی‌داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها موثر بوده و اثر خود را به طور اساسی بر محتوی کلروفیل b در برگ داشت. مقادیر ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین محتوی کلروفیل برگ‌ها را سبب شد (۲۷). در بررسی اثر مواد هیومیکی روی محتوی کلروفیل برگ‌ها گیاه گوجه فرنگی کشت یافته در محلول غذایی دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۶۳ درصد و اسید فولیک به میزان ۶۹ درصد غلظت کلروفیل برگ را افزایش داد (۴۵). همچنین در مطالعه تجادا و گونزالز (۴۷) مشاهده کردند که میزان کلروفیل و کارتنوئید ساقه خوراکی مارچوبه به همراه عناصر ماکرو و میکرو عملکرد مارچوبه در پاشش اسیدهای آمینه و مقایسه آن با اسید هیومیک افزایش یافت. سبزواری و خزاعی (۳) نشان دادند که اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌داری در میزان کلروفیل در سطح احتمال ۵ درصد در گیاه گندم شد.

از روش‌های فیزیولوژیک که در سال‌های اخیر برای تخفیف تنش‌های محیطی روی گیاهان مختلف استفاده شده است کاربرد خارجی مواد تخفیف دهنده تنش است (۵۲). از جمله این مواد می‌توان به سالیسیلیک اسید اشاره کرد که یکی از ملکول‌های پیام رسان مهم است و باعث عکس العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود و همانند یک آنتی اکسیدان غیر آنزیمی نقش مهمی در تنظیم فرایند فیزیولوژیکی در گیاه می‌شود. کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک می‌تواند در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه مانند بسته شدن روزنه‌ها، جذب و انتقال یون (۲۲) و رشد و فتوسنتز (۲۸) نقش داشته باشد. مردانی و همکاران (۸) گزارش کردن که کاربرد یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک باعث کاهش ۹۶ درصدی در میزان هدایت روزنه‌ای شد که با نتایج ما مطابقت نداشت. گزارش شده که کاربرد اسید سالیسیلیک هدایت روزنه‌ای را در برگ‌های لوبیا کاهش می‌دهد. احتمالاً این کاهش هدایت روزنه‌ای به اثر ضد تعرقی ایجاد شده به وسیله اسپری برگی با اسید سالیسیلیک بر می‌گردد (۳۵). نتایج ما نشان داد که تیمار ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین تاثیر را روی هدایت روزنه‌ای داشت. در جهت تایید و تطبیق نتایج فوق با نتایج پیشین محققین تا کنون مطالعات زیادی در خصوص تاثیر مواد هیومیکی بر هدایت روزنه‌ای صورت نگرفته است.

نتایج آزمایش ما نشان داد که تیمار ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تاثیر را روی تعداد گل داشت. بیات و همکاران (۲) نشان دادند که کاربرد ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تعداد گل و قطر گل را به میزان ۱۰۰ و ۱۲ درصد کاهش داد. اما هنگامی که همین گیاهان با اسید سالیسیلیک تیمار شدند، تعداد گل و قطر گل به

میزان قابل توجهی افزایش یافت. بیشترین تعداد گل در تیمار دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بدون تیمار شوری حاصل شد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. کوراما و کیلند (۲۹) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک باعث افزایش گلدهی در گیاه لونا می‌شود. همچنین نتایج ما با نتایج مارتین مکس و همکاران (۳۵) که گزارش کردند محلول پاشی برگی اسید سالیسیلیک در گیاه بنفشه آفریقایی^۱ باعث افزایش گلدهی می‌شود مطابقت دارد. اسید سالیسیلیک از طریق افزایش سنتز پروتئین و ظهور باندهای ایزوزایم جدید باعث القاء و افزایش تعداد جوانه گل می‌شود (۲۹).

نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک بیشترین تاثیر را روی تعداد گل داشت. این افزایش در تعداد گل می‌تواند به دلیل توسعه سیستم ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش تعداد شاخساره که می‌تواند دلیل اصلی در در افزایش تعداد گل باشد. از طرفی افزایش در تعداد گل توسط اسید هیومیک می‌تواند به واسطه افزایش میزان کلروفیل و افزایش مواد ذخیره‌ای گیاه باشد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک تاثیری بر قطر ساقه اصلی نداشت. احتمالاً یکی از دلایل عدم تاثیر مثبت اسید هیومیک بر قطر ساقه به دلیل افزایش نیترات ساقه به وسیله اسید هیومیک می‌باشد که باعث افزایش طول ساقه و اتیوله شدن ساقه و عدم افزایش قطر ساقه باشد. از طرف دیگر اثرات اسید هیومیک به شدت تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. دیوید و همکاران (۱۳) نشان دادند که برجسته ترین اثرات اسید هیومیک روی گیاهان در شرایط نامساعد رشد می‌باشد. از جمله دلایل عدم تاثیر مثبت اسید هیومیک بر برخی از شاخص‌های مورد اندازه‌گیری به دلیل شرایط مناسب محیطی می‌باشد. نتایج آزمایش ما نشان داد که تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک بیشترین تاثیر را روی تعداد ساقه جانبی داشت اما نتیجه‌ای که بتوان با این نتیجه منطبق کرد یافت نشد. همچنین نتایج نشان داد که غلظت‌های کم اسید هیومیک (۱۰ و ۱۰۰) باعث افزایش تعداد و طول ساقه جانبی شد. در مطالعه‌ای که تورکمن و همکاران (۴۸) انجام دادن مشخص شد که تیمار اسید هیومیک باعث افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و عملکرد گوجه فرنگی شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش، نشان دهنده این موضوع است که غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع، تعداد برگ، کلروفیل و میزان هدایت روزنه‌ای می‌شود که می‌تواند باعث افزایش

برای رشد گیاه شود. که این افزایش می‌تواند باعث افزایش رشد شاخه‌های اصلی و جانبی در گیاه زینتی دارویی پروانش شده و باعث افزایش جنبه ظاهری این گیاه شود.

مقاومت گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی شود. در نتیجه با تیمار کردن این گیاه با اسید سالیسیلیک می‌توان استفاده دو منظوره در شرایط محیطی نامساعد محیطی را افزایش داد. همچنین تیمار اسید هیومیک با افزایش میزان فتوسنتز و افزایش میزان ماده قابل دسترس

منابع

- 1- Omidbeigi R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Ed2. Astane Ghodse Razavi, Mashhad, P347 (in Persian).
- 2- Baiat H., Nemati S. H., Tehranifar A., Vahdati N., and Salahvarzi A. 2012. Effect of Salicylic acid on growth and ornamental Properties of *Petunia hybrida* under salinity stress. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture. 3(11): 43-50 (in Persian with English abstract).
- 3- Sabzevari S., and Khazaei H R. 2009. Effect of foliar application of humic acid on growth and yiel properties of *Triticum aestivum* L. Cv. Pishtaz. Agroecology journal.1 (2): 53-63.
- 4- Shekari F., Pakmehr A., Saba J., Vazayefi M., and Zangani A. 2011. Effect of Salicylic Acid Seed Priming on Some morphological trats of *Vingna unguiculata* L. under water deficiency stress. Journal of Crop Ecophysiology. 4(1):1-22 (in Persian with English abstract).
- 5- Ghasemi Ghahsareh M. and Kafi M. 2004. Practical and Sientific Floriculture, Golban, Tehran. P 335 (in Persian).
- 6- Koocheki A., Tabrizi L. and Ghorbani R. 2006. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Journal of Iranian Field Crop Research. 6(8): 127-128 (in Persian with English abstract).
- 7- Majd A., Maddah S.M., Fallahian F., Sabaghpour S.H. and Chalabian F. 2005. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Iranian journal of Biology. 19(3): 314-324 (in Persian with English abstract).
- 8- Mardani H., and Azizi M. 2011. Effects of Salicylic acid Application on Morphological and Physiological Characteristics of Cucumber Seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought Stress. Journal of horticulture science. 25(3):320-326 (in Persian with English abstract).
- 9- Mehrabian N., Arvin M J., Khajoei Nejad Gh R., and Maghsoudi K. 2011. Effect of Salicylic Acid on Growth and Forage and Grain Yield of Maize under Drought Stress in Field Conditions. Seed and Plant Improvment Journal. 27(2): 41-55 (in Persian with English abstract).
- 10- Abreu ME., and Munné-Bosch S. 2009. Salicylic acid deficiency in NahG transgenic lines and sid2 mutants increases seed yield in the annual plant *Arabidopsis thaliana*. Journal of Experimental Botany, 60:1261-1271.
- 11- Cacco G., Attina E., Gelsomino A., and Sidari M. 2000. Effect of nitrate and humic substances of different molecular size on kinetic parameters of nitrate uptake in wheat seedlings. Journal. Plant Nutrition. Soil Science, 163: 313-320.
- 12- Clapp CE., Hayes MHB., and Swift RS. 1993. Isolation, fractionation, functionalities, and concepts of structure of soil organic macromolecules, in A J. Beck, K.C. Jones, M.B.H. Hayes, and U. Mingelgrin (eds.), Organic substances in soil and water. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- 13- David P.P., Nelson P.V., and Sanders D.C. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of Plant Nutrition, 17: 173-184.
- 14- Delany T.P., Uknes S., Vernooij B., Friedrich L., Weymann K., Negrotto D., Gaffney T., Gut-Rella M., Kessmann H., Ward E., and Ryals J. 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. Science, 266: 1247-125.
- 15- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy Sustainable, 25, 183-191.
- 16- Du Y.C., Nose A., Wasano K., and Ushida Y. 1998. Responses to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C4 pathway in sugarcane (*Saccharum* sp). Australian Journal of Plant Physiology, 25:253 – 260.
- 17- Eraslan F., Inal A., Gunes A., and Alpaslan M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae, 113: 120-128.
- 18- Fernandes-Escobar R., Benlloch M., Barranco D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture, 66: 191-200.
- 19- Galal A. 2012. Improving effect of salicylic acid on the multipurpose tree *Ziziphusspina-christi* (L.) Willd Tissue Culture. American Journal of Plant Sciences, 3(7): 947-952.
- 20- Garcia M.G, Busso C.A., Polci P., Garcia L.N., and Echenique V. 2002. Water relation and leaf growth rate of three Agropyron genotypes under water stress. Biology of Cell, 26: 309-317.
- 21- Gregg. A. Howe. 2010. The rololes of hormones in defense against insect and disease. Plant Hormones springer, 646-680.

- 22- Gunes A., Inal A., and Alpaslan M. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives Agronomy Soil Science, 51: 687-695.
- 23- Gutierrez-Coronado M.A., Trejo-Lopez C., and Larque-Saavedra A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology Biochemistry, 36: 563-565.
- 24- Hussein M.M., Balbaa L.K., and Gaballah M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3: 321-328.
- 25- Jones C.A., Jacobsen J.S., and Mugaas A. 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fact. Fertilizer. 32.
- 26- Kang G., and Wang C.h. 2003. Environmental and Experimental Botany, 50:9-15.
- 27- Karakurt Y., Unlu Ha., and Padem H. 2008. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil Science, 233- 237.
- 28- Khan W., Prithiviraj B., and Smith D.L. 2003. Photosynthetic response of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal Plant Physiology, 160: 485-492.
- 29- Khurama JPS., and Cleland C.F. 1992. Role of salicylic acid and benzoic acid in flowering of a photoperiod in sensitive strain, *Lemna paucicostata* LP6. Plant Physiology, 100: 1541-1546.
- 30- Korkmaz A., Uzunlu M., and Demirkiran A.R. 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta Physiol Plant, 29: 503-508.
- 31- Kováčik J., Grúz J., Backor M., Strnad M., and Repčák M. 2009. Salicylic acid-induced changes to growth and phenolic metabolism in *Matricaria chamomilla* plants. Plant Cell Reports, 28:135-143.
- 32- Kumar P., Dube D., and Chauhan V.S. 1999. Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). Indian Journal of Plant Physiology.
- 33- Leithy S., El-Meseiry T., and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research., 2: 773-779.
- 34- Martin-Mex R., and Larqué-Saavedra A. 2001. Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5.
- 35- Martin-Mex R., Villanueva-Couoh T., and Larqué-Saavedra A. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. Science Horticultural, 103: 499-502.
- 36- Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry. 34: 1527– 36.
- 37- Norman Q., Stephen L., Clive A., and Rola A. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. Pedobiologia, 47: 741–744.
- 38- Padem H, Ocal A, Alan R. 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. ISHS Acta Horticultural, 491.
- 39- Pietrosiuk A., Furmanowa M., and Lata B. 2007. *Catharanthus roseus*: Micropropagation and in vitro techniques. Phytochem. Rev. 6: 459-473.
- 40- Rubio V., Bustos R., Irigoyen M.L., Cardona-Lopez X., Rojas-Triana M., and Paz-Ares J. 2009. Plant hormones and nutrient signaling. Plant Molecular Biology, 69(4): 361–73.
- 41- Sangeetha M., Singaram P., and Uma Devi R. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Science. 21, 163.
- 42- Shakirova FM., Sakhabutdinova A.R., Bezrukova M.V., Fatkhutdinova R.A., and Fatkhutdinova D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3): 317-322.
- 43- Shariff M. 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agriculture University Peshawar, Pakistan.
- 44- Singh B and Usha K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul, 141-137 ,39.
- 45- Sladky Z., and Tichy V. 1959. Applications of humus substances to over ground organs of plants. Biology Plant, 1, 9-15.
- 46- Stevens J., Senaratna T., and Sivasithamparam K. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. Plant Growth Regulation, 49:77-83.
- 47- Tejada M., and Gonzalez J.L. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. Biological Agriculture and Horticulture, 21(3): 277-291.
- 48- Türkmen Ö., Dursun A., Turan M., and Erdinç Ç. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditionspp. Acta Agriculture Scandinavica, 7: 168-174.

- 49- Veronica M., Eva B., Angel-Maria Z., Elena A., Maria G., Marta F., and Jose'-Maria GM. 2010. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. *Journal of Plant Physiology*, 167: 633-642.
- 50- Vital W., Teixeira R., Shigihara A., and Dias FM. 2002. Organic manuring with pig biosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Ecossistema.*, 27: 69-70.
- 51- Wendell K.L., Wilson L., and Jordan M.A. 1993. Mitotic block in hela cells by vinblastine: ultrastructural changes in kinetochore-microtubule attachment and centrosomes. *Journal Cell Science*, 104: 261- 274.
- 52- Yuan S., and Lin HH. 2008. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Z. Naturforsch.* 63: 313-320.



نقش تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر میزان عناصر و عملکرد اسانس بابونه آلمانی

میثم قائدی جشنی^{۱*} - سید محسن موسوی نیک^۲ - جاسم امینی فر^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر میزان عناصر، صفات فیزیولوژیک و عملکرد اسانس بابونه آلمانی رقم گورال، آزمایش اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه زابل در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ اجرا شد. تنش خشکی در سه سطح ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش ملایم)، ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنش متوسط) و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش شدید)، به عنوان عامل اصلی و سطوح کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح کود سولفات روی در دو سطح (عدم مصرف) شاهد و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی لحاظ شد. صفات اندازه گیری شامل: میزان پتاسیم، سدیم، روی، فسفر، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/b و میزان اسانس بود. نتایج حاکی از اثر معنی‌دار تنش خشکی بر میزان اسانس و دیگر صفات (به جزء میزان روی و فسفر) بود، به طوری که با افزایش تنش میزان اسانس افزایش یافت. کود فسفر نیز بر میزان سدیم، روی، فسفر و عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد و بر میزان پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین کود روی بر میزان فسفر، کلروفیل b و نسبت کلروفیل a/b در سطح یک درصد و بر میزان روی و عملکرد اسانس در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. کاربرد کود فسفر تا میزان ۱۵۰ کیلوگرم و کود روی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش میزان صفات فیزیولوژیک و عملکرد اسانس شد. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که آبیاری بر اساس ۵۰ درصد ظرفیت زراعی با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۳۰ کیلوگرم کود روی در هکتار، می‌تواند باعث بهبود عملکرد اسانس بابونه آلمانی گردد.

واژه‌های کلیدی: بابونه، صفات فیزیولوژیک، عملکرد، کمبود آب، کود

مقدمه

فروش‌ترین گیاهان دارویی جهان در آمده است. با توجه به اهمیت این گیاه در سلامت جامعه و نقش آن در اشتغال‌زایی و ارزآوری، بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد کمی و کیفی آن بسیار مهم می‌باشد. لذا لازم است تا تحقیقات همه‌جانبه‌ای روی این گیاه در کشور انجام پذیرد.

کمبود آب در ایران همواره به عنوان عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی و باغی به شمار می‌رود. در این بین تأثیر آن بر رشد، نحوه جذب عناصر غذایی و انجام فرایندهای متابولسمی گیاهان متفاوت است. کمبود آب تغییرات زیادی در رشد گیاه به وجود می‌آورد که می‌تواند سبب کاهش آن گردد. این در حالی است که میزان این کاهش رشد همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان زراعی و باغی و از جمله گیاهان دارویی همراه است (۲۱). کاهش فشار تورژسانس می‌تواند اولین اثر تنش خشکی باشد که سرعت رشد سلول و اندازه نهائی آن را متأثر ساخته و احتمالاً حساس‌ترین فرایند سلولی به تنش است (۱۰). در برخی گیاهان دارویی مثل ریحان و مرزه تنش خشکی باعث افزایش اسانس آن می‌گردد (۱). محققان در آزمایشی که به منظور بررسی اثر تنش کم

بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) گیاهی علفی، یکساله، از تیره کاسنی (Asteraceae) است. این گیاه بومی منطقه مدیترانه می‌باشد که منشأ آن را آسیای صغیر گزارش کرده‌اند. امروزه پراکندگی وسیعی از بابونه در اروپا، آسیای صغیر، آفریقای شمالی، آمریکای شمالی و جنوبی و استرالیا وجود دارد. ماده‌ی مؤثره‌ی بابونه اسانس بوده که خواص دارویی زیادی مانند آرامبخش، ضد اسپاسم، تحریک کننده گلبول‌های سفید خون و تقویت سیستم دفاعی بدن، ضد باکتری‌های گرم مثبت و ضد حساسیت برای آن ذکر گردیده است (۳۸). گیاه دارویی بابونه در بسیاری از کشورها به صورت گل‌های خشک و اسانس در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سال‌های اخیر نیز به عنوان یکی از پر

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(نویسنده مسئول: Email: meysamsalar68@gmail.com)

۲ و ۳- دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

گردد که این امر به روابط آنتاگونیستی این دو عنصر در چنین شرایطی برمی گردد. بنابراین وجود تعادل بین عناصر غذایی، عاملی مهم در بهبود رشد گیاهان می باشد. همچنین این امر رویکردی مناسب در کاهش هزینه ها است (۱۹). در ایران کمبود روی در خاک عمدتاً ناشی از آهکی بودن خاک های زراعی، PH بالا، حضور بی-کربنات ها در آب های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از حد کودهای فسفات و در نهایت عدم رواج کودهای محتوی عنصر روی است (۲۴). تامین این عنصر به ویژه در شرایط تنش خشکی نقش ویژه ای در حفاظت گیاه در برابر تنش ایجاد می کند (۱۳). عنصر روی به نظر می رسد که ظرفیت جذب و انتقال آب را در گیاهان تحت تأثیر قرار داده و همچنین اثرات مضر دوره های کوتاه تنش های گرما و شوری را کاهش می دهد (۱۶، ۱۸، ۳۳ و ۴۵). استفاده از کودهای ریزمغذی از جمله عنصر روی در نفع سبب افزایش اسانس می شود (۳۲). عنصر روی باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر می شود (۴۱). به رغم اینکه در رابطه با اثر تنش خشکی و عناصر غذایی بر محصولات زراعی تحقیقات وسیعی انجام گرفته است، اما متأسفانه رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط تنش خشکی و مصرف کودها به خوبی مطالعه نشده است. هدف از این تحقیق بررسی اثرات تنش خشکی و کودهای فسفر و روی بر صفات فیزیولوژیک، میزان جذب عناصر و عملکرد اسانس در بابونه آلمانی در شرایط آب و هوایی زابل بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در چاه نیمه اجرا گردید. این پژوهشکده در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد. نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش و میانگین برخی شاخص های آب و هوایی منطقه زابل به ترتیب در جدول های ۱ و ۲ آورده شده است.

آبی در مراحل رویشی و زایشی روی کمیت و کیفیت اسانس شوید در دو سال متوالی و با تیمارهای آبیاری کامل ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه در طول دوره رشد، دو تنش ملایم ۶۶ درصد و دو تنش شدید ۳۳ درصد ظرفیت مزرعه در مراحل رویشی و زایشی انجام شد، به این نتیجه رسیدند که میزان آب در دسترس و مراحل رشد اثرات معنی داری روی کمیت و کیفیت اسانس شوید داشت. به طوریکه بیشترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تنش خشکی ملایم، و کمترین درصد و عملکرد اسانس مربوط به تنش خشکی شدید بود (۴). در آزمایشی تحت عنوان بررسی تنش خشکی بر ویژگی های فیزیولوژیک بادرسبو، با سه سطح تیمار ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه مشخص شد که بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه بود، همچنین بیشترین میزان پرولین در تیمار آبیاری ۴۰ درصد ظرفیت مزرعه مشاهده شد (۳۶). نتایج تحقیقی روی آویشن نشان داد که بیشترین درصد اسانس در رژیم آبیاری ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه به دست می آید و با تشدید تنش آبی عملکرد اسانس کاهش می یابد (۲۲).

مدیریت مصرف انواع کودهای شیمیایی از لحاظ تاثیرات زیست محیطی و عملکرد گیاهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر ایران حائز اهمیت می باشد. اگر چه اخیراً در مورد کاربرد کودهای فسفره و روی در گیاهان زراعی تحقیقات زیادی صورت گرفته است، ولی در مورد کاربرد این کودها در گیاهان دارویی و مدیریت آنها و همچنین در بررسی اثرات این کودها بر متابولیت های ثانویه در گیاهان دارویی مانند بابونه آلمانی به نظر می رسد باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد. فسفر عنصری است که به خصوص در بخش های زایشی گیاه دارای اهمیت بسیاری است و باید کمبود آن در خاک برای یک عملکرد مناسب رفع شود (۲۳). نتایج آزمایش های مختلف نشان داده که تامین میزان کود فسفره مناسب در عملکرد بابونه آلمانی باعث تداوم گل دهی، میزان وزن تر گل، میزان وزن خشک گل و عملکرد اسانس شده است (۳۱). هر چند فسفر به عنوان یک عنصر غذایی پر مصرف به کار می رود، ولی موارد بسیاری گزارش شده که کمبود روی سبب محدود شدن پاسخ گیاه به فسفر، و حتی کاهش عملکرد گیاه شده است (۳۵). البته بایستی ذکر گردد که مقادیر بالای مصرف فسفر نیز می تواند باعث بروز علائم کمبود روی

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Chemical and physical characteristics of site soil

Soil texture	sand	clay	silt	Zn	Na	K	P	C	N	pH	EC (ds/cm)
	%			mg kg ⁻¹				%			
Loam-sand	41	32	27	4.8	38.7	115	9.2	0.47	0.05	8.4	1.46

جدول ۲- میانگین برخی شاخص‌های آب و هوایی منطقه زابل در طول دوره رشد بابونه آلمانی
Table 2- Some climatic indices of Zabol region during German chamomile growth season

ماه month	میانگین حداقل دمای روزانه Min-daily temperature	میانگین حداکثر دمای روزانه Max-daily temperature	مجموع بارندگی total precipitation (mm)	متوسط حداقل رطوبت روزانه (درصد) Min-daily humidity (%)	متوسط حداکثر رطوبت روزانه (درصد) Min-daily humidity (%)
سانتیگراد Centigrade					
March	13.80	30.77	0.16	14.93	50.31
April	20.68	37.03	0	11.48	43.5
May	25.35	40.16	0	10.85	29
June	27.81	42.13	0	10.52	22.4
July	26.03	43.23	0	8.14	21.15
August	24.72	39.86	0	12.75	27.83

ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی قرار داده شد. سپس به نمونه ۱۰ سی سی اسید کلریدریک (HCl) دو مولار اضافه شد و با آب مقطر به حجم ۱۰۰۰ سی سی در بالن ژوژه رسانیده و بعد از کالیبره کردن دستگاه اسپکتوفتومتر، نمونه را در دستگاه قرار داده شد تا مقدار فسفر مربوط را در طول موج ۴۲۰ نانومتر قرائت شود. سپس از طریق فرمول ۱ میزان فسفر موجود در نمونه محاسبه گردید.

$$(1) \quad 100/DM = (a-b) * V/200W$$

در این فرمول a غلظت نمونه، b غلظت شاهد، W وزن نمونه گیاه، V حجم محلول نمونه اولیه، DM درصد ماده خشک، می‌باشد. برای اندازه‌گیری میزان روی، از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد، در این روش مقدار ۲ گرم از ماده گیاهی را در کوره الکتریکی تبدیل به خاکستر کرده و سپس در ۳۰ سی سی اسید کلریدریک حل گردید، پس از صاف کردن به حجم ۱۰۰ سی سی رسانیده شد و جذب عنصر روی با دستگاه جذب اتمی قرائت شد و در نهایت با کمک جدول استاندارد مقدار روی بر حسب میلی گرم در گرم ماده خشک محاسبه گردید.

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a و کلروفیل b نیز به این صورت انجام گرفت که مقدار ۰/۱ گرم از ماده تر (برگ) گیاه را جدا کرده و در هاون چینی ریخته ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سپس عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ را به بالن شیشه‌ای منتقل گردید. مقداری از نمونه داخل بالن را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس به طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت گردید. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a و b بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد (۶).

آزمایش به صورت اسپیل پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تنش خشکی در سه سطح شامل ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش ملایم)، ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنش متوسط) و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش شدید)، به عنوان عامل اصلی و سطوح کود سوپر فسفات تریپل در سه سطح شامل صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و سطوح کود سولفات روی در دو سطح شامل صفر و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی لحاظ شد. کاشت در نیمه اول اسفند ۱۳۹۱ به روش دستی انجام شد. به منظور افزایش درصد جوانه‌زنی، بذرها به نسبت ۱ به ۲ با خاک اره نرم مخلوط شدند (یک قسمت بذر و دو قسمت خاک اره). بذر بابونه مورد استفاده در این آزمایش رقم اصلاح شده گورال بود که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. جهت اعمال تیمارهای تنش خشکی، با استفاده از دستگاه TDR (Time Domain Reflectometry) میزان رطوبت خاک تعیین و آبیاری بر اساس تیمارهای آزمایش در کل دوره رشد انجام گرفت. در این تحقیق صفاتی از قبیل میزان پتاسیم، سدیم، روی، فسفر، کلروفیل a ، کلروفیل b ، نسبت کلروفیل a/b و میزان اسانس اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عناصر در بخش هوایی پس از برداشت برگ‌های گیاه، آنها در آون خشک و سپس آسیاب شد. بعد از تهیه محلول میزان سدیم و پتاسیم با دستگاه فلم فتومتر، میزان فسفر با دستگاه اسپکتوفتومتر و میزان روی با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. ابتدا نمونه‌های خشک شده از برگ گیاه، آسیاب و سپس دو گرم از هر نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد سوزانده شدند. بعد از آن ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به نمونه‌ها اضافه و برای مدت ۱۰ دقیقه روی حمام بن‌ماری ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. آنگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۲، نمونه‌ها صاف و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شدند. با استفاده از دستگاه فلم فتومتر میزان عناصر سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری فسفر، یک گرم از ماده خشک را به مدت چهار ساعت در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد و بعد به مدت دو

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بابونه تحت تأثیر تیمارهای تنش خشکی و انواع کود
Table 2- analysis variance of German chamomile studied traits under drought stress and different fertilizers

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio a/b	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	فسفر phosphorous	روی zinc	سدیم sodium	پتاسیم potassium
تکرار Replication	2	3091.67ns	0.01ns	0.12 ns	0.27 ns	0.71ns	0.55 ns	0.01 ns	0.06 ns	0.07 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	172107.57**	0.09**	6.04**	3.63**	219.45**	1.45ns	0.02 ns	3.76**	5.86**
خطای اصلی Main error	4	1535.99	0.05ns	0.07	0.29	3.19	0.54	0.02	0.04	0.04
فسفر Phosphorous	2	110703.62**	0.01**	0.47 ns	0.93*	3.78*	102.88**	0.25**	2.19**	0.68*
آبیاری×فسفر Irrigation× P	4	2490.01ns	0.02 ns	0.09 ns	0.02 ns	0.96 ns	0.61 ns	0.03*	0.02 ns	0.22*
روی zinc	1	9282.66*	0.04*	1.87**	2.58**	0.24 ns	13.19**	0.05*	0.44	0.10 ns
آبیاری×روی Irrigation×zinc	2	7762.05*	0.07 ns	0.01 ns	0.03 ns	0.43 ns	0.63ns	0.02 ns	0.11 ns	0.20 ns
فسفر×روی P×Z	2	14912.88**	0.05*	0.14 ns	0.29 ns	1.25 ns	50.68**	0.12**	1.37**	1.18**
آبیاری×فسفر×روی I×P×Z	4	3932.94*	0.09 ns	0.04 ns	0.09 ns	1.41 ns	0.69 ns	0.02 ns	0.38 ns	0.36*
خطای فرعی Sub error	30	1458.88	0.01	0.19	0.20	0.87	20.31	0.08	0.15	0.06
ضرب تغییرات/ CV	-	3.70	6.58	15.31	11.20	8.17	17.52	12.68	17.25	8.75

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری می‌باشد.
*, **, and ns, significant at 1 and 5 probability levels and non-significant, respectively.

خشک که کاملاً پودر شده بودند را همراه با ۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون بالن ۱۰۰۰ سی سی قرار داده و چهار ساعت حرارت داده شدند. پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس بر اساس عملکرد گل × درصد اسانس محاسبه شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت.

$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A_{663} - 0.86 * A_{645}) V/100W$
 $\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A_{645} - 3.6 * A_{663}) V/100W$
 $V =$ حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفیوژ)
 $A =$ جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر
 $W =$ وزن تر نمونه بر حسب گرم
 استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین منظور از هر کرت یک نمونه ۵۰ گرمی از گل‌های

جدول ۴- اثرات سطوح رژیم آبیاری بر میانگین صفات کمی و کیفی گیاه بابونه آلمانی
 Table 4- Effect of irrigation levels on some physiological traits of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	درصد اسانس Essential oil percentage	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio ($\mu\text{g g}^{-1}$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu\text{g g}^{-1}$)	کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu\text{g g}^{-1}$)	میزان سدیم Sodium (mg g^{-1})
۷۵ درصد ظرفیت زراعی 75% FC	0.58a	3.41a	4.32a	14.60a	2.79a
۵۰ درصد ظرفیت زراعی 50% FC	0.64a	2.88b	4.19a	12.01b	2.26b
۲۵ درصد ظرفیت زراعی 25% FC	0.50b	2.25c	3.48b	7.69c	1.88c

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
 Numbers followed by the same letter are not significantly differences ($P < 0.05$)

جدول ۵- اثرات سطوح کود فسفر میانگین کلروفیل a و کلروفیل b گیاه بابونه آلمانی
 Table 5- Effect of phosphorous fertilizer on chlorophyll a, chlorophyll b of German chamomile

سطوح فسفر Phosphorous levels	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu\text{g g}^{-1}$)	کلروفیل a Chlorophyll a ($\mu\text{g g}^{-1}$)
0 kg	3.74b	11.25a
150 kg	4.17a	11.95a
300 kg	4.08a	11.09b

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
 Numbers followed by the same letter are not significantly differences ($P < 0.05$)

جدول ۶- اثرات سطوح کود روی بر میانگین کلروفیل b و نسبت کلروفیل a/b گیاه بابونه آلمانی
 Table 6- Effect of zinc fertilizer on chlorophyll b, chlorophyll ratio of a/b of German chamomile

سطوح روی zinc levels	نسبت کلروفیل a/b Chlorophyll ratio ($\mu\text{g g}^{-1}$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($\mu\text{g g}^{-1}$)
0 kg	3.03a	3.78b
30 kg	2.66b	4.22a

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد نمی باشند
 Numbers followed by the same letter are not significantly differences ($P < 0.05$)

تنش خشکی و کودهای فسفر و روی را نشان می‌دهد، بر اساس این جدول اثر تنش خشکی بر میزان پتاسیم، سدیم، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/b، درصد اسانس و عملکرد اسانس در

نتایج و بحث

جدول (۳) نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بابونه تحت

سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، کود فسفر نیز بر میزان سدیم، روی، فسفر، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد و بر میزان پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. کود روی بر میزان فسفر، کلروفیل a و کلروفیل b در سطح ۱ درصد و بر میزان روی، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش و فسفر بر میزان پتاسیم و روی در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تنش خشکی و کود روی بر عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل فسفر و روی بر میزان پتاسیم، سدیم، روی، فسفر و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد و بر درصد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج اثرات متقابل سه طرفه تنش، فسفر و روی فقط بر میزان پتاسیم و عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشان داد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان سدیم (۲/۷۹) میلی گرم بر گرم، کلروفیل a (۱۴/۶۰) میکروگرم بر گرم وزن تر، کلروفیل b (۴/۳۲) میکروگرم بر گرم وزن تر، نسبت کلروفیل a/b (۳/۴۱) میکروگرم بر گرم وزن تر) در تیمار آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی، در حالی که بیشترین درصد اسانس (۰/۶۴ درصد) در تیمار آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد که البته با تیمار آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۴). کاهش میزان کلروفیل a و b در این آزمایش با نتایج حاصل از تحقیقات محققان (۴۰) روی رزماری، میسرا و سریواستاوا (۲۶) روی نعنای مطابقت دارد. البته باید اشاره گردد که میزان کلروفیل a با کاهش میزان آبیاری از سطح مطلوب (۷۵ درصد) سیر نزولی نشان داد در حالی که کلروفیل b تنها در سطح تنش شدید (۲۵ درصد) کاهش معنی‌دار نشان داد که این امر خود گواه بر نقش حفاظتی کلروفیل b در شرایط تنش می‌باشد که البته تنش شدید کاهش آن را نیز به همراه داشته است. در رابطه با کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی، گزارش شده است که با کاهش پتانسیل آب برگ فعالیت کلروفیل‌از به طور ناگهانی زیاد می‌شود که خود مؤید این مسئله است (۲۵). همچنین با افزایش مقدار برخی از مواد تنظیم کننده رشد نظیر اتیلن و اسیدآبسیزیک در اثر تنش خشکی فعالیت کلروفیل‌از تحریک (۱۷) و با تجزیه کلروفیل، کلروفیلید آزاد و در مراحل بعدی با باز شدن حلقه‌های پورفیری این محصولات به صورت فعال به واکوئل منتقل می‌شوند (۳۷). از طرفی دیگر تنش خشکی باعث ایجاد اختلال در سیستم‌های آنزیمی کاهش دهنده فعالیت اکسیژن فعال و افزایش پراکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه خسارت به غشای سلولی و تخریب رنگدانه‌ها نیز می‌گردد (۱۱).

طبق جدول (۵) بیشترین میزان کلروفیل a (۱۱/۹۵) میکروگرم بر گرم وزن تر) و کلروفیل b (۴/۱۷) میکروگرم بر گرم وزن تر) در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر بدست آمد. نتایج مقایسه میانگین سطوح کود روی نشان داد که اگر چه میزان کلروفیل b در تیمار مصرف ۳۰

کیلوگرم روی (۴/۲۲) میکروگرم بر گرم) به بیشترین مقدار خود رسید، اما نسبت کلروفیل a/b در تیمار عدم مصرف کود روی (۳/۰۳) میکروگرم بر گرم) میزان بیشتری را نشان داد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر بر میزان عنصر روی در گیاه بابونه نشان داد که بیشترین مقدار روی (۰/۹۳) میلی گرم بر گرم) در آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر بدست آمد (جدول ۷). مقایسه میانگین اثرات متقابل فسفر و روی بر میزان عناصر و درصد اسانس گیاه بابونه را نشان می‌دهد که طبق این جدول بیشترین میزان سدیم (۲/۸۵) میلی گرم بر گرم، فسفر (۰/۹۶) میلی گرم بر گرم) و روی (۵/۰۵) میلی گرم بر گرم) و درصد اسانس (۰/۶۲ درصد) در تیمار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی در هکتار بدست آمد (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین سه طرفه اثرات متقابل تنش خشکی تنش خشکی و سطوح فسفر و روی بر میزان عنصر پتاسیم بابونه را نشان داد که بیشترین میزان جذب پتاسیم (۴/۶۲) میلی گرم بر گرم) در تیمار آبیاری ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی و بیشترین عملکرد اسانس از تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی در هکتار به دست آمد. (جدول ۹). نتیجه تحقیق حاضر نشان دهنده افزایش میزان پتاسیم با افزایش سطح تنش خشکی می‌باشد. در میان عناصر غذایی، پتاسیم در باز و بسته کردن دانه روزنه‌ها و نیز تنظیم اسمزی در سلول‌های ریشه گیاهان نقش به سزائی دارد، قابلیت گیاهان در جذب این عنصر از محیط ریشه در شرایط نامساعد محیطی همانند خشکی و شوری می‌تواند در میزان تولید گیاه موثر باشد (۲). پتاسیم یکی از عناصر مهم در متابولیسم گیاه می‌باشد، این عنصر چندین آنزیم را که در سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها مشارکت دارند را فعال و کاهش پتاسیم بر فعالیت فونستر نیز تاثیرگذار است. باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش مهمی در تنظیم اسمزی گیاه تحت شرایط خشکی دارد و پتاسیم در مکانیسم کنترل روزنه نقش دارد، به همین لحاظ گیاهانی که پتاسیم بیشتری دارند، سازگاری بیشتری با کمبود آب نشان داده و در ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی، در زمان تنش افزایش پتاسیم در اندام‌های هوایی مشهود است (۷). همچنین شارما و همکاران (۴۲) نیز بیان کردند که عنصر پتاسیم در مقاومت گیاهان به خشکی موثر می‌باشد. این نتایج با یافته‌های شارما و همکاران (۴۲) روی سویا و آرمجو و همکاران (۵) روی بابونه مطابقت دارد. نتایج نشان دهنده کاهش میزان سدیم با افزایش سطح تنش خشکی است. برمن و مولوانی (۱۲) اعتقاد داشتند که یکی از روش‌های بررسی میزان تحمل بافت‌ها، میزان عناصر موجود در آنها بخصوص غلظت سدیم و کلر است. ژو و همکاران (۴۸) بیان کردند که هر چه قدرت جذب ریشه بیشتر باشد، مقدار سدیم بافت بیشتر می‌شود، بنابراین اندازه‌گیری میزان سدیم به طور غیر مستقیم بیان کننده قدرت تحمل به تنش بیشتر است. محققان

میزان سدیم جذب شده را به دلیل اینکه گیاه کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می گیرد یکی از بهترین فاکتورهای بررسی میزان تحمل دانستند آنها همچنین ابراز داشتند تجمع سدیم در بافت به علت جذب بیشتر توسط ریشه و تخلیه بیشتر از آوند چوب به برگ است (۴۷). نتایج حاصله با نتایج آرمجو و همکاران (۵) روی بابونه، آخوندی و همکاران (۳) روی یونجه و سالمی و افیونی (۳۹) روی گندم مطابقت دارد. با توجه به اینکه تیمار ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم روی

دارای بالاترین مقدار اسانس در واحد سطح می باشد پس دلیل آن را می توان به فتوسنتز بهتر نسبت داد، چون متابولیت های ثانویه از فتوسنتز گیاه به وجود می آیند، فتوسنتز و سبزیگی بهتر منجر به تولید بیشتر متابولیت های ثانویه و در نتیجه تولید اسانس بالاتر می شود. وهابا و لارسون (۴۶) و پراسزنا و برناس (۳۴)، نتایج مشابه این تحقیق را اظهار داشتند.

جدول ۷- جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر بر میزان عنصر روی در گیاه بابونه

Table 7- Interaction of drought stress and phosphorous levels on zinc content of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	میزان روی (میلی گرم بر گرم) Zinc content (mg g ⁻¹)	سطوح روی (کیلوگرم) Zinc levels (kg)
	0.64d	0
۷۵٪ ظرفیت زراعی	0.93a	150
75% FC	0.66d	300
	0.68cd	0
۵۰٪ ظرفیت زراعی	0.87ab	150
50% FC	0.63d	300
	0.78bc	0
۲۵٪ ظرفیت زراعی	0.79b	150
25% FC	0.61d	300

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل فسفر و روی بر میزان عناصر گیاه بابونه

Table 8- Interaction of phosphorous and zinc fertilizers on elements content of German chamomile

سطوح فسفر Phosphorous levels	درصد اسانس Essential oil percentage	روی (میلی گرم) بر گرم Zinc (mg g ⁻¹)	فسفر (میلی گرم) بر گرم Phosphorous (mg g ⁻¹)	سدیم (میلی گرم) بر گرم Sodium (mg g ⁻¹)	سطوح روی Zinc levels
0	0.54c	1.56f	0.64cd	1.78c	0
	0.59ab	2.11e	0.75b	2.03bc	30
150 kg	0.58ab	3.85c	0.76b	2.16b	0
	0.62a	5.05a	0.96a	2.85a	30
300 kg	0.56bc	4.18b	0.69bc	2.72a	0
	0.54c	2.69d	0.57d	2.31b	30

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differences (P<0.05)

افزایش نیتروژن و فسفر موجب افزایش اسانس می شود (۱۵). طی آزمایشی گزارش شده است که مصرف کود سوپر فسفات تریپل باعث افزایش میزان عملکرد گل، عملکرد اسانس و کامازولن بابونه آلمانی در واحد سطح گردید (۱۴). گونه های مختلف گیاهان دارویی تحت آبیاری کامل و تنش خشکی واکنش های متفاوتی از خود نشان می دهند. تولید متابولیت های ثانویه در گیاهان بوسیله عوامل محیطی تغییر می یابد و تنش رطوبتی نیز عامل موثری در رشد و همچنین

سنتز ترکیبات طبیعی گیاهان دارویی می باشد (۸). طی بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و ترکیب اسانس مرزه، گزارش شده است که تجمع اسانس در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری افزایش یافت (۸). از طرف دیگر، قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تاثیر تنش خشکی تغییرات قابل ملاحظه ای می یابد (۲۹). بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می شود (۲۷). گیاهی که خوب

عناصر غذایی که در فرایندهای زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، فسفر و روی، می‌توانند عملکرد گیاه داروئی بابونه آلمانی را به میزان قابل توجهی از نظر کیفی (مقدار اسانس گل و درصد ماده موثره اسانس) افزایش قابل ملاحظه‌ای دهد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی می‌توان بیان داشت که با توجه به تغییرات آب و هوایی زیاد در سال‌های گذشته و خشکسالی‌ها و کمبود آب آبیاری که ما با آن روبرو هستیم، به نظر می‌رسد که بررسی واکنش گیاهان مختلف در سطوح مختلف تنش (ملایم، متوسط و شدید) امری ضروری باشد. از این امر و از نقطه نظر تغییرات متابولیت‌های ثانویه (اسانس) در شرایط تنش، ارزیابی میزان این تغییرات در شرایط مختلف تنش و برقراری تعادلی در تولید میزان اسانس که مهمترین ماده تولیدی در زراعت بابونه می‌باشد، نیز بایستی در نظر گرفته شود. همچنین مدیریت صحیح کاربرد عناصر غذایی در این شرایط کمبود به بهبود تولید و افزایش بهره‌وری خواهد کرد. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان که اعمال تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت مزرعه) به همراه مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر و ۳۰ کیلوگرم کود روی در هکتار، باعث بهبود عملکرد اسانس بابونه آلمانی گردید.

تغذیه شده و به مقدار کافی عناصر غذایی را دریافت کرده باشد، مقاومت بهتری به خشکی خواهد داشت (۲۰). در این راستا کمیت و کیفیت محصول نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. شناخت بهتر نقش عناصر غذایی در مقاومت گیاهان به خشکی، با بهبود مدیریت کود در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مناطقی که از خشکی صدمه می‌بینند، در ارتباط است (۴۳). در واقع بسته به میزان دسترسی آب، اضافه کردن عناصر غذایی می‌تواند موجب افزایش و یا کاهش مقاومت به تنش گردد و یا حتی بی‌تأثیر باشد (۴۴). در آزمایشی تحت عنوان بررسی تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک بادرشبو، با سه سطح تیمار ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشخص شد که بیشترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار آبیاری ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود (۳۶). با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که مصرف کود روی در هنگامی که گیاه دچار تنش خشکی است باعث کاهش خسارت تنش خشکی در گیاه می‌شود. اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس گیاهان نباشد گیاهان دچار تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی خواهند شد (۹). نتایج تحقیقات سایر محققان بیانگر آن است که مصرف کودهای ریز مغذی روی و منگنز مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی نظیر خشکی را افزایش می‌دهد و باعث کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان می‌شود (۲۹). در بیان کلی می‌توان گفت که حضور مداوم

جدول ۹- اثرات متقابل تنش خشکی و سطوح فسفر و روی بر میزان پتاسیم و عملکرد اسانس

Table 9- Interaction of drought stress, phosphorous and zinc levels on potassium content and essential oil yield of German chamomile

سطوح آبیاری Irrigation levels	سطوح فسفر (کیلوگرم) Phosphorous levels (kg)	سطوح روی (کیلوگرم) Zinc levels (kg)	پتاسیم (میلی گرم بر گرم) Potassium (mg g ⁻¹)	عملکرد اسانس (g/ha) Essential oil yield
۷۵٪ ظرفیت زراعی 75% FC	0	0	2.31e	19.38f
		30	2.41de	17.38f
		0	2.57de	24.35cde
	150	30	2.49de	24.47cde
		0	2.40de	22.95de
		30	2.30e	19.26f
۵۰٪ ظرفیت زراعی 50% FC	0	0	3.22bc	22.04e
		30	3.14bc	22.48e
		0	2.88cd	19.22f
	150	30	3.22bc	27.04ab
		0	3.17bc	24.86bcd
		30	2.44de	23.40de
۲۵٪ ظرفیت زراعی 25% FC	0	0	3.30bc	24.31cde
		30	3.55b	27.04ab
		0	3.28bc	26.08ab
	150	30	4.62a	27.79a
		0	3.57b	26.12abc
		30	3.31bc	22e

اعداد دارای حروف غیرمشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differences ($P < 0.05$)

منابع

- 1- Abreu I. N., and Mazzafera P. 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active advances in medicinal. Aromatic and Spice crop, 2: 413-416.
- 2- Agnew C., and warren A. 1996. A framework for tackling drought land degradatipn. Journal of Arid Environments, 33: 310-320.
- 3- Akhondi M., Safarnejad A., and Lahooti M. 2006. Effects of drought stress on proline accumulation and element changes Yazdi, Nickshahri and Ranger alfalfa. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources, 10(1): 165-174. (in Persian with English abstract)
- 4- Andalibi B., Zehtab Salmasi S., Ghasemi Gholezani K., and Saba J. 2011. Changes in essential oil yield and composition at different parts of dill (*Anethum graveolens* L.) under limited irrigation conditions. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 21(2): 10-22.
- 5- Arazmjo A., heidari M., and Ghanbari A. 2009. 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)
- 6- Arnon A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23:112-121.
- 7- Ashraf My., Ala S.A., Bhatti As. 1998. Nutritional imbalance in Wheat genotypes growth at soil water stress. Plant Physiology, 20:307-310.
- 8- Baher Z.F., Mirza M., Ghorbani M., and Rezaii M.B. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Journal Flavour Fragrance, 17: 275-277.
- 9- Baybordi A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press, First Edition, 179 pp.
- 10- Bhatt R.M., and Srinivasa-Rao N.K. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal Plant Physiology, 10: 54-59.
- 11- Bowler C., Van Montagu M., and Inze, D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. Plant Physiology, 43:83-116.
- 12- Bremner J. M., and Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen-total In: A. L. Page., R.H. Miller, and O. R. Keeney (eds) Methods of Soil analysis Part 2 Ned. Edn. Agronomy and Crops Research, 71: 83-116.
- 13- Cakmak I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 23(4) 281-298.
- 14- Dadkhah A., Amini Dahaghi M., and Kafee M. 2012. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus fertilizers on quantitative and qualitative yield of German chamomile. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 321-326. (in Persian with English abstract)
- 15- Davazdehemami S., and Majnunhossini, N. 2008. Cultivation and Production of Some Medical and Aromatic Plants. University of Tehran publication, Tehran, Iran.
- 16- Disante K.B., Fuentes D., and Cortina J. 2010. Response to drought of Zn-stressed *Quercus suber* L. Seedlings. Environmental and Experimental Botany, 70:96-103.
- 17- Draikewicz M. 1994. Chlorophyllase occurrence functions, mechanism of action, effect of extra and internal factors. Phtosyth, 30: 321-337.
- 18- Kasim W.A. 2007. Physiological consequences of structural and ultra-structural changes induced by Zn stress in *Phaseolus vulgaris*. Growth and Photosynthetic apparatus. International Journal of Botany, 3(1):15-22.
- 19- Kulmala A. 2012. Nutrient balance. Available at: <http://www.balticdeal.eu/measure/nutrient-balance/>
- 20- Lal P., Chhipa B.R., and Kumar A. 1993. Salt affected soil and crop production: a modern synthesis. Agro Botanical Publishers, India.
- 21- Lalande R., Gagnon B., Simard R.R., and Cote D. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Science, 80: 263-269.
- 22- Letchamo W., Marquard R., Holz J., and Gosselin A. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanik, 68: 83-88.
- 23- Lopes A.S. 1996. Soils under Cerrado: a Success Story in Soil management In: IFA278 references (eds) IFA-PPI Regional Conference for Latin America and the Caribbean. International Fertilizer Industry Association, Paris, 10 (2):1-10.
- 24- Malakouti M.J., and Tehrani M.M. 2001. Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Micro-nutrients with macro-nutrients. (2nd edition). Tarbiat Modarres University Press, Iran.
- 25- Mihalovic N., Lazarevic M., Dzeletoric Z., Vuckoric M., and Durde, Vic. M. 1997. Chlorophyllas activity in Wheat leaves during drought and its dependence on the nitrogen ion from applied. Plant Science, 129: 141-146.
- 26- Misra A., and Srivasstava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese Mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plant, 7 (1): 51-58.
- 27- Mohammadkhani N., and Heidari R. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Science, 10 (22): 4022-4028.
- 28- Movahhedy-Dehnavy M., Modarres-Sanavy S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress.

- Industrial Crops and Products, 30: 82-92.
- 29- Munns R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*, 16: 15-24.
- 30- Munns R., and James R. A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil*, 253: 201-218.
- 31- Omidbeygi R. 1995. Approaches of Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 1). Behnashr Publication, Tehran, Iran.
- 32- Omidbeygi R. 2006. Approaches of Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 2). Behnashr Publication, Tehran, Iran.
- 33- Peck A.W., and McDonald G.K. 2010. Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat. *Plant and Soil*, 337:355-374.
- 34- Praszna L., and Bernath J. 1993. Correlation between the limited level of nutrition and the Essential oil production of peppermint. *Acta Horticulturae*, 307: 278-283.
- 35- Roghani A., Ibrahim A., and Karimian N. 2002. The effect of phosphorus and zinc on growth and chemical composition of corn. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources*, 6(1): 105-118. (in Persian with English abstract)
- 36- Safee Khani F., Heidari Sharif Abad M., Siadat S.A., Sharifi Ashurabadi A., Siaednejad S.M., and Abbas Zadeh B. 2007. Effect of drought stress on essential oil percentage and yield and physiological characteristics of *dracocephalum moldavica*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants*, 23(1): 86-99. (in Persian with English abstract)
- 37- Sairam R.K., Deshmukh P.S., and Saxna D.C. 1998. Role of antioxidant systems in Wheat genotype tolerance to water stress. *Biologia Plantrum*, 41(3): 387-394.
- 38- Salamon I. 1992. Chamomile: A Medicinal Plant The Herb, Spice, and Medicinal Plant Digest, 10 (1): 345-354.
- 39- Salemi H., and Afuni D. 2005. The effect of deficit irrigation on seed yield components of new wheat cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural resources*, 12(3): 11-20. (in Persian with English abstract)
- 40- Sanchez-Blanco J., Fernandez T., Morales A., Morte A., and Alarcon J. J. 2006. Variation in water stress, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinakis* plants infected with *Glasmus deserticola* under drouht conditions. *Journal of Plant Physiology*, 161: 675-682.
- 41- Sharafi S., Tajbakhsh M., Majidi M., and Pourmirza A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Journal Soil and Water*, 12: 85-94 (in Farsi with English abstract).
- 42- Sharma M., Goldberg A., and Brinckmann J. 2004. Herbal Medicine: Expanded Commision constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 241-248.
- 43- Solinas V., and Deiana S. 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. *Journal Italian Eppos*, 19: 189-198.
- 44- Sreevalli Y., Baskaran K., Chandrashekara R., kuikkarni R., Sushil Hasan S., Samresh D. Kukre J., Ashok A., Sharmar Singh K., Srikant S., and Rakesh T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 22: 356-358.
- 45- Tavallali V., Rahemi M., Eshghi S, Kholdebarin B and Ramezani A. 2010. Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (*Pistacia vera* L. 'Badami') seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(4):349-359.
- 46- Wahab J., and Larson G. 2002. Herb agronomy. Annual Review of Saskatche wan Irrigation Diversification Center. Canada, 119 p.
- 47- Yordanov V., and Tsoev T. 2000. Plant responses to drought, acclimation and stress tolerance. *Photosynthica*, 38: 171-186.
- 48- Zhu G. Y., Kinett J. M., and Lutts S. 2001. Characterizations of rice (*Oryza sativa* L.) F3 populations selected for salt resistance, I Physiological behavior during vegetative, *Euphytica* 121, (3): 251-263.



ارزیابی و انتخاب توده‌های متحمل به تنش خشکی شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) بومی ایران در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه

داود صادق زاده اهری^{۱*} - محمدرضا حسندخت^۲ - عبدالکریم کاشی^۳ - احمد عمری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۳۰

چکیده

این بررسی به منظور ارزیابی واکنش توده‌های بومی شنبلیله کشور در برابر تنش خشکی القایی بوسیله پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ بر روی بیست توده بومی در قالب آزمایش فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. سطوح تنش شامل پتانسیل‌های صفر (آب دی یونیزه)، -۲، -۴، -۶ و -۸ بار بود. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی بر روی تمامی صفات مورد بررسی (درصد بذرهای جوانه‌زده، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ساقه‌چه بر ریشه‌چه، وزن تر ریشه اولیه، وزن تر ساقه‌چه، نسبت وزن تر ساقه‌چه به ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه) اثرات معنی‌داری داشت. بین توده‌های بومی به غیر از صفت وزن خشک ریشه اولیه، در کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بر اساس روش رتبه‌بندی میانگین هفت صفت اصلی مورد مطالعه در این پژوهش (درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه)، توده‌های بومی کاشان و نیشابور متحمل‌ترین و توده‌های بومی ری و خاش حساس‌ترین توده‌ها در برابر تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بودند. با در نظر گرفتن نتایج این بررسی، توجه به توده‌های بومی شنبلیله کشور و بهره‌برداری از قابلیت‌های نهفته در آنها از قبیل تحمل و مقاومت به تنش خشکی و محافظت از آنها به عنوان منابع با ارزش ژنتیکی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پلی اتیلن گلیکول، رتبه‌بندی، صفات گیاهچه‌ای، مقاومت به خشکی

یافته است (۳۳).

مقدمه

ایران یکی از مناطقی است که در اکثر نقاط آن تنش‌های مهم غیر زنده نظیر خشکی، شوری، گرما، سرما و... سبب کاهش عملکرد محصولات مختلف می‌گردد (۱۸). در اغلب مناطق کشور، به دلیل وجود محدودیت در استحصال آب و پراکنش نامناسب بارندگی فقط امکان کشت و کار تعداد معدودی گیاه زراعی و باغی وجود دارد. بی شک، معرفی گیاهان جدید برای چنین مناطقی ضمن تنوع بخشی به تولید محصولات کشاورزی می‌تواند به پایداری نظام‌های زراعی کمک نماید (۲۹).

توده‌های بومی گیاهان حاوی ژنوتیپ‌های تکامل یافته‌ای هستند که در طول هزاران سال کشت و کار در محیط‌های متفاوت آب و هوایی و سیستم‌های زراعی محلی پدیدار شده‌اند. این توده‌ها به نوعی الگوهای توسعه یافتگی کامل را در خود داشته و اغلب دارای ژن‌های مفیدی در زمینه سازگاری و مقابله با تنش‌های زیستی و غیر زیستی محیطی هستند و ماده اولیه پرازشی در شروع برنامه‌های به‌نژادی

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*)، در مزارع تولید سبزی و در بیشتر نقاط کشور کشت شده و گیاهی یکساله از تیره لگوئینوزه است. خاستگاه آن غرب آسیا و ایران بوده و در حال حاضر، در اغلب کشورهای اروپایی، آسیایی و آفریقایی کشت می‌شود. در سال‌های اخیر با مشخص شدن ارزش‌های غذایی و دارویی شنبلیله و همچنین توقعات کم خاکی و سازگاری نسبتاً وسیع آن به کشت در مناطق مختلف، دامنه کشت و زرع آن از آمریکا تا هندوستان گسترش

۱- استادیار موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه

(*) نویسنده مسئول: dsadeghzade@yahoo.com (Email:)

۲ و ۳- دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴- محقق ارشد مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکارد)، رباط، مراکش

محسوب می‌گردند (۵ و ۱۵).

مرحله جوانه‌زنی از مهمترین مراحل رشدی گیاه است که دوام و استقرار آن را تضمین می‌کند (۱۰ و ۱۴). آب یکی از عوامل اصلی فعال‌کننده شروع جوانه‌زنی محسوب می‌شود و کمبود آن از مهمترین عوامل بازدارنده دانه در فرآیند جوانه زنی در مزرعه است. زیرا این تنش موجب کاهش و یا توقف سرعت و درصد جوانه زنی می‌گردد (۳۲). جوانه‌زنی، خروج سریع گیاهچه‌ها از خاک و سرعت رشد اولیه بالا به عنوان یکی از مکانیزم‌های فرار از خشکی^۱ در اغلب گیاهان و از جمله در لگوم‌هایی نظیر نخود، عدس و لوبیا شناخته شده است (۳۰).

در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان استفاده از گزینش‌های درون شیشه‌ای^۲ از جمله روش‌های پرکاربرد در غربالگری ژرم‌پلاسسم اصلاحی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی است. در این میان آزمایش‌های انجام شده در شرایط آزمایشگاهی نظیر پتری دیش به دلیل ارزانی و صرف زمان کمتر برای ارزیابی مناسب‌ترین (۲ و ۱۲). در این قبیل بررسی‌ها از مواد اسموتیک مختلف به منظور شبیه سازی شرایط تنش خشکی استفاده می‌شود. در این بین و به دلیل ایجاد محلول اسمزی با شرایط مشابه طبیعی، استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول با جرم مولکولی بالا^۳ رایج‌تر است. چون درصد جوانه‌زنی دانه در محلول آن و در حاکی با همان پتانسیل تقریباً برابر است (۱۱). مرور منابع حاکی از کاربرد موفقیت‌آمیز این ماده در غربالگری گیاهان مختلف در مرحله جوانه‌زنی برای تحمل به خشکی است که از آن جمله می‌توان به آزمایش‌های انجام شده در اسپرس (۱۶)، عدس (۲۱)، سویا (۲۲) و شنبليله‌های چندساله (۳۱) اشاره نمود.

این تحقیق به منظور ارزیابی تنوع و واکنش بیست توده شنبليله بومی ایران در برابر تنش خشکی القایی توسط پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و شناسایی متحمل‌ترین توده بومی به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، بذر بیست توده بومی شنبليله از مناطق مختلف کشور (اردستان، اصفهان، اهواز، برازجان، بروجرد، خاش، خرم‌آباد، ری، زنجان، سمنان، شیراز، یزد، قائنات، کاشان، کرمان، کرمانشاه، نیشابور، خراسان و دو توده از یاسوج) که از سالیان گذشته در مناطق کشت و کار می‌شدند، جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفتند (۲۷).

به‌منظور تعیین قدرت تحمل و جوانه‌زنی توده‌ها در مراحل اولیه رشد در برابر تنش خشکی مصنوعی، از غلظت‌های مختلف

پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ استفاده شد. محلول‌هایی از ماده مذکور با پتانسیل ۲-، ۴-، ۶- و ۸- بار تهیه شده و از آب دی‌یونیزه (E_C = 0.006) به عنوان پتانسیل صفر (شاهد) استفاده شد. بررسی در قالب آزمایش فاکتوریل (۲۰ ژنوتیپ × ۵ سطح تنش) و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. برای تهیه محلول‌های پلی‌اتیلن گلیکول با پتانسیل‌های مورد نظر از رابطه زیر استفاده شد (۲۶):

$$\Psi_s = - (1.18 \times 10^{-2}) C - (1.18 \times 10^{-4}) C^2 + (2.67 \times 10^{-4}) CT + (8.39 \times 10^{-7}) C^2 T$$

که در آن، Ψ_s پتانسیل اسمزی مورد نظر، C غلظت ماده پلی‌اتیلن گلیکول (گرم در لیتر) و T دمای محیط آزمایشی (۲۵ درجه سانتی‌گراد) است.

پس از ضدعفونی بذرها و ظروف آزمایشگاهی با محلول هیپوکلریت سدیم (غلظت ۱۰ درصد به مدت ۵ دقیقه) و اتوکلاو نمودن ظروف در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت، تعداد ۱۵ عدد بذر کاملاً سالم از هر توده در ظروف پتری دیش و روی کاغذهای صافی کشت گردید. ظروف کشت در اتاقک رشد و در دمای ثابت (۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و دوره نوری ۱۲ ساعت شب و روز به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند. در طول دوره آزمایش و هر دو روز یک‌بار سطح محلول (پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و آب دی‌یونیزه) در ظروف کشت کنترل و ثابت نگهداشته شد.

بعد از سپری شدن طول دوره آزمایش و در روز چهاردهم از صفات گیاهچه‌ای به شرح زیر یادداشت برداری بعمل آمد:

درصد بذرهاي جوانه‌زده (GS)، طول ریشه‌چه (PRL)^۴، طول ساقه‌چه (PSL)^۵، نسبت طول ساقه‌چه بر ریشه‌چه (PSL/PRL)، وزن تر ریشه اولیه (PRF)^۶، وزن تر ساقه‌چه (PSF)^۷، نسبت وزن تر ساقه‌چه به ریشه‌چه (PSF/PRF)، وزن خشک ریشه‌چه (PRD)^۸ و ساقه‌چه (PSD)^۹ (پس از قرار دادن در آون تحت دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت)، نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه (PSD/PRD). اندازه‌گیری طول‌ها بر حسب سانتیمتر و اندازه‌گیری اوزان بر حسب گرم و بوسیله ترازوی حساس دیجیتالی به دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام شد.

داده‌های حاصل از یادداشت برداری صفات مختلف بر اساس موازن آماری آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. مقایسات میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. با استفاده از روش

4 - Primary root length (PRL)

5 - Primary stem length

6 - Primary root fresh weight (PRF)

7 - Primary stem fresh weight

8 - Primary root drought weight

9 - Primary stem drought weight

1 - Drought escape

2 - In vitro selection

3 - Polyethylene glycol 6000 (PEG 6000)

پیشنهادی سرمدنیا و همکاران (۳۴) و کافی و همکاران (۱۸) اقدام به رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های آزمایشی از روی صفات اصلی (درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه) شد و توده‌های متحمل به تنش و حساس به آن انتخاب شدند. بدین منظور و در مورد هر صفت، به ژنوتیپ یا ژنوتیپ‌هایی که در مقایسات میانگین‌ها به روش آزمون دانکن حرف a گرفتند رتبه ۱، به گروه ab رتبه ۱/۵، به گروه b رتبه ۲، به گروه bc رتبه ۲/۵، به گروه c رتبه ۳، به گروه cd رتبه ۳/۵، به گروه d رتبه ۴، به گروه de رتبه ۴/۵، به گروه e رتبه ۵، به گروه ef رتبه ۵/۵ و به گروه f رتبه ۶ تعلق گرفت. سپس رتبه‌ها با یکدیگر جمع و در نهایت رتبه نهایی هر ژنوتیپ (میانگین رتبه‌ها) تعیین شد (در صورت غیر معنی‌دار بودن میانگین‌ها، رتبه ۱ به میانگین داده شد). بر اساس این روش، داشتن میانگین رتبه کمتر، نشانگر تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش است. تجزیه‌های آماری توسط نرم افزار MSTAT-C انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات آمده است و نشان می‌دهد که سطوح مختلف تنش خشکی حاصل از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ بر تمامی صفات مورد بررسی سبب بروز اثرات بسیار معنی‌دار آماری ($P \leq 0.01$) شد. همچنین توده‌های شنبلیله بومی ایران به غیر از صفت وزن خشک ریشه اولیه (PRD)، در کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف‌های بسیار معنی‌دار ($P \leq 0.01$) با یکدیگر داشتند که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی در بین آنهاست.

همچنین جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر متقابل سطح تنش و توده بومی بر اغلب صفات مورد مطالعه غیر معنی‌دار است. عدم معنی‌داری اثر متقابل سطح تنش و توده بومی نشان می‌دهد که توده‌های بومی مورد مطالعه در سطوح مختلف تنش وضعیت‌های تقریباً یکسانی داشته‌اند و نوسان‌های معنی‌داری در صفات گیاهچه‌ای آنها در اثر تغییرات سطوح تنش القایی توسط پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ حادث نگردید. ساکارلی و همکاران (۸) نیز یکی از فواید استفاده از محیط‌های تنش دار برای غربالگری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را کاهش اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط ذکر نموده و بیان کردند که کاهش این اثرات سبب افزایش کارایی گزینش شده و در واقع ژنوتیپ‌های منتخب در این روش، کمتر تحت تاثیر تغییرات محیطی موجود در شرایط طبیعی حاکم بر مناطق خشک قرار می‌گیرند.

مطالعه انجام شده در جمعیت‌های مختلف شنبلیله‌های چندساله با استفاده از تنش القایی توسط پلی‌اتیلن گلیکول نیز حاکی از وجود اختلاف‌های معنی‌دار بین جمعیت‌ها در مورد طول و وزن خشک ریشه و ساقه اولیه و نسبت وزن خشک ساقه به ریشه‌های اولیه بود ولی نسبت طول ساقه به طول ریشه در این مطالعه بدون بروز تفاوت‌های

معنی‌دار آماری گزارش گردید که در برخی موارد با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشته و آنرا تایید می‌کند (۳۱).

بین اثر ساده سطوح مختلف تنش خشکی و توده‌های بومی از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت و اثر متقابل سطح تنش و توده بومی معنی‌دار نبود (جدول ۱). مطالعات انجام شده با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول بر محصولات مختلف خانواده لگومینوز مانند ماش و نخود، حاکی از وجود اختلاف‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مختلف است (۴، ۲۰، ۲۴ و ۳۹) که با نتایج حاضر مطابقت داشته و آنرا تایید می‌کند.

مقایسه میانگین جوانه‌زنی توده‌های شنبلیله بومی ایران به روش آزمون دانکن نشان داد که، میزان جوانه زنی بذر در تیمار شاهد (آب دی‌یونیزه) و سطوح تنش ۲- و ۴- بار تفاوت معنی‌داری نداشت ولی از سطح تنش ۴- بار به سوی تنش ۸- بار از میزان جوانه‌زنی بذرها بطور معنی‌داری کاسته شد. به طوری که در سطح تنش ۸- بار میزان درصد جوانه‌زنی بذرها به کمترین مقدار خود (۸۴/۵ درصد) افت کرد (جدول ۲).

مطالعات نشان داده‌اند که در ظرفیت زراعی (FC) پتانسیل ماتریک خاک بطور متوسط برای خاک‌های شنی و رسی برابر ۳- بار بوده و متقابلاً در نقطه پژمردگی دایم (PWP)^۱ که در آن گیاه قادر به به جذب رطوبت از خاک نمی‌باشد، پتانسیل ماتریک برابر ۱۵- بار است. یعنی تفاوت بین دو نقطه ظرفیت زراعی (۳- بار) و نقطه پژمردگی دایم (۱۵- بار) مقدار رطوبتی است که توسط گیاه قابل جذب است (۱). تیمارهای بکار رفته در این بررسی شامل پتانسیل‌های صفر، ۲- و ۴- بار تقریباً معادل با محدوده ظرفیت زراعی خاک بوده و لذا عدم وجود تفاوت‌های معنی‌دار در مورد درصد جوانه‌زنی بذر توده‌ها در محدوده رطوبتی مذکور می‌تواند مربوط به آن باشد. تفاوت‌های موجود در بین توده‌ها از نظر درصد جوانه‌زنی از پتانسیل ۴- بار به پایین تر ظهور یافت و لذا براین اساس، استفاده از تیمارهایی با تنش بیشتر (کمتر از ۴- بار) برای غربالگری و گزینش قابل توصیه‌تر هستند. نتایج مطالعات انجام شده توسط معصومی و همکاران (۳۴) نیز نشان داد که در گیاه نخود محدوده پتانسیل ۴- و ۸- بار مناسبترین محدوده جهت تعیین تحمل ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی است، که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت داشته و آنرا تایید می‌کند.

در جدول ۳ مقایسه میانگین اثر توده‌های بومی بر درصد جوانه‌زنی آمده است و نشان می‌دهد که توده بومی خاش با میانگین جوانه‌زنی ۹۸ درصد در بین توده‌های مورد مطالعه بیشترین درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف تنش القایی با پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ را داشته و در مقایسه میانگین به روش آزمون دانکن در رتبه اول قرار گرفت. متقابلاً توده بومی

1 - Permanent wilting point.

بروجرد با متوسط جوانه‌زنی ۸۴/۵ درصد پایین‌ترین رتبه را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهچه‌ای توده‌های شنبليله بومی ایران در اثر تنش القایی با PEG6000

Table 1- Analysis of variance of Iranian fenugreek landraces seedling characteristics under stress induced by PEG 6000

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)									
		%GS	PSL	PSF	PSD	PRL	PRF	PRD	PSL/PRL	PSF/PRF	PSD/PRD
تکرار (Replication)	2	498*	14**	0.42**	0.002 ^{ns}	107**	0.19*	0.0004 ^{ns}	0.60**	0.0004 ^{ns}	0.004 ^{ns}
سطح تنش (Stress Level(S))	4	2608**	87**	4.1**	0.013**	46.5**	0.45**	0.004**	0.96**	2.1**	0.04**
توده (Landrace(L))	19	305**	3.3**	0.19**	0.006**	3.5**	0.01**	0.0007 ^{ns}	0.21**	0.26**	0.02**
اثر متقابل (S×L)	76	154 ^{ns}	0.87**	0.04 ^{ns}	0.001 ^{ns}	1.5 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.05*	0.04**	0.003 ^{ns}
خطا (Error)	198	126	0.45	0.02	0.0007	1.70	0.006	0.0007	0.03	0.03	0.003
درصد ضریب تغییرات (C.V%)	--	12.4	18	11.7	4.4	23	10.6	4.8	26.4	10.2	5

* و ** بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری

* and ** significantly different in 5% and 1% probability level, respectively and ns= not significant

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش القایی با PEG6000 بر جوانه زنی و صفات گیاهچه‌ای توده‌های شنبليله بومی ایران

Table 2- Mean comparisons of different drought stress levels induced by PEG 6000 on germination and seedling traits of Iranian fenugreek landraces

سطح تنش(بار) Stress level(Bar)	میانگین صفات Traits Means									
	%GS	PSL	PSF	PSD	PRL	PRF	PRD	PSL/PRL	PSF/PRF	PSD/PRD
Check(0)	94 a*	4.68 a	1.53 a	0.57 c	6.44 a	0.83 a	0.54 a	0.73 a	1.84 a	1.06 b
-2	93 a	4.67 a	1.27 b	0.59 b	6.39 a	0.81 a	0.54 a	0.73 a	1.57 b	1.10 b
-4	96 a	4.2 b	1.7 c	0.61 a	6.01 a	0.76 b	0.54 a	0.70 b	1.54 b	1.13 a
-6	90 b	3.0 c	1.0 d	0.61 a	5.19 b	0.69 c	0.53 b	0.58 c	1.45 c	1.15 a
-8	84.5 c	1.9 d	0.85 e	0.59 b	4.39 c	0.63 d	0.52 b	0.43 d	1.35 d	1.14 a

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

* Means with the same letters in each column are not significantly differences at 5% probability level

جزو توده‌های ضعیف از نظر میزان رشد گیاهچه‌ها است و دلیل این امر را می‌توان به اندوخته کم بذرهای آن از نظر مواد لازم برای رشد و نمو گیاهچه‌های نوریست نسبت داد.

جدول ۱ نشان می‌دهد که صفات طول ساقچه (PSL) و طول ریشه‌چه (PRL) به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح تنش خشکی و توده‌های بومی قرار گرفتند (سطح احتمال ۱ درصد)، ولی اثرات متقابل سطح تنش و توده بومی فقط در مورد طول ساقچه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات مذکور در سطوح مختلف تنش القایی با پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (جدول ۲) نشان می‌دهد که کاهش پتانسیل اسمزی از صفر بار (شاهد) تا ۸- بار موجب کاهش معنی‌دار در طول ساقچه و ریشه‌چه تمام توده‌های بومی شنبليله گردید. جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان کاهش طول ساقچه در پتانسیل‌های اسمزی ۶- و ۸- بار شدیدتر بوده و کمترین طول ساقچه در پتانسیل اسمزی ۸- بار مشاهده شد (۱/۹ سانتیمتر) که در مقایسه میانگین، پایین‌ترین

با توجه به اینکه توده بومی خاش دارای بذرهای ریز جزو توده‌های با وزن هزاردانه کم (دارای وزن هزار دانه ۹ گرم) در این پژوهش بود، لذا به نظر می‌رسد به دلیل بیشتر بودن نسبت سطح به حجم در بذور توده خاش توانایی بذرهای آن در جذب آب و جوانه‌زنی سریعتر و بیشتر است. چنین خصوصیتی در رقم‌های بذر ریز (وزن هزار دانه کم) عدس و سایر گیاهان زراعی خانواده لگومینوز نیز گزارش گردیده است (۴ و ۳۹)، که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. همچنین به دلیل ریز بودن بذر توده بومی خاش نسبت به سایر توده‌ها، رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی و سبز شدن بذرهای آن نسبت به توده‌هایی با بذرهای درشت‌تر، کمتر بوده و بنابراین حتی در شرایطی با آب قابل دسترس کمتر، توانایی جوانه‌زنی بذرهای توده خاش نسبت به سایر توده‌ها بیشتر خواهد بود. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳ معلوم می‌گردد که توده بومی خاش با ایجاد گیاهچه‌هایی با طول ساقه و ریشه اولیه کمتر نسبت به سایر توده‌ها

رتبه را به خود اختصاص داد.

همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان کاهش طول ریشه‌چه توده‌های بومی شنبليله در حد فاصل پتانسیل اسمزی صفر بار (شاهد) تا ۴- بار اختلاف چندانی نداشته و از محدوده ۴- بار به سمت تنش شدیدتر (۸- بار) میزان کاهش در طول ریشه‌چه محسوس‌تر بود. با توجه به این کاهش محسوس در طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در محدوده تنش ۶- تا ۸- بار نسبت به سطوح دیگر تنش، به نظر می‌رسد محدوده مذکور جهت غربالگری توده‌های بومی شنبليله ایران از نظر رشد طولی ریشه‌چه و ساقه‌چه مناسب‌تر بوده و برای انجام مطالعات در این زمینه قابل توصیه است. این نتیجه در خصوص درصد جوانه‌زنی بذرها نیز حاصل شده بود که با آن مطابقت داشته و موید آن است.

جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که در پتانسیل اسمزی ۶- تا ۸- بار، میزان کاهش طول ساقه‌چه‌ها بیشتر از طول ریشه‌چه‌ها بود. نتایج مشابهی مبنی بر کاهش معنی‌دار در طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهان مختلف در اثر تنش القایی با پلی‌اتیلن‌گلیکول توسط سایر محققان گزارش گردیده است (۶، ۷، ۹ و ۳۲) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشته و آنرا تایید می‌کند.

جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین طول ساقه‌چه در بین توده‌های شنبليله بومی مورد مطالعه در سطوح متفاوت تنش خشکی، متعلق به توده بومی سمنان و برابر با ۴/۴ سانتی‌متر بود که در مقایسات میانگین در رتبه اول قرار داشت و کمترین طول ساقه‌چه نیز متعلق به توده بومی اهواز (۳ سانتی‌متر) بود که در مقایسات در رتبه آخر قرار گرفت. همچنین توده بومی سمنان با داشتن طول‌ترین طول ریشه اولیه (۶/۶ سانتی‌متر) در سطوح مختلف تنش خشکی نسبت به بقیه توده‌ها برتر بوده و در رتبه اول جای گرفت. توده بومی قائنات با میانگین طول ریشه اولیه ۴/۴ سانتی‌متر، کمترین طول ریشه‌چه را در بین توده‌های بومی به خود اختصاص داد (جدول ۳).

مطالعات انجام شده در لگوم‌های یکساله ثابت نموده‌اند که عمق ریشه‌دوانی بالاتر به شرطی می‌تواند عامل مقاومت یا تحمل به خشکی باشد که توام با وزن خشک ریشه‌ای بیشتر باشد (۱۳ و ۱۹). یعنی ژنوتیپ‌هایی که در کنار رشد بیشتر ریشه‌ها، توانایی انباشته نمودن مقدار بیشتری از مواد فتوسنتزی در ریشه‌ها را دارند به خشکی متحمل‌ترند. در جدول ۳ مشاهده می‌گردد که توده سمنان علیرغم داشتن ریشه‌ها و ساقه‌های اولیه طول‌تر نسبت به سایر توده‌ها، از نظر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (PSD و PRD) وضعیت چندان ممتازی نداشت و می‌توان چنین استنباط نمود که در گیاهچه‌های توده مذکور، رشد فقط از جهت افزایش طولی بوده بدون اینکه ماده خشک بیشتری در راستای رشد طولی ریشه و ساقه اولیه در آنها اندوخته گردد. از دیدگاه دیگر می‌توان بیان کرد که، ساقه‌ها و ریشه‌های اولیه توده بومی سمنان حاوی مقادیر بیشتری آب بوده و لذا

توده مذکور در سنین گیاهچه‌ای حساسیت بیشتری به کاهش آب در اثر افزایش شدت سختی محیط از نظر تنش خشکی و یا بالا رفتن ناگهانی دمای هوا و افزایش تبخیر و تعرق خواهد داشت که این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد.

جدول ۱ نشان می‌دهد که وزن تر و خشک ساقه اولیه (PSF و PSD) توده‌های شنبليله بومی ایران در محیط‌های مختلف تنش‌دار، تفاوت‌های آماری بسیار معنی‌دار (سطح احتمال ۱ درصد) داشت که حاکی از وجود تنوع در بین توده‌های مذکور است. همچنین اثر ساده سطح تنش القایی توسط پلی‌اتیلن‌گلیکول بر وزن تر و خشک ساقه اولیه موجب بروز اختلاف‌های بسیار معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) گردیده و اثر متقابل سطح تنش و توده بر وزن تر و خشک ساقه‌های اولیه از نظر آماری معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن تر و خشک ساقه اولیه در جدول ۲ آمده است و نشان می‌دهد که افزایش شدت تنش خشکی موجب کاهش در وزن تر ساقه اولیه توده‌های بومی گردیده و بیشترین و کمترین وزن تر ساقه به ترتیب در تیمار بدون تنش خشکی (صفر بار) و شرایط تنش ۸- بار حاصل شد. وزن خشک ساقه اولیه در مواجهه با تنش خشکی القایی توسط پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰، از تیمار بدون تنش خشکی (صفر بار) به سمت تیمار ۶- بار افزایش یافته و در فاصله تنش ۶- بار به سمت ۸- بار کاهش یافت (جدول ۲). یعنی در مواجهه با تنش خشکی بر مقدار مواد خشک گیاهچه‌ها افزوده شد.

محققان و فیزیولوژیست‌های گیاهی در تشریح پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاهان در برابر تنش خشکی معتقدند که، کاهش محتوای آب در اندام‌ها از جمله واکنش‌های مهم گیاهی محسوب می‌شود. این عمل موجب تجمع مواد محلول قابل انتقال^۱ مانند ساکارز، سوربیتول، پرولین و ... در اندام‌های گیاهی می‌شود. نتیجه نهایی این واکنش کمک به پدیده تنظیم اسمزی^۲ در درون سلول‌های گیاهی است. در طول مرحله برخورد با تنش خشکی، پتانسیل اسمزی سلول‌های گیاهی افت می‌نماید و تجمع مواد محلول قابل انتقال مذکور در سلول‌ها، باعث ابقای حرکت آب به داخل سلول شده و آماس (تورژسانس) سلول‌های گیاهی از این طریق حفظ می‌شود. این مکانیزم (تجمع مواد محلول قابل انتقال) راه حلی موقتی برای مقابله با تنش خشکی در گیاهان است (۲، ۳۵، ۳۸).

1 - Accumulation of compatible solutes

2 - Osmotic adjustment

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثر توده بومی بر جوانه‌زنی و صفات گیاهچه‌ای توده‌های شنبلله بومی ایران و رتبه‌بندی توده‌ها بر اساس روش پیشنهادی سرمدنیا و همکاران (۱۴) و کافی و همکاران (۱۸)

Table 3- Mean comparisons of fenugreek landraces effects on germination and seedling traits and ranking of them based on Sarmaninia *et al.*, 1988 and Kafi *et al.*, 2005

نام توده بومی Landrace name	میانگین صفات Traits Means methods										میانگین رتبه (بر مبنای ۷ صفت اصلی) Rank Mean (based on seven main traits)
	%GS	PSL	PSF	PSD	PRL	PRF	PRD	PSL/PRL	PSF/PRF	PSD/PRD	
اردستان	94 ab*	3.9 cd	1.2 bc	0.60 c	5.9 ab	0.72 de	0.53 ab	0.68 de	1.7 a	1.14 de	2.50
اصفهان	92 ab	3.5 de	1.2 bc	0.61 bc	5.9 ab	0.76 bc	0.53 ab	0.60 ef	1.6 ab	1.15 cd	2.29
اهواز	96 ab	3.0 f	1.0 de	0.57 e	5.7 ab	0.76 bc	0.53 ab	0.56 ef	1.3 d	1.07 g	3.14
بrazجان	90 bc	3.4 de	1.3 ab	0.62 ab	5.2 bc	0.74 de	0.54 ab	0.68 de	1.7 a	1.14 de	2.57
بروجرد	84.5 d	3.3 ef	1.2 bc	0.61 bc	5.3 bc	0.74 de	0.52 ab	0.64 ef	1.6 ab	1.16 bc	3.21
کاش	98 a	3.1 f	0.9 e	0.57 e	6.0 ab	0.75 cd	0.53 ab	0.54 ef	1.3 d	1.07 g	2.29
خراسان	92 ab	3.2 ef	1.2 bc	0.61 bc	5.7 ab	0.72 de	0.53 ab	0.58 ef	1.6 ab	1.15 cd	2.57
خرم‌آباد	90 bc	3.4 de	1.1 cd	0.57 e	6.2 ab	0.76 bc	0.53 ab	0.58 ef	1.4 cd	1.08 fg	2.93
ری	89 cd	3.1 f	1.1 cd	0.58 d	6.0 ab	0.74 de	0.54 ab	0.54 ef	1.4 cd	1.08 fg	3.43
زنجان	93 ab	3.1 f	1.0 de	0.57 e	6.3 ab	0.76 bc	0.53 ab	0.52 f	1.4 cd	1.07 g	3.14
سمنان	97 ab	4.4 a	1.1 cd	0.57 e	6.6 a	0.71 de	0.52 ab	0.69 de	1.5 bc	1.08 fg	2.43
شیراز	95 ab	4.05 bc	1.1 cd	0.60 c	5.2 bc	0.68 e	0.53 ab	0.78 bc	1.6 ab	1.13 de	2.71
یزد	93 ab	4.2 ab	1.1 cd	0.60 c	5.4 bc	0.70 de	0.53 ab	0.80 bc	1.6 ab	1.12 ef	2.50
قائنات	97 ab	4.2 ab	1.1 cd	0.58 d	4.4 c	0.72 de	0.52 b	1.0 a	1.5 bc	1.10 fg	2.71
کاشان	96 ab	4.0 bc	1.3 ab	0.63 a	6.1 ab	0.78 ab	0.53 ab	0.64 ef	1.7 a	1.18 ab	1.50
کرمان	93 ab	3.8 cd	1.3 ab	0.61 bc	5.6 ab	0.75 cd	0.53 ab	0.69 de	1.7 a	1.16 bc	2.14
کرمانشاه	93 ab	3.5 de	1.2 bc	0.60 c	5.4 bc	0.72 de	0.52 ab	0.68 de	1.6 ab	1.14 de	2.79
نیشابور	93 ab	3.9 cd	1.4 a	0.63 a	5.7 ab	0.81 a	0.53 ab	0.66 ef	1.7 a	1.19 a	1.50
یاسوج ۱	94 ab	4.3 ab	1.2 bc	0.60 c	5.2 bc	0.78 ab	0.55 a	0.82 b	1.5 bc	1.09 fg	1.86
یاسوج ۲	96 ab	4.3 ab	1.2 bc	0.60 c	5.8 ab	0.77 bc	0.53 ab	0.75 cd	1.5 bc	1.11 fg	1.93

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
* Means with the same letters in each column are not significantly differences based on Duncan Multiple Range Test at 5% probability level.

مقایسه میانگین صفات وزن تر و خشک ساقه اولیه توده‌های شنبلیله بومی ایران در جدول ۳ آمده است و نشان می‌دهد که آنها را از نظر وزن تر ساقه اولیه می‌توان در گروه‌های متفاوتی قرار داد. بیشترین و کمترین وزن تر ساقه اولیه در بین توده‌های بومی به ترتیب متعلق به توده بومی نیشابور (۱/۴ گرم) و خاش (۰/۹ گرم) بوده و توده‌های بومی نیشابور و کاشان با ۰/۶۳ گرم و توده‌های خاش، اهواز، خرم‌آباد، زنجان و سمنان با ۰/۵۷ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه اولیه را داشتند (جدول ۳).

سطوح مختلف تنش بر روی صفات وزن تر و خشک ریشه اولیه توده‌های بومی ایران موثر بوده و سبب ایجاد اختلاف‌های بسیار معنی‌دار آماری (سطح احتمال ۱ درصد) شد. اثر متقابل سطح تنش و توده بر وزن تر ریشه‌های اولیه معنی‌دار نبود (جدول ۱). در جدول ۲ مقایسه میانگین اثر سطح تنش بر وزن تر ریشه اولیه گیاهچه‌ها آمده است و نشان می‌دهد که در اثر افزایش شدت تنش خشکی از میزان وزن تر ریشه‌ها کاسته شد. بیشترین و کمترین وزن تر ریشه اولیه به ترتیب در تیمار شاهد (بدون تنش) و تنش ۸- بار حاصل شد. کاهش مذکور در مورد طول ریشه‌های اولیه نیز رخ داد (جدول ۲) که تقریباً با همدیگر در یک راستا بودند. جدول ۳ نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین وزن تر ریشه اولیه در بین توده‌های مورد مطالعه به ترتیب متعلق به توده‌های بومی نیشابور (۰/۸۱ گرم) و شیراز (۰/۶۸ گرم) بود که در مقایسه میانگین به روش آزمون دانکن در کلاس‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

در اثر تنش رطوبتی تا محدوده ۴- بار، هیچگونه تغییرات محسوسی در وزن خشک ریشه اولیه توده‌ها پدیدار نشده و تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده نشد، ولی از تنش ۴- بار به سمت ۶- بار کاهش در وزن خشک ریشه‌ها ملموس‌تر بوده و اختلاف‌های معنی‌دارتری (در سطح احتمال ۱ درصد) با تیمارهای تنشی ملایم‌تر داشت (جدول ۲). از این نظر نیز می‌توان محدوده تنش‌های پایین‌تر از ۴- بار را برای غربالگری توده‌های شنبلیله بومی ایران در سنین گیاهچه‌ای پیشنهاد نمود که با نتایج قسمت‌های قبلی مطابقت داشته و آنها را تأیید می‌نماید.

در مورد وزن خشک ریشه اولیه گیاهچه‌ها، تفاوت‌های معنی‌داری بین توده‌های بومی وجود نداشت (جدول ۱) یعنی توده‌ها در اثر تنش القایی وضعیت‌های مشابهی از نظر این صفت داشتند. همین امر در مورد اثرات متقابل سطح تنش و توده بومی نیز صادق بود (جدول ۱).

نسبت طول ساقه بر ریشه اولیه، تحت تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف تنش خشکی و توده‌های بومی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت و در ضمن اثر متقابل سطح تنش × توده نیز از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر سطوح

تنش بر نسبت طول ساقه بر ریشه نشان داد که بیشترین مقدار این نسبت در اثر تیمارهای شاهد (بدون تنش) و تنش در سطح ۲- بار حاصل گردیده (۰/۷۳) و پس از آن و با افزایش شدت تنش به سمت ۸- بار، نسبت مذکور به شدت کاهش یافته و به ۰/۴۳ رسید یعنی دارای کاهشی معادل ۵۹ درصد بود (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهند که در اثر افزایش شدت تنش خشکی، میزان کاهش در طول ساقه‌های اولیه به مراتب بیشتر از ریشه‌های اولیه بوده و گیاهان با احساس تنش در محیط، از رشد رویشی ساقه‌های خود کاسته و بر رشد طولی ریشه‌های خود افزودند. کاهش ارتفاع گیاهان و افزایش رشد عمقی ریشه‌ها از مکانیزم‌های مهم اولیه در مواجهه با تنش خشکی است که توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۷، ۱۴ و ۱۸) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند.

در جدول ۳ نتایج مقایسه میانگین نسبت طول ساقه بر ریشه اولیه توده‌های بومی در سطوح مختلف تنش خشکی آمده است و نشان می‌دهد که توده بومی قائنات با داشتن نسبت ۱ (طول ساقه برابر طول ریشه اولیه) و توده بومی زنجان با داشتن نسبت طول ساقه بر ریشه ۰/۵۲ به ترتیب بیشترین و کمترین نسبت‌های طول ساقه بر ریشه‌ها را در بین توده‌های بومی بخود اختصاص دادند.

وجود نسبت پایین طول ساقه بر ریشه اولیه در توده بومی زنجان حاکی از آن است که مکانیزم مقاومت یا تحمل به خشکی در توده مذکور از طریق کاهش نسبت طول ساقه اولیه بر ریشه وجود دارد. به بیان دیگر گیاهچه‌های توده بومی زنجان در مواجهه با تنش خشکی، ترغیب به افزایش رشد عمقی ریشه‌ها شدند که این ویژگی می‌تواند سبب ارتقای سطح مقاومت در توده مذکور گردد. چرا که با نفوذ عمقی بیشتر ریشه‌ها، امکان دسترسی به آب و رطوبت در لایه‌های عمقی خاک افزایش یافته و گیاهچه‌ها با دسترسی بیشتر به آب از طریق ریشه‌های عمیق‌تر توانایی مقابله با تنش خشکی را خواهند یافت.

پژوهشگران ضمن تأکید بر داشتن سیستم ریشه‌ای کارآ در گیاهان متحمل به خشکی معتقدند که، سیستم ریشه‌ای قوی و عمیق در گیاه صفتی مهم است که می‌تواند بر روی قابلیت تامین آب برای فعالیت‌های گیاهی تحت شرایط تنش خشکی تاثیر گذاشته و گیاه را از اثرات مخرب تنش مصون دارد (۱۷، ۲۸، ۳۶، ۳۷ و ۳۸). تنوع ژنتیکی در ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان تیره لگومینوز در خصوص تغییر در نسبت طولی ساقه به ریشه به نفع ریشه در مواجهه با تنش خشکی توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (۳، ۲۵، ۳۷ و ۴۰) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشته و آن را تأیید می‌کند. تجزیه واریانس صفات نسبت وزن تر و خشک ساقه اولیه بر وزن تر و خشک ریشه اولیه (PSF/PRF و PSD/PRD) نشان داد که،

نیشابور مربوط به زیادی وزن خشک ساقه (PSD) در آن و کمی این صفت در سه توده بومی اهواز، خاش و زنجان نیز مربوط به کم بودن وزن خشک ساقه اولیه در آن‌ها بود (جدول ۳).

به نظر می‌رسد در سه توده بومی اهواز، خاش و زنجان گیاهچه‌ها با احساس تنش خشکی در محیط رشد، قسمت اعظم مواد فتوسنتزی را به ریشه‌های خود اختصاص داده و از این طریق سبب افزایش رشد عمقی آنها گردیده و در نتیجه رشد طولی بیشتر ریشه‌ها، مقدار مواد خشک آنها نیز بیشتر شد. کومار (۲۳) معتقد است که هر اندازه میزان رشد و بیوماس ریشه ژنوتیپی بیشتر باشد، تحمل آن به خشکی بیشتر است.

نتایج مربوط به رتبه بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش پیشنهادی سرمندیا و همکاران (۳۴) و کافی و همکاران (۱۸) از روی صفات اصلی (درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه) در جدول ۳ آمده است و نشان می‌دهد که، توده‌های بومی شنبليله در مواجهه با تنش خشکی مرحله گیاهچه‌ای دارای رتبه‌های متفاوتی بوده (درجات مختلفی از تحمل در بین آنها وجود داشت) و در این میان دو توده بومی متعلق به کاشان و نیشابور با کمترین میانگین رتبه (۱/۵۰) متحمل‌ترین توده‌های این پژوهش بوده و متقابلاً دو توده بومی ری و خاش به ترتیب با میانگین‌های ۳/۴۳ و ۳/۲۹ حساسترین توده‌های شنبليله در شرایط تنش خشکی بودند (جدول ۳).

در جمع‌بندی نتایج این بررسی می‌توان چنین استنتاج نمود که بین توده‌های بومی شنبليله کشور از نظر واکنش نسبت به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها اختلاف‌هایی موجود است و این امر نشانگر وجود تنوع مطلوب در بین توده‌هاست. در نهایت، توجه به توده‌های بومی کشور و بهره‌برداری از قابلیت‌های نهفته در آنها از قبیل ژن‌های تحمل و یا مقاومت به تنش‌های محیطی آشکارتر شده و محافظت از توده‌های بومی به عنوان منابع با ارزش ژنتیکی در بانک ژن گیاهی و ... ضرورت داشته و توصیه می‌شود.

این صفات نیز تحت تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف تنش خشکی و توده بومی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده سطح تنش بر این صفات در جدول ۲ آمده است و نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی از تیمار شاهد (بدون تنش) به سمت تنش شدیدتر (۸- بار) از نسبت وزن تر ساقه بر ریشه اولیه کاسته شد، به طوری که در تیمار شاهد میزان این صفت برابر ۱/۸۴ بوده و در تیمار ۸- بار به ۱/۳۵ افت نمود (۷۳/۴ درصد کاهش). این یافته نشان می‌دهد که، با افزایش شدت تنش خشکی، میزان آب موجود در ریشه و ساقه‌های اولیه گیاهان دچار افت شده و این کاهش از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود.

میزان کاهش مشاهده شده در نسبت وزن تر ساقه بر ریشه اولیه بین پتانسیل‌های اسمزی ۲- بار و ۴- بار چندان زیاد نبوده و این دو سطح تنش در یک کلاس قرار گرفتند ولی از پتانسیل ۴- بار به سمت تنش شدیدتر (۸- بار) کاهش شدیدتری حادث شد (جدول ۲). از این نتیجه می‌توان چنین استنباط کرد که در مواجهه با تنش‌های سخت‌تر، گیاهچه‌ها مقدار آب بیشتری در ریشه‌های خود نسبت به ساقه‌ها انباشته نمودند. همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی بر نسبت وزن خشک ساقه بر ریشه اولیه گیاهچه‌ها افزوده شد، به طوری که مقدار آن در تیمار شاهد (بدون تنش) برابر ۱/۰۶ بوده که در تیمار تحت تنش ۸- بار به ۱/۱۳ افزایش یافت که حاکی از تجمع احتمالی بیشتر مواد محلول قابل انتقال در ساقه‌ها نسبت به ریشه‌هاست که قبلاً در مورد وزن خشک ساقه‌های اولیه نیز مشاهده شد و با نتایج مذکور مطابقت داشته و آنرا تایید می‌نماید.

مقایسه میانگین صفت نسبت وزن خشک ساقه بر ریشه در بین توده‌های شنبليله بومی ایران نشان داد که بیشترین مقدار صفت مذکور متعلق به توده بومی نیشابور و برابر ۱/۱۹ بود که در مقایسه میانگین در رتبه اول قرار داشت. کمترین مقدار نسبت وزن خشک ساقه بر ریشه در سه توده بومی اهواز، خاش و زنجان مشاهده گردید و برابر ۱/۰۷ بود (جدول ۳). بیشتر بودن این نسبت در توده بومی

منابع

- 1- Alizadeh A. 2006. Soil, Water and Plant Relationships. Imam Reza University Publications. (In Persian)
- 2- Amede T., Kimani P., Ronno W., Lunze L., and Mbikay N. 2004. Coping with Drought; Strategies to Improve Genetic Adaptation of Common bean to Drought Prone Regions of Africa. CIAT Occasional Publication Series.No.38,pp:39.
- 3- Annicchiarico P., and Piano E.2004. Indirect selection for root development of white clover and implication for drought tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science, 190:28-34.
- 4- Bagheri A.R., Nezami A., and Soltani M. 2000. Breeding for Stress Tolerance in Cool Season Food Legumes. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publications. (In Persian)
- 5- Brush S.B.1995. *In situ* conservation of landraces in center of crop diversity. Crop Science, 35:346-354.
- 6- Bukhtiar B., and Shaykva A. 1990. Drought tolerance in lentil. II. Differential genotypic response to drought. Journal of Agricultural Research Lahore, 28:117-126.
- 7- Burnett S., Van-Iersel M., and Thomas P. 2005. PEG 8000 alters morphology and nutrient concentration of

- hydroponic impatiens. Horticultural Science, 40(6):1768-1772.
- 8- Ceccarelli S., Grando S., and Hamblin J. 1992. Relationship between barley grain yield measured in low and high yielding environments. Euphytica, 64:49-58.
- 9- Choi W., Kang S., Park H., Kim S., Lee K., Shin H., and Choi S. 2000. Effect of water stress by PEG on growth and physiological traits in rice seedlings. Korean Journal of Crop Science, 45:112-117.
- 10- De R., and Kar R.K. 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG 6000. Seed Science Technology, 23: 301-308.
- 11- Emmerich W.E., and Hardgree SP. 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: Effect of filter paper extrusion and water vapor loss. Crop Science, 31:454-458.
- 12- Fischer K., Lafitte R., Fukai S., Altin G., and Hardy B. 2003. Breeding Rice for Drought Prone Environments. Los Banos Publications. IRRI, Philippines.
- 13- Gaur P.M., Gowda CLL., Knights EJ., Warkentin T., Acikgoz N., Yadav SS., and Kumar J. 2007. Breeding achievements. p.395-396. In S.S.Yadav et al.(ed.) Chickpea Breeding and Management. CAB Int. Walingford, UK.
- 14- Iran nejhada H., and Shahbaziyan N. 2005. Field Crops Tolerance to Environmental Stresses. Carno Publications. (In Persian)
- 15- Jaradat A. 1994. Plant genetic resources and their roles in breeding to biotic and abiotic stresses. p.13. In Proceedings of 3rd. Iranian Crop production and Plant Breeding Congress, 3-8 Sep.1994. Tabriz University. Tabriz. Iran.
- 16- Kaboli M., Sadeghi M. 2002. Effect of water stress on germination in three species of onobrychis. Pajouhesh-VA-Sazandegi, 15(1): 18-21. (in Persian with English abstract)
- 17- Kafi M., and Mahdavi Damghani A. 2007. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. Ferdowsi University Publications.
- 18- Kafi M., Nezami A., Hosaini H., and Masomi A. 2005. Physiological effects of drought stress by polyethylene glycol on germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Iranian Journal of Field Crops Research, 3: 69-80. (in Persian with English abstract)
- 19- Kashiwagi J., Krishnamurthy L., Crouch J.H., and Serraj R. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. Field Crops Research, 95:171-181.
- 20- Kazerouni Monfared E., Akramian M., Tokassi S., Eghbali S., and Ale Ebrahim T. 2005. Physiological effects of salt and drought stress on germination and seedling growth of lentil (*Lens culinaris* Medik.) and mung bean (*Vigna radiata* L.). p. 157. In Proceedings of 1st. Iranian Pulse Crops Symposium. 20-21 Nov. 2005. Ferdowsi University. Mashhad. Iran.
- 21- Kiani M., Bagheri A., and Nezami A. 1998. Reaction of lentil genotypes to drought stress during germination in PEG 6000. Journal of Agricultural Industry, 12(1): 49-59. (in Persian with English abstract)
- 22- Kpoghomou B.K., Sapra V.T., and Beyl C.A. 1990. Screening for drought tolerance: Soybean germination and its relationship to seedling response. Journal of Agronomy and Crop Science, 164: 153-159.
- 23- Kumar D. 2006. Breeding for drought resistance. p.145-175. In M. Ashraf., and P.J.C. Harris (eds.). Abiotic Stresses: Plant Resistance Through Breeding and Molecular Approaches. International Book Distributing Co, India.
- 24- Masomi A., Kafi M. 2005. The physiological effects of water stress by PEG 6000 on germination of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes. p.158. In Proceedings of 1st. Iranian Pulse Crops Symposium. 20-21 Nov. 2005. Ferdowsi University. Mashhad. Iran.
- 25- Matsui T., and Singh B.B. 2003. Root characteristics in cowpea related to drought tolerance at the seedling stage. Experimental Agriculture, 39:29-38.
- 26- Michel B.E., and Kaufmann M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51:914-916.
- 27- Moradi P. 2008. Study on genetic diversity of Iranian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) landraces. Ph D. thesis in horticultural science. Tehran Science and Research Campus. Islamic Azad University.
- 28- Panda S.C. 2004. Dryland Agriculture. Agrobios Publications, India.
- 29- Pezeshkpour P., Mosavi S.K. 2005. Correlation between drought resistance indices and chickpea yield in stress (spring sowing) and non stress (autumn sowing). p.63. In Proceedings of 1st. Iranian Pulse Crops Symposium. 20-21 Nov. 2005. Ferdowsi University. Mashhad. Iran.
- 30- Ramesh S., Reddy P.S., and Ramaiah B. 2007. Genetic options for drought management in sorghum. p.59-84. In D.P Singh et al.(eds.). Crop Production in Stress Environments: Genetic and Management Options. Agrobios Publications, India.
- 31- Riasat M., Nasirzadeh A.R., Jafari A.A., Joukar L. 2005. Resistance of trigonella accessions to drought stress. Iranian Journal of Rangeland and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 20(2):189-200. (in Persian with English abstract)

- 32- Sadeghian S.Y., and Yavari N. 2004. Effect of water deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190(2): 138-144.
- 33- Sadeghzadeh Ahari D., Hassandokht M.R., Kashi AK., Amri A., Alizadeh K. 2010. Genetic variability of some agronomic traits in the Iranian fenugreek accessions under drought stress and non-stress conditions. *African Journal of Plant Science*, 4 (2):12-20.
- 34- Sarmadnia GH., Tavakoli H., and Ghorbani A. 1988. Study on drought tolerance of different wheat landraces in germination stage. p. 57-80. In *Proceedings and the Results of the 1st. Conference on Investigating Rainfed Issues in Iran*. 18-20 Jul. 1988. Ferdowsi University. Mashhad. Iran.
- 35- Scott P. 2008. *Physiology and Behavior of Plants*. John Wiley and Sons, New York.
- 36- Singh B.B., Maikodomi Y., and Terao Y. 1999. A simple screening method for drought tolerance in cowpea. *Indian Journal of Genetics*, 59:211-220.
- 37- Songsri P., Jogloy S., Vorasoot N., Akkasaeng C., Patanothai A., and Holbrook C.C. 2008. Root distribution of drought resistant peanut genotypes in response to drought. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194:92-103.
- 38- Taiz L., and Ziger E. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin Cummings Publishing Company. Inc, California.
- 39- Turner N.C., Wright G.C., and Siddique K.H.M. 2001. Adaptation of grain legumes (pulses) to water limited environments. *Advances in Agronomy*, 71:193-231.
- 40- Yusuf Ali M., Johansen C., Krishnamurthy L., and Hamid A. 2005. Genotypic variation in root systems of chickpea (*Cicer arietinum* L.) across environments. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191:464-472.



اثر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر کنترل کپک خاکستری و کیفیت میوه توت فرنگی در انبار

محمد سیاری^{۱*} - رضا غریبی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴

چکیده

توت فرنگی یکی از محصولات باغبانی با فسادپذیری بالا می باشد که در مرحله حمل و نقل و انبارمانی، حساسیت زیادی به بیماری های قارچی دارد. در این تحقیق، اثر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر فعالیت قارچ عامل بیماری کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) در مرحله پس از برداشت توت فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. پس از اعمال تیمارها، میوه ها با اسپور قارچ آلوده سازی شده و به انبار با دمای ۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد منتقل شده و پس از ۷، ۱۴ و ۲۱ روز انبارمانی صفات مختلف آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد گسترش رشد قارچ کپک خاکستری در میوه های تیمار شده با متیل سالیسیلات با غلظت ۰/۱ میلی مولار و اسانس اسطوخودوس با غلظت ۱۰۰۰ میکرو لیتر در لیتر به ترتیب ۶۴ و ۳۲ درصد کمتر از میوه های شاهد بود. با افزایش دوره انبارداری، درصد میوه های آلوده افزایش یافت. به علاوه، متیل سالیسیلات و اسانس اسطوخودوس اثر مثبت و معنی داری بر برخی شاخص های کیفی میوه توت فرنگی از جمله اسید قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، میزان ویتامین ث و فعالیت آنتی اکسیدانی داشتند به طوری که میوه های تیمار شده با متیل سالیسیلات و اسانس اسطوخودوس، ویتامین ث، مواد جامد محلول و فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به میوه های شاهد داشتند. در نتیجه متیل سالیسیلات با غلظت ۰/۱ میلی مولار و اسانس اسطوخودوس با غلظت ۱۰۰۰ میکرو لیتر در لیتر به دلیل داشتن خاصیت قارچ کشی بالا می توانند جایگزین قارچ کش های شیمیایی در کنترل بیماری های قارچی توت فرنگی و سبب حفظ کیفیت آن در انبار شوند.

واژه های کلیدی: بیماری قارچی، شاخص های کیفی، فعالیت آنتی اکسیدانی، ویتامین ث

مقدمه

شناسایی ترکیبات فعال بیولوژیک که بتوانند در مقیاس تجاری به عنوان سموم بیولوژیک برای کنترل بیماری های پس از برداشت مورد استفاده قرار گیرند بسیار ارزشمند خواهد بود. لذا استفاده از ترکیبات طبیعی مانند اسانس های گیاهی در کنترل پوسیدگی های قارچی پس از برداشت به عنوان روشی سالم و بی خطر می باشد (۲). تحقیقات نشان داده است گیاهان معطر متعلق به خانواده نعنائیان، کاسنی و چتریان غنی از ترکیبات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی هستند که با داشتن سمیت بسیار پایین برای انسان و سایر پستانداران از مقبولیت فراوانی نیز در اغلب جوامع بشری برخوردار هستند. در خصوص اثر اسانس های گیاهی بر کنترل رشد قارچ های بیماریزا و کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی گزارش های مختلفی ارائه گردیده است. اسانس های آویشن^۴ و زنیان به ترتیب در غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میکروگرم در لیتر از رشد قارچ آسپرژیلوس

توت فرنگی با نام علمی فراگاریا آناناسا^۳ از خانواده روزاسه بوده که به دلیل تنفس و فعالیت متابولیکی بالا یکی از میوه های بسیار فسادپذیر با حساسیت زیاد به قارچ های آسپرژیلوس و کپک خاکستری به شمار آمده و عمر پائینی در مرحله پس از برداشت دارد (۶). اگرچه قارچ کش های شیمیایی در کنترل عوامل بیماریزای قارچی مؤثر هستند ولی استفاده مکرر و مداوم از آنها کنترل بیولوژیکی توسط دشمنان طبیعی را مختل کرده و منجر به شیوع بیماری ها و توسعه گسترده مقاومت قارچ ها به انواع مختلفی از قارچ کش ها، سمیت برای موجودات غیر هدف و مشکلات زیست محیطی می شود (۷، ۸ و ۱۸).

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*) نویسنده مسئول: Email: m.sayyari@basu.ac.ir

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

دمای اتاق و سایه خشک شدند. سپس به وسیله آسیاب خرد شده و اسانس آنها به روش تقطیر با آب^۵ و با کمک دستگاه کلونجر^۶ به مدت ۳ ساعت استخراج گردید (۱). اسانس به دست آمده در شیشه-های تیره رنگ در دمای ۴ درجه سانتیگراد درون یخچال تا زمان آزمون بیولوژیک نگهداری شد. متیل سالیسیلات مورد استفاده نیز تولید شرکت مرک آلمان بود که از شرکت نوین طب آزما خریداری شد.

تهیه اسپور قارچ کپک خاکستری

اسپور قارچ بیماریزای کپک خاکستری از سطح میوه‌های آلوده توت فرنگی جدا شده و در ظروف پتری دیش حاوی محیط کشت PDA^۷ کشت گردید. سپس در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد سانتیگراد قرار داده شد تا قارچ‌ها رشد کنند. برای خالص سازی قارچ از روش تک اسپور استفاده شد (۱). جهت شناسایی قارچ بیماریزا ریس، کنیدیوفور و اسپور، رشد و رفتار قارچ روی محیط کشت مورد مطالعه قرار گرفت. پس از تأیید صحت شناسایی و کنترل خصوصیات اسپور قارچ تولیدی با مشخصات قارچ کپک خاکستری (۱)، قارچ در لوله‌های حاوی PDA در دمای ۴ درجه سانتیگراد درون یخچال نگهداری شد. آزمایش به دو صورت درون شیشه‌ای (In vitro) و در زیوه (In vivo) انجام شد.

بررسی اثر ضد قارچی اسانس اسطوخودوس و متیل

سالیسیلات در شرایط درون شیشه‌ای

در این آزمایش اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات با محیط کشت PDA مخلوط شد (۱۳). محیط کشت به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو (دمای ۱۲۱ درجه و فشار ۱/۵ اتمسفر) استریل و سپس جهت حذف آلودگی باکتریایی، میزان ۱۰۰ میلی گرم در لیتر آموکسی سیلین در دمای ۴۵-۴۰ درجه سانتیگراد به آن افزوده شد. پس از آن اسانس اسطوخودوس در توتین ۲۰ با غلظت ۰/۰۵ درصد حل و وقتی که دمای محیط به ۴۵-۴۰ درجه سانتیگراد رسید به محیط کشت اضافه و بلافاصله در پتری دیش‌های یکبار مصرف استریل توزیع شد. بعد از آماده سازی محیط کشت قارچ که قبلاً از روی میوه توت-فرنگی خالص سازی و تکثیر شده بود برای آلوده سازی محیط کشت استفاده شد. برای آلوده سازی دیسک‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر از میسیلیوم‌های قارچ را برداشته و به صورت معکوس در روی محیط کشت قرار گرفت به طوری که میسیلیوم‌ها کاملاً با محیط کشت تماس حاصل نمایند. در روش ترکیب اسانس اسطوخودوس و متیل

پارازیتیکوس^۱ در میوه گلابی جلوگیری نموده و حتی باعث بهبود طعم میوه شدند (۱۰). اسانس بذرهای گیاه باریجه^۲ سبب کاهش میانگین رشد قارچ کپک خاکستری گردید که کمترین و بیشترین میزان رشد قارچ به ترتیب در غلظت‌های ۱۲۰۰ و صفر میکرولیتر در لیتر اسانس بذور گیاه باریجه مشاهده شد (۱۳). همچنین گزارش گردیده اسانس گونه گلندولوس گیاه آویشن^۳ با غلظت ۱۰۰ میکرولیتر در لیتر، در شرایط آزمایشگاه به میزان ۱۰۰ درصد مانع از رشد میسیلیوم‌های قارچ کپک خاکستری شده است (۱). اسانس به دست آمده از گل داوودی نیز با غلظت ۱۵۰ میکرو لیتر در لیتر دارای خاصیت آنتاگونیستی علیه قارچ کپک خاکستری بوده است (۴). گیاهان خانواده نعنایان از جمله اسطوخودوس^۴ اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی زیادی دارند که علاوه بر قدرت کنترل رشد قارچ‌ها و میکروب‌ها قادر به حفظ کیفیت میوه در انبار نیز می‌باشند (۱۴).

متیل سالیسیلات از مواد طبیعی گیاهی بوده و در رشد و نمو، پاسخ‌های دفاعی گیاهی، تحریک مقاومت سیستمیک اکتسابی و انتقال علائم نقش مهمی را ایفا می‌کند. این ترکیب در گیاه از اسید سالیسیلیک سنتز شده و زمانی در گیاه خاصیت اثر بخشی دارد که مجدداً به اسید سالیسیلیک تبدیل گردد (۱۶). متیل سالیسیلات به عنوان یک ترکیب فنولی طبیعی و سالم با پتانسیل بالا در کنترل تلفات پس از برداشت محصولات باغبانی مطرح هست. کاربرد متیل سالیسیلات مقاومت به بیماری‌ها و پوسیدگی‌های قارچی در میوه گیلاس (۲۰) و هلو (۱۹) انبار شده را افزایش داد. با قرار گرفتن میوه‌های برداشت شده گوجه‌فرنگی (۵) و انار (۱۶) در معرض بخار متیل-سالیسیلات نیز وقوع پوسیدگی‌های قارچی و سرمازدگی به شدت کاهش یافت.

با توجه به اثر امید بخش اسانس‌های گیاهی و مواد طبیعی از جمله متیل سالیسیلات در کنترل بیماری‌های قارچی میوه‌ها در مرحله پس از برداشت و حساسیت توت فرنگی به عوامل بیماریزا به خصوص قارچ کپک خاکستری و کاهش رغبت به استفاده از مواد شیمیایی توسط مصرف کنندگان، پژوهش حاضر جهت بررسی اثر متیل سالیسیلات و اسانس اسطوخودوس در کنترل پوسیدگی قارچی و حفظ کیفیت میوه توت فرنگی در انبار انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی و استخراج اسانس: سرشاخه‌های گل‌دار گیاه اسطوخودوس از محوطه‌ی فضای سبز دانشگاه ایلام تهیه و در

5 - Hydro distillation

6 - Clevenger

7 - Potato Dextrose Agar

1 - *Aspergillus parasiticus*

2 - *Ferula gammosa*

3 - *Thymus glandulosus*

4 - *Lavandula angustifolia*

سالیسیلات با محیط کشت بلافاصله بعد از کشت قارچ، دور پتری‌ها پارافیلیم کشیده شد. قارچ کشت شده در انکوباتور با دمای ۲۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت و میزان رشد رویشی هاله قارچ به صورت روزانه و تا زمانی که سطح محیط کشت پتری‌های شاهد توسط قارچ به طور کامل اشغال شود اندازه گیری شد. محلول توئین ۲۰ به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد و در قالب طرح کاملاً تصادفی هر تیمار در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. درصد بازدارندگی اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات با استفاده از فرمول ۱ و بر اساس روش اصغری و مرجانو و همکاران (۲) محاسبه شد:

$$IP = C - T/C \times 100 \quad (۱)$$

IP (Inhibitory Percentage) = درصد بازدارندگی

C (Check) = میانگین قطر هاله قارچ در تیمار شاهد

T (Treatment) = میانگین قطر هاله قارچ در تیمار اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات

آلوده سازی میوه‌ها با سوسپانسیون قارچ کپک خاکستری

زمان برداشت تجاری میوه‌های توت فرنگی مرحله‌ای است که ۸۰-۷۰ درصد رنگ قرمز گرفته باشند (۱۴) لذا میوه‌ها در این مرحله از یک مزرعه توت‌فرنگی در منطقه میسخاص شهرستان ایلام در ۲۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه میوه‌ها از لحاظ شکل، رنگ، اندازه، عاری بودن از آفات و بیماری‌ها و صدمات ظاهری جدا شدند. میوه‌های انتخاب شده به مدت ۳۰ ثانیه با استفاده از محلول هیپوکلریت سدیم با غلظت ۱۰۰ میکرولیتر در لیتر ضد عفونی شده و پس از آن دو بار با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. از سوسپانسیون قارچ *Botrytis cinerea* خالص سازی شده برای آلوده سازی میوه‌ها استفاده شد. به وسیله‌ی لام گلیول شمار یا هموسایتومتر^۱ غلظت سوسپانسیون در حدود ۱۰^۶ اسپور در هر میلی لیتر تنظیم شد. سپس برای آلوده سازی، میوه‌ها با سوسپانسیون قارچی به طور کامل اسپری شدند و به مدت ۲ ساعت در هوای معمولی روی فویل استریل قرار گرفتند تا قارچ روی میوه تثبیت شود (۲).

تیمار میوه‌ها با اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات

میوه‌های توت فرنگی پس از آلوده شدن با قارچ‌های عامل پوسیدگی در ظروف یکبار مصرف استریل حاوی اسانس اسطوخودوس (نگهداری شده در شیشه‌های تیره رنگ در دمای ۴ درجه سانتیگراد یخچال) به طور جداگانه در غلظت‌های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر حل شده در محلول توئین ۲۰ و متیل سالیسیلات در غلظت‌های صفر، ۱/۰ و ۲/۰ میلی مولار به روش غوطه وری به

مدت ۳۰ ثانیه تیمار شدند. برای هر تیمار ۳ تکرار و برای هر تکرار ۱۵ عدد میوه داخل ظرف یکبار مصرف استریل درب دار قرار داده شد. درب ظروف حاوی میوه به طور کامل بسته شد تا از نفوذ هوا به داخل ظرف و تبخیر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات جلوگیری شود. سپس ظروف حاوی میوه‌های تیمار شده در انکوباتور با دمای ۱ ± ۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۵-۹۰ درصد نگهداری شده و در دوره‌های انبارمانی ۷، ۱۴ و ۲۱ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری صفات

پس از خارج نمودن میوه‌ها از انبار در زمان‌های مختلف صفات زیر ارزیابی شدند:

میزان پوسیدگی میوه‌ها به صورت ظاهری و با استفاده از درجه بندی به شرح زیر ارزیابی شد (۳):

(۰) = میوه سالم، ۱ = کمتر از ۱۰ درصد میوه پوسیده، ۲ = ۲۰-۱۱ درصد، ۳ = ۳۰-۲۱ درصد، ۴ = ۴۰-۳۱ درصد، ۵ = ۵۰-۴۱ درصد، ۶ = ۶۵-۵۱ درصد، ۷ = ۸۰-۶۵ درصد، و ۸ = بیش از ۸۰ درصد میوه‌ها پوسیده شده باشند. پی‌اچ آب میوه با استفاده از دستگاه پی‌اچ متر (مدل pH-200 L شرکت Istek ساخت کشور کره)، مواد جامد کل محلول (TSS) با استفاده از رفاکومتر دستی (شرکت ATAGO و مدل ATC-1E، واحد بریکس 32% - 0 ساخت کشور ژاپن) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) با استفاده از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پی‌اچ ۸/۱ و ثبت میزان سود مصرفی اندازه‌گیری شد. ویتامین ث (اسید آسکوربیک) با استفاده از روش تیتراسیون با محلول یدور پتاسیم و در حضور معرف نشاسته تعیین شد. بدین منظور ۵ میلی لیتر آب میوه با ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲ میلی لیتر نشاسته ۱ درصد مخلوط شده و سپس با محلول یدیدور پتاسیم تیتر گردید و پس از ثبت میزان یدیدور مصرفی، ویتامین ث بر اساس فرمول شماره ۲ محاسبه گردید (۱۷).

$$C = \frac{0.88 \times V}{5} \times 100 \quad (۲)$$

در فرمول فوق C میزان ویتامین ث بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه و V حجم یدیدور پتاسیم مصرفی بر حسب میلی لیتر می باشد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی اکسیدانی کل بر اساس روش مون و ترائو (۱۱) و از روی غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد تولید شده توسط ماده ۲،۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل و بی رنگ کردن آن صورت پذیرفت. بر این اساس ۱۰۰ میکرو لیتر از آب میوه تازه انار با ۹۰۰ میکرو لیتر از بافر Tris-HCl (۱۰۰ میلی مولار، pH=7/4) مخلوط شده و ۱ میلی لیتر DPPH (۵۰۰ میکرو مولار) به آن اضافه گردید. محلول حاصل به طور کامل مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه به

۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر) و متیل سالیسیلات (۰/۱ و ۰/۲ میلی مولار) به طور قابل ملاحظه‌ای از رشد قارچ کپک خاکستری در روش اختلاط ترکیبات با محیط کشت جلوگیری کردند. اثر بازدارندگی تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد (محلول توئین ۲۰) داشتند (جدول ۱).

پوسیدگی قارچی میوه در انبار

نتایج نشان داد که اثرات ساده تیمارهای اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات در مقایسه با شاهد رشد قارچ را به طور مؤثری در میوه‌های انبار شده کاهش دادند. کاربرد غلظت ۰/۱ میلی مولار متیل سالیسیلات مؤثرتر از غلظت ۰/۲ میلی مولار آن و غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس اسطوخودوس مؤثرتر از غلظت ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر آن بود (جدول ۲). اثرات متقابل اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات و دوره انبارمانی حاکی از تأثیر مثبت و معنی دار تیمارها در کاهش پوسیدگی در هر سه دوره انبارمانی بود. با افزایش دوره انبارمانی درصد میوه‌های آلوده افزایش یافت (نمودار ۱ و ۲).

درصد کاهش وزن

با افزایش دوره انبارمانی درصد کاهش وزن میوه‌ها افزایش یافت. کمترین درصد کاهش وزن در ترکیب تیماری ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس اسطوخودوس و ۰/۲ میلی مولار متیل سالیسیلات مشاهده گردید. مقایسه میانگین اثرات متقابل اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر این صفت نشان داد که استفاده از متیل سالیسیلات در غلظت صفر و ۱۰۰۰ میکرو لیتر در لیتر اسانس سبب کاهش میانگین این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۴).

حال خود باقی گذاشته شد. پس از آن جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Perkin Elmer Lambda EZ 201) اندازه گیری شد. نمونه شاهد در واقع دارای کلیه محتویات به جز آب میوه بود که به جای آب میوه از آب مقطر استفاده گردید. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی (AA) بر اساس فرمول (۳) محاسبه گردید:

$$\%AA = \left(1 - \frac{A517(\text{Sample})}{A517(\text{Control})}\right) \times 100 \quad (3)$$

روش آماری

آزمایش در روی میوه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور و ۳ تکرار (هر تکرار شامل ۱۵ عدد میوه) انجام شد که فاکتور اول غلظت اسانس اسطوخودوس در ۳ سطح ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر، فاکتور دوم غلظت متیل سالیسیلات در ۳ سطح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ میلی مولار و فاکتور سوم دوره انبارمانی در ۳ سطح ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بود. مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گردید. آزمایش در شرایط درون شیشه‌ای به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۲ فاکتور متیل سالیسیلات در ۳ سطح ۰، ۰/۱ و ۰/۲ میلی مولار و اسانس اسطوخودوس در ۳ سطح ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر در ۳ تکرار (هر تکرار شامل ۱ پتری دیش) انجام گردید.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی اثر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر رشد قارچ کپک خاکستری در شرایط درون شیشه‌ای نشان داد که غلظت‌های به کار رفته اسانس اسطوخودوس (۵۰۰ و

جدول ۱- میزان بازدارندگی اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات در جلوگیری از رشد قارچ کپک خاکستری میوه توت‌فرنگی در شرایط درون شیشه‌ای

Table 1- Inhibition rate of Lavender essential oil and methyl salicylate on *Botrytis cinerea* growth at in vitro condition

Methyl salicylate (mM) متیل سالیسیلات (میلی مولار)	<i>Botrytis cinerea</i> (growth Inhibition rate) قارچ عامل کپک خاکستری (نرخ بازدارندگی رشد قارچ)	Lavender essential oil ($\mu\text{l L}^{-1}$) اسانس اسطوخودوس (میکرولیتر در لیتر)	<i>Botrytis cinerea</i> (growth Inhibition rate) قارچ عامل کپک خاکستری (نرخ بازدارندگی رشد قارچ)
0	0	0	0
0.1	75	500	68.75
0.2	89.62	1000	93.75

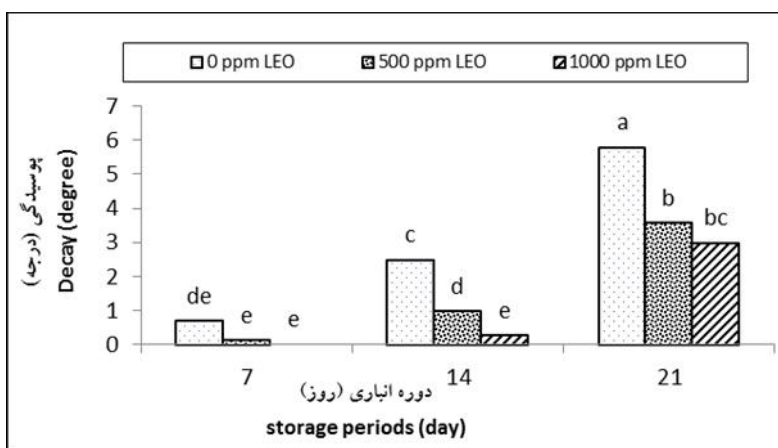
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در میوه توت فرنگی تلقیح شده با قارچ کپک خاکستری تحت تأثیر اسانس، متیل سالیسیلات، زمان و اثرات متقابل آنها

Table 2- ANOVA of Lavender essential oil, Methyl salicylate, storage time and their interaction effects on evaluated parameters of strawberry cv. Selva inoculated with *Botrytis cinerea*

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص طعم	مواد جامد محلول	پی اچ	اسیدیته قابل تیتراسیون	کاهش وزن	میزان پوسیدگی	ویتامین ث	فعالیت آنتی اکسیدانی
Source of variation	df	TA/TSS	TSS	pH	TA	Weight loss	Decay	Vitamin C	Antioxidant Activity
Essential oil (EO) اسانس اسطوخودوس	2	7.53**	1.97**	0.004 ^{ns}	0.036**	0.12**	26.85**	48.65**	40.35**
Methyl salicylate (MeSA) متیل سالیسیلات	2	12.71**	0.16 ^{ns}	0.00003 ^{ns}	0.008**	1.53**	4.12**	93.28**	1.41 ^{ns}
Storage time (T) زمان انبارمانی	2	65.51**	1.51**	0.17**	0.037**	10.07**	1.7**	806**	667**
EO×MeSA	4	7.46**	0.98**	0.0005 ^{ns}	0.012**	0.48**	8.6**	40.62**	21.44**
EO×T	4	3.21 ^{ns}	0.3*	0.0003 ^{ns}	0.0012 ^{ns}	0.04**	2.95**	2.03 ^{ns}	0.45 ^{ns}
MeSA×T	4	2.07 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.21**	0.27**	1.02 ^{ns}	0.45 ^{ns}
EO×MeSA×T	8	2.07 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.05**	0.83**	1.33 ^{ns}	0.48 ^{ns}
C.V ضریب تغییرات		10.02	6.61	3.71	8.45	8.48	11.81	6.65	4.33

^{ns}, * و ** به ترتیب فاقد تفاوت معنی دار و دارای تفاوت معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

* and ** show being significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively, ns means no significant



نمودار ۱- اثر متقابل اسانس اسطوخودوس (LEO) و دوره انبارمانی بر میزان پوسیدگی میوه توت فرنگی تلقیح شده با قارچ کپک خاکستری (میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند)

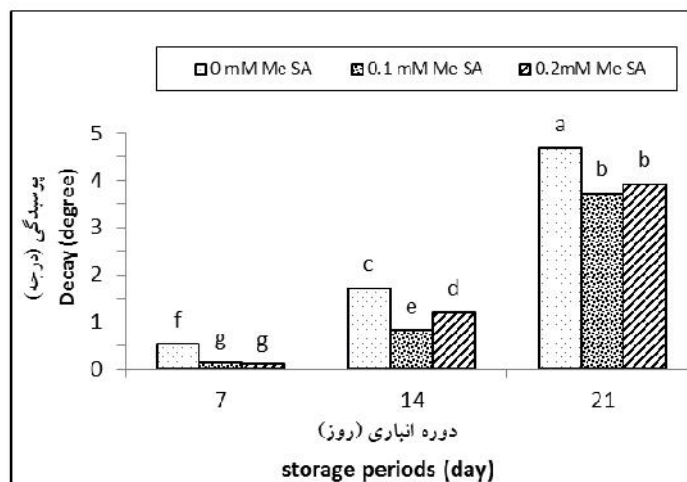
Figure 1- Interaction effects of Lavender essential oil (LEO) and storage time on decay rate of strawberry fruits inoculated with *Botrytis cinerea*

کل مواد جامد محلول (TSS)

اثر متقابل اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر مواد جامد محلول در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. تیمارهای شاهد و ۰/۱ میلی مولار متیل سالیسیلات با کمترین میزان TSS، با تیمارهای اسانس اسطوخودوس با بیشترین میزان TSS اختلاف معنی دار داشتند. با پیشرفت دوره انبارمانی میزان کل مواد جامد محلول میوه‌ها کاهش یافت (جدول ۳).

اسید قابل تیتراسیون (TA)

تیمار با اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات اثر معنی داری در سطح یک درصد روی TA داشت. اسید قابل تیتراسیون میوه‌های تیمار شده با اسانس اسطوخودوس در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر و متیل سالیسیلات در غلظت ۰/۲ میلی مولار بیشتر از میوه‌های شاهد بود. با افزایش دوره انبارمانی میزان اسید قابل تیتراسیون افزایش یافت (جدول ۳).



نمودار ۲- اثر متقابل متیل سالیسیلات و دوره انبارمانی بر میزان پوسیدگی میوه توت فرنگی تلقیح شده با اسپور قارچ کپک خاکستری (میانگین-هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند)

Figure 2- Interaction effects of methyl salicylate (MeSA) and storage time on decay rate of strawberry fruits inoculated with *Botrytis cinerea*

سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به هر دو غلظت اسانس اسطوخودوس بود. با پیشرفت دوره انبارمانی بر میزان این صفت افزوده شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر این صفت نشان داد که استفاده از متیل سالیسیلات در غلظت ۰/۱ میلی مولار و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس اسطوخودوس سبب افزایش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ها نسبت به شاهد گردید (جدول ۴).

شاخص طعم (TSS/TA)

بیشترین شاخص طعم در تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس اسطوخودوس به دست آمد. متیل سالیسیلات در غلظت های بکار رفته شاخص طعم را نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۳).

فعالیت آنتی اکسیدانی

اثر تیمارها با اسانس اسطوخودوس بر فعالیت آنتی اکسیدانی در

جدول ۳- اثر غلظت های مختلف اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر شاخص های کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا در انبار سرد

Table 3- The effect of different concentration of lavender essential oil and methyl salicylate on qualitative parameters of strawberry cv. Selva at cold storage

اسانس (میکرولیتر در لیتر) Essential oil (μL/L)	شاخص های کیفی Qualitative parameters			
	پی اچ pH	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	مواد جامد محلول TSS	شاخص طعم TSS/TA
0	2.94 ^a	0.37 ^b	4.78 ^c	12.98 ^{ab}
500	2.93 ^a	0.38 ^b	4.97 ^b	13.34 ^a
1000	2.94 ^a	0.44 ^a	5.32 ^a	12.30 ^b
متیل سالیسیلات (میلی مولار) Methyl salicylate (mM)				
0	2.94 ^a	0.38 ^b	5.01 ^a	13.30 ^a
0.1	2.93 ^a	0.41 ^a	4.95 ^a	12.08 ^b
0.2	2.93 ^a	0.39 ^b	5.11 ^a	13.24 ^a

میانگین هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند
Means, in each column, followed by similar letter (s) are not significantly different at $p < 0.05$

ویتامین ث

هر دو غلظت سبب افزایش معنی دار ویتامین ث نسبت به شاهد گردید. با افزایش دوره انبارمانی میزان ویتامین ث کاهش پیدا کرد (جدول ۴).

بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس اسطوخودوس مشاهده شد و غلظت ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر تأثیر معنی داری بر این صفت نداشت. استفاده از متیل سالیسیلات در

جدول ۴- اثر اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات بر میزان پوسیدگی، درصد کاهش وزن، ویتامین C و فعالیت آنتی اکسیدانی توت فرنگی
رقم سلوا در انبار سرد

Table 4- The effect of Lavender essential oil and methyl salicylate on decay, weight loss, vitamin C and antioxidant activity of strawberry cv. Selva in cold storage

اسانس (میکرولیتر در لیتر) Essential oil (μL/L)	شاخص‌ها Parameters			
	فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد) Antioxidant activity (%)	ویتامین ث (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) Vitamin C (mg/100 g FW)	کاهش وزن (درصد) Weight loss (%)	پوسیدگی (درجه) Decay (degree)
0	24.82 ^c	40 ^b	1.17 ^a	2.98 ^a
500	26.54 ^b	42 ^a	1.07 ^b	1.54 ^b
1000	27.19 ^a	40 ^b	1.20 ^a	1.08 ^c
متیل سالیسیلات (میلی مولار) Methyl salicylate (mM)				
0	26.41 ^a	39 ^b	1.41 ^a	2.31 ^a
0.1	26.19 ^a	42 ^a	1.06 ^b	1.56 ^c
0.2	25.95 ^a	41 ^a	0.96 ^c	1.74 ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد ندارند
Means, in each column, followed by similar letter (s) are not significantly different at p<0.05

می شود (۳). لذا اسانس‌های گیاهی مانند اسانس گیاه اسطوخودوس ممکن است در حال حاضر با عوامل کنترل بیماری (قارچ‌کش‌های شیمیایی) جایگزین شود چرا که ترکیبات اسانس‌ها منبع غنی از مواد شیمیایی فعال زیستی هستند و می‌توانند به عنوان رده‌ی جدیدی از قارچ‌کش‌های تجاری و ایمن توسعه یابند.

متیل سالیسیلات نیز به عنوان یک ترکیب فنولی طبیعی و سالم با پتانسیل بالا در کنترل تلفات پس از برداشت محصولات باغبانی مؤثر می‌باشد که در کاهش پوسیدگی میوه‌های توت‌فرنگی در این تحقیق هم مفید واقع گردید. متیل سالیسیلات یک مولکول سیگنالی در گیاهان می‌باشد که به عنوان یک شبه هورمون گیاهی نقش بسیار مهمی در تنظیم پاسخ‌های تنشی و رشد و نمو گیاهان بازی می‌کند. این ترکیب باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) در میوه شده و به دنبال آن افزایش تجمع مولکول‌های پراکسید هیدروژن (H_2O_2) صورت می‌گیرد. بالا رفتن غلظت پراکسید هیدروژن می‌تواند به عنوان پیام بر ثانویه در فعال سازی پروتئین‌هایی با وزن مولکولی کم مرتبط با بیماری زایی^۳ عمل نموده و از طریق افزایش بیان و فعالیت آنزیم‌های دفاعی گیاه مانند کیتیناز، گلوکوناز و فنیل آلانین آمونیا لایز^۴ سبب بالا

بحث

اسانس اسطوخودوس بطور متوسط حاوی ۴۹/۲ درصد لینالول^۱ و ۱۲/۳ درصد لواندولیل استات^۲ می‌باشد که یک ترپنوتیید با ساختار الکلی بوده و فعالیت ضد قارچی بالایی در برابر قارچ کپک خاکستری دارد (۱۴). اثر اسانس اسطوخودوس در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر در کاهش میزان پوسیدگی قارچی دلیل بر این مدعاست که با یافته‌های رنجبر و همکاران (۱۴) همخوانی دارد. نتایج این آزمایش نشان داد میوه‌های تیمار شده با اسانس اسطوخودوس در مقایسه با شاهد میزان پوسیدگی پائین‌تری داشتند (جدول ۴) که با نتایج مسکوک و همکاران (۱۰) نیز مطابقت دارد. به طور کلی فعالیت سمیت سلولی اسانس عمدتاً به دلیل حضور فنول‌ها، آلدئیدها و الکل-هاست. اسانس‌ها در سلول‌های یوکاریوتی می‌توانند قطب زدایی غشاهای میتوکندری را بوسیله کاهش پتانسیل غشا و تأثیر بر چرخه یونی کلسیم و دیگر کانال‌های یونی و شیب پی‌اچ تحریک کنند. اسانس‌ها سیالیت غشاها را تغییر می‌دهند به طوری که غشا بطور غیر طبیعی نفوذپذیر شده و منجر به نشت رادیکال‌ها، سیتوکروم c، یون-های کلسیم و پروتئین‌ها گردیده و در نهایت باعث تنش اکسیداتیو

3 - Pathogen related proteins (PR proteins)

4 - Phenylalanine amonialyase (PAL)

1 - Linalool

2 - Lavandulyl acetate

(۱۰) در گلابی گزارش کردند که اسانس‌های آویشن و زنیان علاوه بر کنترل رشد قارچ *Aspergillus parasiticus* در سردخانه، باعث بهبود طعم میوه نیز شدند. کاربرد اسانس‌های گیاهی رازیانه، زنیان، پونه و دارچین نیز علاوه بر افزایش دوره انبارمانی میوه‌ها اثر مثبتی بر روی فاکتورهای کیفی پس از برداشت میوه داشتند (۱).

با افزایش دوره انبارمانی فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت که با یافته‌های سیاری و همکاران (۱۶) مطابقت داشت که گزارش کردند آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب میوه انار در طول دوره انبارداری روند افزایشی داشتند. میزان ویتامین C محصولات باغی که جزء آنتی‌اکسیدان‌های مهم است در طول دوره پس از برداشت کاهش پیدا می‌کند که در تحقیق حاضر نیز این اتفاق افتاد اما اثر تیمارها در کاهش روند زوال ویتامین C چشمگیر بود (جدول ۴). تیمار میوه‌های کیوی با متیل سالیسیلات نیز سبب شد میزان ویتامین C در میوه‌های تیمار شده نیز مانند میوه‌های شاهد در طول دوره انبارمانی کاهش پیدا کند ولی سرعت این کاهش کندتر بوده و میوه‌های تیمار شده در پایان دوره انبارمانی میزان ویتامین C بیشتری داشتند (۹) که نتایج آن مشابه یافته‌های این تحقیق بود. لذا جلوگیری از زوال مواد آنتی‌اکسیدانی مهم از جمله ویتامین C توسط تیمارهای بکار برده شده بسیار ارزشمند خواهد بود که شاید به دلیل کند نمودن متابولیسم درونی بافت میوه این اتفاق بیافتد. داده‌های این پژوهش نشان داد با افزایش زمان انبارمانی اکثر صفات کیفی کاهش پیدا می‌کند که نشان دهنده حساس بودن میوه توت‌فرنگی به انبارمانی طولانی می‌باشد.

به طور کلی، با در نظر گرفتن نتایج این آزمایش و سایر تحقیقات، در درجه اول تیمار اسانس اسطوخودوس و در درجه دوم تیمار متیل-سالیسیلات برای حفظ کمیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی در دوره انبارمانی توصیه می‌شود. البته می‌بایست تحقیقات زیادی انجام شود تا امکان استفاده از اسانس‌های گیاهی و متیل سالیسیلات در فرمولاسیون‌های مناسب برای هر کدام از محصولات فراهم شود. چرا که استفاده از ترکیبات طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی و متیل-سالیسیلات، از جمله روش‌های سالم و بی‌خطر برای کنترل بیماری-های پس از برداشت محصولات می‌باشد.

رفتن مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا گردد که به این مقاومت، مقاومت اکتسابی سیستمیک گفته می‌شود (۱۲). دینگ و همکاران (۵) گزارش کردند قرار گرفتن میوه‌های گوجه‌فرنگی در معرض بخار متیل سالیسیلات از وقوع پوسیدگی‌های قارچی و سرمازدگی جلوگیری می‌کند. در تحقیق حاضر با افزایش دوره انبارمانی میزان کاهش وزن میوه هم به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

کاهش وزن پس از برداشت محصولات نیز از عوامل کاهش کیفیت است که معمولاً در اثر کاهش آب محصول با تعرق رخ می‌دهد. این کاهش وزن می‌تواند سبب پژمردگی و پلاسیدگی شود که میزان بازار پسندی و مقبولیت مصرف کننده را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر این کاهش وزن از لحاظ اقتصادی باعث افت کمی محصول می‌شود. بنابراین هر تیماری که سبب جلوگیری از این کاهش وزن شود ارزشمند خواهد بود که استفاده از تیمارهای اسانس اسطوخودوس و متیل سالیسیلات در این تحقیق سبب کم کردن کاهش وزن نسبت به شاهد شدند. همچنین مشخص گردید که غلظت بالای اسانس اسطوخودوس باعث افزایش درصد کاهش وزن شد. این نتایج با یافته‌های اصغری مرجانلو و همکاران (۲) که گزارش کردند غلظت بالای اسانس ریحان باعث افزایش درصد کاهش وزن میوه توت فرنگی می‌شود مطابقت دارد. شاید غلظت بالای اسانس به عنوان یک عامل تنش‌زا سبب افزایش فعالیت‌های حیاتی سلول شده و مواد غذایی ذخیره میوه را به مصرف برساند. در تحقیق قبلی (۱۶) نیز مشاهده کردیم بخار دهی میوه‌های انار با متیل سالیسیلات سبب کاهش معنی‌دار درصد کاهش وزن در طول دوره انبارمانی می‌شود.

هم اسانس اسطوخودوس و هم متیل سالیسیلات به طور مؤثری سبب کاهش پوسیدگی ناشی از قارچی کپک خاکستری در دوره‌های ۱۴، ۷ و ۲۱ روز انبارمانی شدند که تأثیر اسانس اسطوخودوس بیشتر از متیل سالیسیلات بود. به علاوه این مواد طبیعی آثار سوء بر روی کیفیت میوه نداشتند و در اکثر موارد باعث حفظ کیفیت از جمله افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ویتامین C، مواد جامد کل محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم و جلوگیری از کاهش وزن میوه در طول انبارداری شدند. مشابه این نتایج را مسکوکی و موتضوی

منابع

- 1- Aras G., and Usai M. 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against four postharvest citrus pathogen: chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in sub-atmospheric pressure conditions. Food Protection, 64:1009-1025.
- 2- Asgharimarjanlo A., Mostofi Y., Shoaib S.H., and Moghavemi M. 2008. Effect of Basil essential oil on gray mold control and postharvest quality of strawberry. Journal of Medicinal Plants, 28: 131 – 139. (In Persian with English abstract).
- 3- Bruni R., Medici A., Andreotti E., Fantin C., Muzzoli M., and Dehesa M. 2003. Chemical composition and biological activities of Isphingo essential oil, a traditional Ecuadorian spice from *Ocotea quixos* (lam) kosterm. (lauraceae) flower calkes. Food Chemistry, 85: 415- 421.
- 4- Chebli B., Hmamouchi M., Achouri M., and Idrissi-Hassani L.M. 2004. Composition and in vitro fungi toxic activity of 19 essential oils against two post-harvest pathogens. Journal of Essential oil Research, 16:507-511.
- 5- Ding C.K., Wang C.Y., Gross K.C., and Smith D.L. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of

- pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruits. *Planta*, 214:895-901.
- 6- Dris R., Nishkanen R., and Jain S.M. 2001. Crop management and postharvest handling of horticultural product. *Science Publishers*, 1:363-370.
- 7- Elad Y., Gullionio M.L., Shtienbery D., and Aloli C. 1995. Managing *Botrytis cinerea* on tomatoes in greenhouses in the Mediterranean. *Crop Protection*, 14:105-109.
- 8- Georgopoulos S.G. 1987. The development of fungicide resistance In: Wolf M., Catan C. E. Populations of plant pathogens-their dynamics and genetics, Blank Well Scientific Publications, Oxford: 239-251.
- 9- Lee S. O., Choi G.L., Jang K.S., Lim H.K., Cho K.I., and Cheol Kim J. 2007. Antifungal activity of five plants Essential oils as fumigant against postharvest and soil-borne plant pathogenic fungi. *Plant Pathology Journal*, 23:97-102.
- 10- Maskoki A., and Mortazavi S.A. 2004. Effect of carum copticom and thyme essential oils on *Aspergillus parasiticus* fungi growth control on pear in cold storage. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8:207- 215. (In Persian with English abstract).
- 11- Moon J.H., and Terao J. 1998. Antioxidant activity of caffeic acid and dihydrocaffeic acid in lard and human low-density lipoprotein. *Journal of Agriculture and Food chemistry*, 46:5062-5065.
- 12- Nishikawa F., Kato M., Hyodo H., Ikoma Y., Sugiura M., and Yano M. 2003. Ascorbate metabolism in harvested broccoli. *Journal of Experimental botany*, 54: 2439-2448.
- 13- Payghamiashnai S., Farzaneh M., Hadian J., Sharifitehrani A., and Ghorbanpor M. 2007. Study effect of some plant essential oil on gray mold control in apple. *Journal of Research Agricultural water, soil and plant in Agriculture*, 3:1-10. (In Persian with English abstract).
- 14- Ranjbar H., Farzaneh H., Hadian J., Mirjalili M.H., and Sharifi R. 2008. Antifungal effects of some plant essential oils on postharvest diseases in strawberry fruit. *Journal of Research and Reconstruction in Agriculture and Horticulture*, 81:54-60. (In Persian with English abstract).
- 15- Reddy Bhaskara M.V., Angers P., Gosselin A., and Arul J. 1997. Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. *Phytochemistry*, 47: 1515-1520.
- 16- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Martinez-Romero D., Guillen F., and Valero D. 2011. Vapor treatment with methyl salicylic or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry*, 124: 964-970.
- 17- Shafie M. 2007. Effect of salicylic acid and some postharvest treatments on fruit quality of strawberry. MSc thesis. Tehran University. *Tehran*. (In Persian with English abstract).
- 18- Staub T. 1991. Fungicide resistance; practical experience with anti resistance strategies and role of integrated use. *Annual Review of Phytopathology*, 29:421-442.
- 19- Wang L., Chen S., Kong W., Li S., and Archbold D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock protein of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41:244-251.
- 20- Yaa H., and Tiana S. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Postharvest Biology Technology*, 35:253-262.



Effects of Single and Combined Application of Organic, Biological and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Yield of Coriander (*Coriandrum sativum*)

M. Aghhavan Shajari¹- P. Rezvani Moghaddam^{2*}- R. Ghorbani³- M. Nasiri Mahallati⁴

Received: 28-08-2011

Accepted: 17-11-2015

Introduction: Medicinal plants were one of the main natural resources of Iran from ancient times. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is from Apiaceae family that it has cultivated extensively in the world. Management and environmental factors such as nutritional management has a significant impact on the quantity and quality of plants. Application of organic fertilizers in conventional farming systems are not common and most of the nutritional need of plants will be supplied through chemical fertilizers for short period. Excessive and unbalanced use of fertilizers in the long period, reduce crop yield and soil biological activity, accumulation of nitrates and heavy metals, and finally cause negative environmental effects and increase the cost of production. The use of bio-fertilizers and organic matter are taken into consideration to reduce the use of chemical fertilizers and increase the quality of most crops. Stability and soil fertility through the use of organic fertilizers are important due to having most of the elements required by plants and beneficial effects on physical, chemical, biological and soil fertility. Therefore, the aim of this research was to evaluate the effects of organic, biological and chemical fertilizers on quality and quantity characteristics of coriander.

Materials and Methods: In order to study the effects of single and combined applications of organic, biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of Coriander (*Coriandrum sativum*), an experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications and 12 treatments at Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in - 2011. Treatments included: (1) mycorrhizae (*Glomus mosseae*) (2) biosulfur (*Thiobacillus* sp.), (3) chemical fertilizer (NPK), (4) cow manure, (5) vermin compost, (6) mycorrhizae + chemical fertilizer, (7) (mycorrhizae + cow manure, (8) mycorrhizae + vermicompost, (9) biosulfur + chemical fertilizer, (10) biosulfur + cow manure, (11) biosulfur + vermin compost and (12) control. *Glomus mosseae* was used at -2 cm depth below the seed. Chemical fertilizer, vermicompost (17 t. ha⁻¹) and cow manure (60 t.ha⁻¹) were used at 30 cm depth. Coriander was planted through furrow in mid-March 2010. The distance between rows was 60 cm and irrigation was applied once a week. The common cultivation practices used for this plant and no pesticides or herbicides were used during the growing season. Coriander harvested in early July 2011 when the plants became yellow. Then, plant indices were measured in laboratory which included plant height, the number of lateral branch, the number of umbels per plant, the number of seed per umbels and plant, hundred seed weight, biological and economical yield, harvest index, essential oil percentage and essential oil yield. Statistical analysis of the data was performed by SAS 9.1 and means comparison were compared by Duncan's multiple range ($P < 0.05$).

Results and Discussion: The results showed that the highest number of lateral branch per plant (6.6) was obtained from biosulfur + cow manure treatment. The highest number of umbel per plant (19) and number of umbelet per umbel (5) were also observed in mycorrhizae treatment. Mycorrhizae by improving the nutritional status of plants, soil microbial community strengthening and protecting plants against pathogens increases plant growth and development. The highest number of seeds per umbel (21.6), the number of seeds per plant (366), seed yield (1468 kg.ha⁻¹) and harvest index (55%) were obtained in mycorrhizae + chemical fertilizer treatment. Combined application of biosulfur with chemical fertilizer had a noticeable effect on 100-seed weights and biological yield indices. Ali et al. (2009) concluded that application of intermediate levels of nitrogen fertilizer and mycorrhizae increased biological yield of coriander, and they reported that the use of nitrogen fertilizer will speed up the establishment of mycorrhizae. Studies showed that the combined use of chemical fertilizer and manure improved crop yield by increasing the efficiency of nutrient absorption for plants. The highest essential oil percentage and essential oil yield were observed in mycorrhizae and mycorrhizae with chemical fertilizer treatments, respectively (0.2% and 2602 g.ha⁻¹). The essential oil yield was also about 7 times more in mycorrhizae+chemical fertilizer than biosulphur treatment. Combined application of cow manure and chemical

1, 2, 3 and 4- Ph.D. Student and Professors of Agroecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*-Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)

fertilizer increased quality of indices of Ajowan. It seems that combined application of organic and bio fertilizers and cow manure improve soil physical and chemical properties, increase the availability of nutrients and finally increase the yield and quality of plants.

Conclusions: Overall, results of this experiment showed that the application of biological fertilizer especially mycorrhizae had a significant effect on improving quantitative and qualitative yield of Coriander. Furthermore, the combined application of mycorrhizae with organic and chemical fertilizer had better effects than their single application.

Keywords: Biosulfur, Biological yield, Essential oil, Essence yield, Harvest index, Mycorrhiza



Effects of Deficient Irrigation on Some of the Morpho-physiological Characteristics of Four Fig Cultivars

Gh. Davarynejad^{1*} - S. Shirbani² - M. Zarei³

Received: 07-02-2012

Accepted: 17-11-2015

Introduction: The amount of water available to plants is one of the most important factors that affect the growth of plants. The objective of the present study was to investigate and compare the tolerance of different fig types (*Ficus carica* L.) to different low irrigation treatments.

Materials and Methods: A factorial trial based on a completely randomized design with 3 replications was carried out in Ferdowsi University of Mashhad. The treatments of this experiment were four levels of irrigation including, supplying enough water to pots (100% field capacity), mild stress (75% field capacity), average stress (50% field capacity) and severe stress (25% field capacity) on Green, Black, Shah Fig and Matthew cultivars. Some of morphological and physiological traits like stem growth, leaf number, leaf area, root length, root area, fresh and dry weight of shoot and root, root to shoot ratio, relative water content, electrolyte leakage, total chlorophyll and proline were measured.

Results and Discussion: Significant differences were observed between different irrigation treatments for all measured parameters. The highest level of stem growth, leaf number and leaf area were detected in control treatment (100% field capacity), while the lowest contents were observed in severe stress (25% field capacity). The results showed that the fresh and dry weight of shoot and root decreased with increasing drought stress, so that the lowest amounts were observed in severe stress treatment (25% field capacity). The levels of relative water content were significantly affected by different irrigation treatments, since treated plants with severe stress treatment (25% field capacity) had the lowest relative water values, while the highest levels were observed in control treatment (100% field capacity). The highest and lowest of total chlorophyll content were observed in control treatments (100% field capacity) and severe stress (25% field capacity), respectively. Among the study treatments, severe stress treatment (25% field capacity) had the highest amount of root length, root area, root to shoot ratio and control treatment had the lowest root length, root area, root to shoot ratio. The obtained results detected that electrolyte leakage increased with increasing drought stress. The severe stress treatment (25% field capacity), had the highest proline content, followed by the average stress treatment (50% field capacity), while the lowest value was observed in control (100% field capacity). A variation in terms of all measured parameters was also observed among the cultivars and the differences were statistically significant. Among the presently tested cultivars, Black has the best resistant ability to drought stress than in other cultivar.

Conclusion: This research showed that all measured parameters were significantly affected by irrigation treatments and cultivars. These data demonstrated that cultivar was the main parameter which influences the morpho-physiological properties of figs.

Keywords: *Ficus carica* L., Drought stress, Electrolyte leakage, Chlorophyll, Proline

1 and 2- Professor and Former M.Sc. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Respectively

(* - Corresponding Author Email: davarynej@um.ac.ir)

3- Assistant Professor, Department of Crop Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous



Effect of Potassium Sulphate and Humic acid on Growth, Yield and Essential Oil Content in *Hypericum perforatum* L.

H. Kaboli Farshchi¹- M. Azizi^{2*} - H. Nemati³- V. Roshan-Sarvestani⁴

Received: 18-12-2012

Accepted: 28-10-2014

Introduction: Medicinal and aromatic plants play an important role in commercial crops, which also represent a safe alternative for chemical pharmaceutical industries. St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) due to its therapeutic efficacy has been used for decades in folk medicine and is considered as a promising medicinal plant with valuable potential as a source of hypericin, essential oils and antioxidants. Studies on agronomic factors such as application of potassium and humic acid as well as nitrogen fertilization on yield, essential oil and antioxidant activity of *Hypericum perforatum* have not been investigated thoroughly until now. This study was designed to study the effect of using humic acid and potassium sulphate on morphological and phytochemical characteristics of *Hypericum perforatum*.

Materials and Methods: The plant material was prepared from Science and Technology Park in Khorasan-e Razzavi-Mashhad. In spring, the plants were transplanted into the field of Horticulture department, Ferdowsi University of Mashhad, for fertilizing treatments. The experimental layout was factorial in a complete randomized design (CRD), with three replications. Potassium Sulphate (K_2SO_4) was applied at the rates of 0.0 (K0), 60 (K60) and 100 (K100) $kg\ ha^{-1}$. The other treatment were humic acid, which was applied at three rates 0 (H0), 20 (H20) and 40 (H40) $L\ ha^{-1}$. Plants were treated at two stages, before flowering by potassium fertilizer and fertigated four times in 15-day intervals with humic acid. Besides the fresh and dry weight, number of flowers, stem height and number of flowering stems were determined at the end of the growing stage.

Results and Discussion: The ANOVA indicated that most of measured attributes of *Hypericum perforatum* plant were significantly affected by both treatments. Data presented revealed that the highest stem (91.6 cm) was recorded at the highest level of potassium sulphate (K100) treatment, while the shortest height (60.4 cm) was recorded at the lowest level of potassium sulphate (K0) treatment. On the other hand, the highest stem (80.33 cm) was achieved with the highest level of humic acid treatment. No significant difference was observed between the highest level of humic acid (H40) and the second level (H20), while both mentioned levels showed a significant difference with control (H0). This means that the control plants possessed the lowest stem height (66.7 cm). The DPPH method for evaluation of antioxidant activity reflects the ability of the present compounds to scavenge hydrophilic free radicals. DPPH inhibition was investigated and the results were evaluated as relative activities against α -tocopherol as positive control. A lower EC50 indicates a higher antioxidant activity. As it is shown, the least EC50 which indicates the highest antioxidant activity belonged to plants treated with potassium sulphate at (100 $kg\ ha^{-1}$). Control plants possessed the least antioxidant activity and showed no significant difference compared with plants treated with 60 $kg\ ha^{-1}$ of this fertilizer. Humic acid had a significant effect on antioxidant activity of *H. perforatum*. The lowest value of EC50 was related to the highest level of humic acid, while the highest value of EC50 was obtained from control plants. There was also significant difference between control and two other levels (20 and 40 $L\ ha^{-1}$) of humic acid. Applied fertilizers at their high levels showed significant effects on EC50 decrease, which means the increment of antioxidant activity of *H. perforatum*. The high antioxidant activity of this medicinal plant is the reason of flavonoids and phenols existence. It seems that application of these fertilizers have led to increment of the mentioned secondary metabolites and followed by an increase of antioxidant activity in comparison with control plants. Totally, *H. perforatum* possessed a high antioxidant activity. Application of the mentioned fertilizers separately or simultaneously increased of this important medicinal plant fresh and dry weight, and finally the yield. Number of flowers, stem height and flowering stems reached the highest value at the highest level of both fertilizers (K100H40). As potassium plays an important role in the development of reproductive parts of plants, it might be one of the reasons of the abovementioned increase. The highest essential oil content was recorded at high levels of both fertilizers (K100H40). Since the highest essential oil content accumulates in the flowering stems, an

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively

(*-Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)

4- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars Province, Shiraz

increase of these stems height and a higher number of flowers would increase the essential oil content of *H.perforatum*. It seems that application of these fertilizers increased the antioxidant activity by an increase of this pigment content.

Keywords: Medicinal Plants, Inorganic Fertilizers, Organic Fertilizers



The Effect of Potassium on the Controlling of Salt in Evening Primrose (*Oenothera macrocarpa*)

M. Goldani^{1*} - E. Keshmiri²

Received: 30-08-2013

Accepted: 29-08-2015

Introduction: Salinity has been recognized as one of the major abiotic factors affecting crop yields in arid and semi-arid irrigated areas of the world and various efforts for breeding salt-resistant crop plants have been made. Approximately one-third of the world irrigated soils and a large proportion of soils in dry lands are saline. Two major effects have been identified as the probable causes of high salt toxicity in crop plant i.e., the ionic effect and the osmotic effect. The ionic effect results in alterations in enzymatic processes, disturbances in accumulation and transport of different ions or a combination of all these factors. As a result, shoot and root growth will reduce and uptake of nutrient elements by plants will be adversely affected. While excess Na accumulated in plants under salinity stress conditions hinders K uptake, Cl hinders NO₃ uptake by plants and destroys ionic balance in plants. Evening primrose is a plant which belongs to Onagraceae. Its seed oil has a special arrangement in Glycerol molecule, so it has been used a lot in medical treatments and also feeding. Many studies have showed that using the best techniques and methods in farming can increase the amount of oil of seeds. The wrong method of agricultural activities in Iran have caused increasing of salt in the soil, and growing plants in such situation is not possible. For confronting with this phenomenon knowing and choosing kinds of plants that can resist the situation of salt is really necessary.

Materials and Methods: This study was conducted as a factorial experiment based on completely randomized design with three replicates with five levels of NaCl salinity (0, 30, 60, 90 and 120 mM) and potassium chloride levels (zero and 15.02 mM) It is performed in the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad in 1390. Salt treatment to prevent osmotic shock was applied to four-leaf stage and treated with potassium was gradually and simultaneously applied with irrigation water. The rate of photosynthesis, chlorophyll relative content and stomata conductance was measured six weeks after imposing the treatments. The analysis of variance was calculated using SAS software. The statistical comparison was done by Duncan's multiple range tests. Charts were drawn using Excel software.

Results and Discussion: According to the result of the analysis of variance, increasing the density of sodium chloride in the planting areas had a special effect on the size of the leaves and the weight of dried plant and the weight of each leaf and dried root. This effect showed a meaningful variation between the weight of dried leaves and its dried root and shoots. The salty areas have a lot of negative ions like magnesium, chlorine, sodium and sulfate. These materials are harmful by themselves or cause effective disorder in plants metabolism. Salinity treatments applied to significant influence ($01/0 > p$) on the characteristics of photosynthesis, stomata conductance and numbers were monitored by spad. For example, sodium and potassium competition and competition between chlorine and nitrate impairs the absorption of nutrients which results in higher demand for energy for plants for producing organic matter. This situation causes a low activity of the root and the growing of the shoot consequently reduce their growth. The weight and length of the plant will be reduced too. For example existing potassium in salty lands cause the reduction of sodium in the shoot of the plants. This research was done in a pot with the same amount of salt. Potassium causes the reduction of toxicity effects of sodium. Research has shown that the potassium in regulating osmotic pressure and permeability of plant cell membranes is effective and cause higher plant tolerance to salinity.

Conclusion: Some biological indexes of evening primrose plant were negatively affected by increasing rates of NaCl and KCl applications. In salty condition, increasing the amount of sodium reduces the potassium, comparing with sodium. Potassium causes a suitable osmotic pressure and reduce the destructive effect of oxidation. So higher potassium than sodium in salty lands is known as the standard resistance. NaCl and KCl compounds should be applied at precise amount to evening primrose, otherwise, quantity and quality of evening

1 and 2- Associate Professor and Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

(* - Corresponding Author Email: goldani@um.ac.ir)

primrose plant will be impaired.

Keywords: *Oenothera macrocarpa*, Potassium Nutrition, Ratio Potassium to Sodium, sodium chloride



The Efficiency of Mycorrhizal Fungi on Growth Characteristics and some Nutrients Uptake of Plane tree Seedling (*Platanus orientalis* L.)

H. Alipour^{1*} - A. Nikbakht² - N. Etemadi³ - F. Nourbakhsh⁴ - F. Rejali⁵

Received: 18-09-2013

Accepted: 29-07-2015

Introduction: Drought stress is one of the most important abiotic stresses which significantly reduce yield and growth of most of plants. Plane tree is one of the important trees planted in the urban landscapes of Iran. One of the major limiting factors of landscapes development is providing water for plants. Deficit irrigation is a desirable method for saving water use in water deficit conditions and ultimately reducing necessary cost of water securement to landscape plants. Moreover, inoculation of plant root with mycorrhizal fungi can be considered as a method to reduce water demand of plants. In addition, mycorrhiza can increase plant resistance against environmental stress, such as salinity, temperature stress, drought stress and etc. Mycorrhiza can improve drought stress through enhancing water uptake as result of extra radical hyphae and stomatal regulation or transpiration. Increasing P concentration by mycorrhiza inoculation can be another mechanism for drought resistance in plants. The purpose of the present study was to evaluate two *Glomus* species in combination together on plane tree under water deficit for growth characteristics and nutrients uptake such as P, Fe and Zn concentration.

Materials and Methods: This outdoor experiment was conducted at - Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, with average temperature 14.2 °C and 27.9 °C night/day, respectively and relative humidity 35-70% between Mar and Aug 2012 and repeated under the same condition in 2013. This experiment was carried out to evaluate the effect of inoculation with mycorrhizal fungus on plane saplings response to different applicable water levels (50 and 100% of water needs) based on a completely randomized design with 3 replications. The treatments were control (without fertilizer), Germans peat + fertilizer, Germans peat + fertilizer + mycorrhiza in 50% of field capacity and Germans peat + fertilizer + mycorrhizain 100% of field capacity. The Mycorrhiza fungi (mycorrhizal root, soil containing spore and extra radical mycelium) were obtained from Institute of Soil and Water Research (Tehran, Iran). There were inoculums treatments: two AM fungus inoculums (*G. intraradices* and *G. mosseae*) with combination of both. The inoculated dosage was approximately 80 spores g⁻¹ for *G. intraradices* and 80 spores g⁻¹ for *G. mosseae*, calculated by microscope before the experiment. Plants were irrigated daily based on 100% FC to make sure the establishing plants for about 2 months and then differential irrigations were applied. The amount of 100% and 50% ET was applied for full irrigation, moderate and severe deficit irrigation, respectively. To monitor the soil water content, tensiometry probe tubes were inserted into the soil in control pot around the root. Irrigation was performed whenever 40% of the available water was consumed. In order to calculate the amount of water necessary to bring each soil to FC, soil samples were collected and the water content determined by drying. Photosynthesis rate was measured by a LCI portable photosynthesis system. Soluble sugars measured according to Phenol-Sulfuric Acid method. Extraction of the Leaf chlorophyll pigments using with 100% acetone. The extraction of P, K, Fe, and Zn from the plant tissue material was performed by using dry ashing method. The mean data of two years were analyzed with SAS 9.1 software, the means were compared for significance by the least significant difference (LSD) test at $P < 0.05$.

Results Discussion: Mycorrhiza inoculation significantly increased fresh and dry weight, chlorophyll content, total sugar, leaf area, photosynthesis rate and P and K concentration as compared to control. As compared to the 100 and 50% FC, total chlorophyll, fresh and dry weight and P concentration significantly was increased in 100% FC (Table 4 & 5). The results showed that inoculation of plants with mycorrhizal fungus significantly increased most growth parameters including leaf area, chlorophyll content and leaf fresh and dry weight of plane saplings. Phosphorus content significantly increased in inoculated plants as compared to non-inoculated plants. It is recommended that in dry regions and water shortage conditions, the deficit irrigation method accompanied with mycorrhizal fungus inoculation to save water .

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Assistant Professor and Associate Professor Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Respectively

(*-Corresponding Author Email: h.ali@ag.iut.ac.ir)

4- Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

5- Assistant Professor, Soil and Water Research Center, Karaj

Conclusion: Our data showed that mycorrhiza inoculations increased most growth parameters including leaf area, chlorophyll content and leaf fresh and dry weight of plane saplings. In conclusion, mycorrhiza inoculations can increase plant tolerance against drought stress by increasing phosphorus concentration, chlorophyll content, and photosynthesis rate. Generally, results of this study revealed that inoculation of plane trees with mycorrhizal fungi, improved plant growth under stress conditions through its positive influence on nutrients uptake, chlorophyll content and other growth parameters.

Keywords: Landscape, Irrigation level, Tree, Symbiosis



Effect of Postharvest Application of Thyme essential Oil on Quality and Shelf-life of Pomegranate (*Punica granatum* cv. Tarom red skin) Fruit

M. Ghfour¹ - A. Soleimani^{2*} - V. Rabie³ - R. Hemmati⁴

Received: 21-09-2013

Accepted: 29-07-2015

Introduction: Iran pomegranate is quite competitive compared to other countries due to high quality and has great economic importance. Using essential oil is a new idea to reduce postharvest losses and increase the horticultural crop storage life and control of fungal infection. In this context, a factorial experiment based on completely randomized design was conducted to study the postharvest spraying of thyme essential oil on storage life and qualitative characteristics of pomegranate fruit (cv. Tarom red skin).

Materials and Methods: Pomegranate fruit (cv. Tarom red skin) was prepared and transferred to University of Zanjan, Horticulture postharvest physiology lab. Treatments were included essential oil of thyme at four levels (0, 500, 1000, 1500 mg/l) and the cold time storage (6°C and 85% of relative humidity) at three levels (one, two and three months) by four replications. In the first experiment, 180 normal pomegranate fruits were treated with thyme essential oil. In the second experiment, fruits were infected with spores of the fungus *Aspergillus niger* and then treated with essential oil. During experiment, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), TSS/TA ratio, pH, anthocyanin, electrolyte leakage, chilling injury, weight loss and fungal decay were evaluated. Fruit juice TSS was determined with a hand-refractometer at room temperature. TA was determined by titration an aliquot (20 mL) of the juice with 0.1N NaOH and the results were expressed as a percentage of citric acid. The maturity index (TSS/TA ratio) was evaluated as the TSS/TA ratio. Fruit juice pH was measured using a pH meter. Anthocyanin measurement was performed by the method of Fuleki and Francis. Electrolyte leakage was measured according to McCollum & McDonald method. Weight loss was measured according to Ershadi method. Chilling injury was measured by Wang method. Decay was visually evaluated and expressed as percentage. An analysis of variance was used to analyze difference between treatments and the Duncan test was applied for mean separation at $p < 0.05$. All analyses were performed using SAS statistical software.

Results Discussion: Results showed that chilling injury and fungal decay increased by storage time in both infected and no infected fruits, while this trend was slower in non-infected ones. Treated fruits by essential oil of thyme had more anthocyanin in comparison to control fruits. Essential oil of thyme prevents the reduction of titratable acid and catalysis of sugars. An interactive effect of treatments showed that weight loss and electrolyte leakage was highest in control at the third month of storage. Interaction between essential oil of Thyme and storage time in pomegranates not infected with fungus spore showed the lowest TSS in essential oil of thyme (500 mg/l) in second month of storage.

Essential oil of thyme reduces decay and increases the storage life of the fruits. It seems that the phenolic compounds of thyme essential oil form molecular hydrogen bond with the cytoplasmic membrane proteins of fungus and make them inactive. Essential oil of thyme has a positive effect in controlling weight loss during storage of pomegranates. Essential oil forms a thin layer of the skin that covers fruit and prevents water evaporation from the skin and keeps skin moisture. It also, maintains fluidity of the plasma membrane and prevents disintegration. So electrolyte and substances leakage of vacuole into the cytosol and the cytoplasmic space is controlled. One of the constituents of essential oil of thyme is phenolic compounds that are rich in carbonyl group. Carbonyl group has ability to disintegrate the free radicals formed by cold stress resulted in reduction of chilling injury in the fruit tissue. Essential oil has antioxidant that prevents anthocyanin oxidation during storage time. Meanwhile, the probably conversion of other competent compounds to anthocyanin caused an increasing of total water-soluble anthocyanin during storage time.

Conclusion: Results showed that Thyme essential oil has positive impact on reducing chilling injury and

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Assistant Professor of Horticultural Department (first affiliation) and Research Institute of Modern Biotechniques (Second affiliation), Associate Professor at Horticultural Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Respectively

(* - Corresponding Author Email: asoleimani@znu.ac.ir)

4- Assistant Professor at Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan

electrolyte leakage also, controlling weight loss and fungal decay of pomegranate fruit. Nowadays, production of organic fruit are increasing because of their role in human health, hence by maintaining the fruit quality during storage time it can be used as a substitute for chemical compounds and fungicides.

Keywords: Chilling Injury, Electrolyte Leakage, Fungus Decay, Storage Time, Weight Loss



Effects of GA₃, BA, Thiamine and Ascorbic Acid on Some Morphological and Biochemical Characteristics of Periwinkle (*Catharanthus roseus* L.)

F. Baniasadi^{1*} - V.R. Saffari²

Received: 08-12-2013

Accepted: 15-08-2015

Introduction: *Catharanthus roseus* (L.) belongs to Apocynaceae family and is an important medicinal plant and also cultivated as an ornamental plant almost throughout the tropical and subtropical areas all over the world. Recently, the uses of natural substances are considered very helpful to improve plant growth and development. Application of plant growth regulators (PGRs) and vitamins are reported in many horticultural crops. Ascorbic acid is the most abundant antioxidant in plant which protects plant cells. This substance affects cell differentiation and growth. Thiamine or vitamin B1 is water soluble and one of the B complex vitamins. This study was conducted to investigate the effect of the ascorbic acid, thiamine, BA and GA on growth and biochemical parameters of periwinkle.

Materials and Methods: The experiment was performed as a completely randomized design with 5 replications at research greenhouse of Shahid Bahonar University of Kerman in 2014. The treatments used include spraying water (control), ascorbic acid 100 mg.l⁻¹, gibberellic acid 100 mg.l⁻¹, thiamine 100 mg.l⁻¹, BA 200 mg.l⁻¹ and combinations of two, three and four of them to determine the response of plants to these substances alone or in combination of them. When the seedlings reach to 6-leaves stage, the first foliar spray was carried out. In other two steps, it was repeated with interval of 10 days. In this study, longevity of the flower, flower diameter, the number of lateral branches, branches length, fresh and dry weight, chlorophyll content and reduced sugars were measured. Chlorophyll content and reduced sugars were measured according to method of Somogy (1952) and Lichtenthder (1987), respectively.

Results and Discussion: The results showed that the effect of thiamine on the number of flowers was more pronounced than other substances. The lowest number of flowers per plant was found in plants treated with gibberellic acid. All growth promoter substances increased flower diameter. Combined application of BA with gibberellic acid had more influence on this parameter than other treatments, and increased flower diameter by about 25%. Ascorbic acid plays an important role in cell division, plasma membrane, proton pumps and enlargement cell. According to the theory of acidic growth, ascorbic acid weakens cell wall and increases cell enlargement. Among the applied treatments combination of banzyladenine, thiamine and ascorbic acid increased the number of lateral branches to 100%. Results showed that GA in all concentrations and combinations used in this experiment increased lateral branches length. Several reports about plants such as croton, hibiscus and pot marigold indicated that BA can increase the number of branches per plant. Therefore, BA is used to enhance branching and to reduce the total height of the plants. The highest fresh and dry weight were observed in plants treated with the combinations of BA, thiamine and ascorbic acid. Thiamine increased chlorophyll a content more than other substances. There was no significant difference between thiamine or thiamine combined with ascorbic acid treatment on chlorophyll b content. Thiamine in combinations with all the other treatments significantly improved carotenoids content compared to control. Chlorophyll plays a key role in plants for absorption and utilization of light energy which used in photosynthesis. Therefore, effects of PGRs on chlorophyll biosynthesis or degradation influence directly on photosynthesis. Thiamine was reported that in some plants assist resynthesize of chlorophyll in plant without chlorophyll and increased growth and yield eventually. All the treatments significantly increased reducing sugar. Although all of the substances improved the amount of reducing sugar, the role of thiamine was more dramatic compared to other treatments. The greatest amount of reducing sugar 85.3 mg. g⁻¹ fresh weight was observed in the combination of BA, thiamine and ascorbic acid. Thiamine is an essential part of the biosynthesis of pyrophosphate thiamine coenzyme which has an important role in carbohydrate metabolism. Application of vitamin c it was reported the increased soluble sugar in Chinese hibiscus.

1 and 2- Graduated of M.Sc. and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Respectively

(*-Corresponding Author Email: baniasadi.fatemeh@yahoo.com)

Conclusion: Periwinkle is a bedding plant that the number of flowers and lateral branches is very important. BA with thiamine and ascorbic acid combination has the best effects on these traits and improved growth condition of it. On the other hand, application of gibberellic acid, either simple or combined with other materials, due to the excessive increase in plant height, led to the bending of the plant.

Keywords: Reduced sugar, Pigment, Flowering, Vitamin



The Effect of Enrichment with Bio-fertilizers and Three Nutrients of Iron, Zinc and Manganese on Germination Characteristics of Ajowan (*Carum copticum* L.)

M. Motamednezhad^{1*} - S. V. Eslami² - M. H. Sayyari³ - S- Mahmoodi⁴

Received: 22-12-2013

Accepted: 02-06-2015

Introduction: Cultivation of medicinal and aromatic plants has always had a special situation in the traditional system of agriculture and these systems have played a major role on diversification and sustainability of agricultural ecosystems. Tend to produce medicinal and aromatic plants and demand for natural products, especially in terms of ecological culture in the world is increasing. Ajowan is an annual herbaceous plant from the Apiaceae family. Biological fertilizers produced by the activity of microorganisms are associated with nitrogen fixation or availability of phosphorus and other nutrients in the soil. Enrichment means increasing the concentration of nutrients in plants especially micronutrients. Application of biological fertilizers instead of using chemicals is one of the most important nutritional strategies in sustainable management of agro-ecosystems. In this regard, the effect of enrichment with bio-fertilizers and micronutrients on Ajowan (*Carum copticum* L.) germination characteristics was studied at Birjand Agricultural Research Laboratory.

Materials and Methods: A factorial experiment based on a CRD (completely randomized design) was conducted with three replications at Birjand Agricultural Research Laboratory during 2011. Experimental treatments consisted of bio-fertilizer application with three levels including without inoculation, and seed inoculation with *Azospirillum* and *Azotobacter* and seed enrichment with ten different treatment levels including without enrichment, and enrichment using 1, 2 and 3 mM of Fe, Zn and Mn elements. Bacteria were provided by Soil and Water Research Institute of Tehran. Initially, the seeds were disinfected through immersing them in 1% sodium hypochlorite for 3 minutes and then washing them with the tap water for 2-3 times. For the Enrichment of seeds, depending on the treatments, Petri dishes were treated with 10 ml of micronutrients solution for 24 hours. Then for bacterial inoculation depending on the type of treatments, seeds were soaked in 7 ml of inoculums containing 10^8 alive and active bacteria per ml for 5 hours. In each treatment, 15 seeds were placed in Petri dishes sealed with parafilm and placed in a germinator set at 70% RH and 25/15 °C. The traits studied were: germination percentage, germination rate, root and shoot length, as well as root and shoot fresh and dry weight. Before analyzing the data, normality test was performed and analysis of variance was performed using Genstat and graphs were drawn using Excel software.

Results and Discussion: The Analysis of variances results showed that seed inoculation with biological fertilizers and micronutrients significantly increased germination rate, root and shoot length, root fresh weight and dry weight of root and shoot of Ajowan compared with the control. Results showed that there were not significant differences between treatments in terms of germination percentage. Using micronutrients for seed enrichment caused increased germination rate. The maximum germination rate value was obtained from the Mn 1mM treatment (2.164 seeds per day), and its minimum value was obtained from Zn1 (1.55 seeds per day). The maximum and minimum values of root length were obtained from the combined treatments of *azotobacter* + Fe2 and *Azospirillum* + Zn3, respectively. The maximum and minimum values of shoot length were obtained from the combined treatments of *azotobacter* + Mn2 and *Azospirillum* + Zn3, respectively. The highest and lowest values of shoot dry weight were obtained from *azotobacter* + Fe3 and *azotobacter*, respectively. The highest and lowest values of root dry weight were obtained from Zn1 (2.35 mg) and Mn2 (0.4 mg), respectively. The highest and lowest values of root fresh weight were obtained from *Azospirillum*+ Mn3 and *Azospirillum*+ Zn2, respectively. The highest and lowest values of shoot fresh weight were obtained from *Azotobacter*+Mn2 and Mn3, respectively.

Conclusion: During the evaluation of the measured traits regarding to bio-fertilizers application on ajowan, it was observed that all biological treatments were superior to the control (non-biological fertilizer) and *Azotobacter* was the most effective amongst them. Bio fertilizers applications used in this study showed significant effects on root and shoot length, as well as fresh weight of root and shoot. The use of micro-nutrients on ajowan, showed that the application of 1 and 2 mM of Mn and all three concentrations enhanced the examined characteristics, while the application of 1 mM of

1, 2 and 4- M.Sc. Student of Seed Science and Technology, Associate Professors, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Respectively

(*-Corresponding Author Email: m.motamednejad@yahoo.com)

3- Assistant Professor of Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand

Zn was just effective on root and shoot dry weight. Overall, application of these micronutrients had significant effects on germination rate and root length and fresh weight of root and shoot as well as dry weight of shoot and root.

Keywords: *Azospirillum*, *Azotobacter*, Fe, Medicinal Plants, Zn



Physiological Responses of Some Iranian Grape Cultivars to Iron Chelate Application in Calcareous Soil

H. Doulati Baneh¹ - E. Montazeri²

Received: 04-01-2014

Accepted: 26-11-2014

Introduction: Iron chlorosis is considered to be one of the most important nutritional disorders in grapevines, particularly in calcareous soils that under these conditions fruit yield and quality is depressed in the current year and fruit buds poorly develop for following year. Symptoms of iron chlorosis in orchards and vineyards are usually more frequent in spring when shoot growth is rapid and bicarbonate concentration in the soil solution buffers soil pH in the rhizosphere and root apoplast. Several native grapevine (*Vitis vinifera* L.) genotypes, highly appreciated for their organoleptic characteristics and commercial potential, are widely cultivated in Iran. Cultivated plants differ as to their susceptibility to Fe deficiency in calcareous soils, some being poorly affected while others showing severe leaf chlorotic symptoms. Selection and the use of Fe-efficient genotypes is one of the important approaches to prevent this nutritional problem. In this research the response of three local grapevine cultivars was evaluated to iron chelate consumption in a calcareous soil (26% T.N.V.).

Material and methods: Well rooted woody cuttings of three autochthonous varieties (Rasha, Qezel uzum, Keshmeshi Qermez) were cultivated in pots filled with a calcareous soil with iron chelate consumption at three rates (0, 7.5 and 15 mg Fe/ Kg soil). The study was conducted with two factors (cultivar and iron chelate) and 3 replicates in a factorial arrangement based on randomized complete block design. Plant parameters including vegetative growth, chlorophyll index and leaf area were monitored during the growth period. At the end of the treatment, fresh and dry weight of shoots and roots were determined. The concentrations of macro and micro elements in the leaves were assayed using an atomic absorption and spectrophotometer. One-way-ANOVA was applied comparing the behavior of the cultivars growing.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that chlorophyll index and leaf area differ significantly among tested cultivars. The highest and the lowest chlorophyll index were observed in Rasha and Keshmeshi Qermez cultivars, respectively. Fe chelate consumption up to 7.5 mg/kg significantly increased chlorophyll, leaf area, shoots growth and fresh weight of shoot and root compared to the control. The highest leaf area was related to Rasha cultivar in 7.5 mg/kg treatment. In all tested cultivars by increasing Fe concentration to 15 mg/kg, leaf area was decreased. According to the laboratory results, there was a significant difference in the concentrations of some macro and micro nutrient of leaves among tested cultivars. The highest amount of K, Fe, Mn and Zn was recorded in leaves of Rasha cultivar. Qezel uzum has also the highest P, N, Ca, Mg and Cu in its leaves. Application of 7.5 Fe mg /Kg soil increased calcium, magnesium and copper concentrations in leaves of Rasha cultivar and nitrogen concentration in Qezel uzum cultivar. In Keshmeshi Qermez cultivar, the sensitive cultivar to iron chlorosis, iron chelate consumption up to 7.5 Fe mg /Kg soil increased nitrogen, zinc and copper concentrations. Increase in iron consumption up to 15 mg/Kg soil caused significant increase in copper concentration. Among the study cultivars, Rasha significantly absorbed the highest iron, zinc, manganese and potassium from the soil and did not show iron chlorosis, so it can be as a suitable rootstock with respect to iron chlorosis.

Conclusion: In this study we have studied the influence Fe-chelate on some features of three Iranian grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L) grown in calcareous soils. Our findings confirm the variable response of native grapevines to bicarbonate-induced iron deficiency. The most susceptible cultivar, Keshmeshi Qermez, have been very impaired by the calcareous soil; it produced less shoot growth and dry matter since these factors of the tolerant cultivars was decreased very little. The different behavior of potted cultivars with respect to iron chlorosis is related to modifications of some physiological parameters at the root level. A parameter which emphasizes the differential response of the genotypes to stress conditions was the capability of the genotypes to take up elements from the soil. Rasha cultivar showed a high degree of tolerance by taking up more iron when

1- Associate Professor, Horticulture Crop Research Department, Research and Education Center of West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO

(*-Corresponding Author Email: ah_dolati@yahoo.com)

2- M.Sc. Soil and Water Research Department, Research and Education Center of West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO

growing on calcareous soil, while keshmeshi cultivar took less iron. It will be recommended use of Rasha cultivar in calcareous soil as on rooted vine or rootstock. These findings suggest that biochemical parameters may constitute reliable criteria for the selection of tolerant grapevine genotypes to iron chlorosis.

Keywords: Grapevine, Leaf area, Chlorophyll index and Iron chlorosis



Plant Residual Management in Different Crop Rotations System on Potato Tuber Yield Loss Affected by Wireworms

A. Zarea Feizabadi¹

Received: 01-02-2013

Accepted: 15-08-2015

Introduction: Selection a proper crop rotation based on environmental conservation rules is a key factor for increasing long term productivity. On the other hand, the major problem in reaching agricultural sustainability is lack of soil organic matter. Recently, a new viewpoint has emerged based on efficient use of inputs, environmental protection, ecological economy, food supply and security. Crop rotation can not supply and restore plant required nutrients, so gradually the productivity of rotation system tends to be decreased. Returning the plant residues to the soil helps to increase its organic matter and fertility in long-term. Wireworms are multi host pests and can be seen in wheat and barley too. The best approach for their control is agronomic practices like crop rotation. Wireworms population and damage are increased with cultivation of grasses and small seed gramineas in mild winters, variation in cropping pattern, reduced chemical control, and cover crops in winter. In return soil cultivation, crop rotation, planting date, fertilizing, irrigation and field health are the examples for the effective factors in reducing wireworms damage.

Materials and Methods: In order to study the effect of crop rotation, residue management and yield damage because of wireworms population in soil, this experiment was conducted using four rotation systems for five years in Jolgeh- Rokh agricultural research station. Crop rotations were included, 1) Wheat monoculture for the whole period (WWWWW), 2) Wheat- wheat- wheat- canola- wheat (WWWCW), 3) Wheat- sugar beet- wheat- potato- wheat (WSWPW), 4) Wheat- maize- wheat- potato- wheat (WMWPW) as main plots and three levels of returning crop residues to soil (returning 0, 50 and 100% produced crop residues to soil) were allocated as sub plots. This experiment was designed as split plot based on RCBD design with three replications. After ending each rotation treatment, the field was sown with potato cv. Agria in each plot in 2011. At harvest time, tuber yield and also percentage and severity of infection was determined. All data was analyzed statistically and Duncan test was used for comparison of means.

Results and Discussion: Analysis of variance results showed that, potato tuber yield was statistically ($P \leq 0.01$) affected by the crop rotation, the rate of returning residues, and also interaction between rotation $\times$ returning residues. When 1000 tuber was considered, analysis of variance results showed, crop rotation had a very significant effect ($P \leq 0.01$) on number and percent of infected tubers to wireworm and its holes. The most infected tubers i.e. 42.3% and holed i.e. 61.4% and totally 4.24% of tubers belonged to the rotation 2, where rapeseed crop was the preceding plant. The least one was achieved in rotation 1, with the rates of 27%, 37% and 2.8% where potato crop was not planted previously. The highest infection to wireworm was found in 100% residue returning to the soil with 3.8% and the lowest one in no residue returning to the soil, i.e. 3.4 %. Results showed that with increasing residue returning to the soil, the damage of wireworms increased too.

Conclusion: Generally applying crop rotation using different crops and residue returning to the soil is resulted in higher potato tuber yield. This increasing rate for tuber yield was 116% and 57% when the preceding crops were wheat and rapeseed respectively compared to the mean of rotations 3 and 4. sustainable production of potato and reduction of wireworm damage, it is necessary to focus on other crop rotation and the importance of C:N ratio and the rate of residue returning to the soil.

Keywords: Agroecosystem, Crop Residues, Sustainable Production, Tuber Pests

1- Professor of Seed and Plant Improvement Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran
(*Corresponding Author Email: azarea.2002@yahoo.com)



Beneficial Effects of Selenium on Some Morphological and Physiological Trait of Hot Pepper (*Capsicum anuum*)

L. Shekari^{1*} - M. M. Kamelmanesh² - M. Mozafarian³ - F. Sadeghi⁴

Received: 09-02-2014

Accepted: 29-07-2015

Introduction: Aluminum (Al), cobalt (Co), sodium (Na), selenium (Se), and silicon (Si) are considered as beneficial elements for plants. They are not required for all plants but they can improve the growth and development of some plant species. Selenium is an essential element for human with antioxidant and antivirus functions but is not considered essential for higher plants. Selenium is reported to be protective against cancer and more than 40 types of diseases are associated with Se deficiency. The amounts of selenium in food also depends on the amount of the element in the soil. However, its beneficial role in improving plant growth and stress tolerances is well established. Plants revealed different physiological reactions into the Se levels, some specious accumulate it and in contrast some others are sensitive and Se is a toxic element for them. Some studies showed that Se can reduce adverse effects of salinity, drought, high and low temperatures and also heavy metal stress by enhancing antioxidant defense and MG detoxification systems. Pepper is one of the most important vegetable crops which have strong antioxidant properties. The effect of Se on vegetable especially on hot pepper is not well documented.

Materials and Methods: Present experiment was designed in order to study the effects of different concentrations of selenium on vegetative growth and physiological trait of hot pepper (*Capsicum annuum* cv. *kenya*) under hydroponic conditions in the greenhouse at the Department of Horticulture Science, Islamic Azad University of Shiraz (Iran) under natural light with a day/night average temperature of 25/17 °C, relative humidity of 50±8.5% and photoperiod 14/10 (day/night). This experiment was carried out based on completed randomized design (CRD) with 5 Se levels at (0 as control, 3, 5, 7 and 10 µM) with 3 replications. 30 days old seedling with uniform size were selected and transplanted into 4L pot containing a mixture of peat moss and perlite (1:1). The nutrient solution was a modified Hoagland's solution and each plant received 400 mL nutrient daily. Selenium concentrations were added by 0, 3, 7 µM Na₂SeO₃ (Merck, Germany) 10 days after transplanting. Leaf number (by counting), leaf area (with leaf area meter), relative water content (RWC), membrane stability index (MSI), chlorophyll and carotenoids content were determined one month after treatment applications. All data were subjected to one-way ANOVA by Statistix 8 (Tallahassee FL, USA) and the means were compared for significance by the least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$.

Results and Discussion: The results showed that selenium supplement at 5 µM significantly increased relative water content by 12.8% compared to control. Se increased root growth and thus absorbed more water and increased RWC in present experiment. Selenium at 7 and 10 µM Se increased membrane stability index by 33.61 and 80.06, respectively, compared to control which may be due to increasing potassium by Se application. Selenium at 3 and 5 µM increased leaf area by 24.6% and 25.1% relation to plants which were grown without Se supplementation. Leaf number increased by application of 5 µM Se by about 15.14% and chlorophyll a, b and total increased by 64.67%, 38.5% and, 55.8%, respectively, in comparison with plants grown without Se application. Carotenoid content was not affected by different Se concentrations. Se increased chlorophyll content by increasing Mg and Fe absorption, or protect of chlorophyll content against chloroplast enzymes. The highest leaf area was observed at 3 µM Se in comparison with other treatments. Se at 5 µM is beneficial for growth, photosynthesis pigments, leaf area and leaf number. Se application had no beneficial influence on lateral shoot. The highest starch concentration was observed at 5 µM Se (by about 60% in comparison with plants were grown without Se application).

Conclusion: In general, the result of present study indicated that selenium at low concentrations improved plant growth (such as leaf area and leaf number), physiological trait (relative water content and membrane stability index) and photosynthesis pigments (chlorophyll a and b) of hot pepper in hydroponic conditions. It is

1 and 3- Young Researchers and Elite Club, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz

(* - Corresponding Author Email: parisa.shekari63@yahoo.com)

2- Associate Professor of Department of Plant Protection, Islamic Azad University of Shiraz, Shiraz

4- Associate Professor of Department of Horticulture, Islamic Azad University of Shiraz, Shiraz

also suggested that this experiment should be repeated on some other important vegetable during growth and reproductive stages in hydroponic and soil condition and also on hot pepper quality and quantity of fruit.

Keywords: Beneficial elements, Membrane stability index, Photosynthesis pigments, Relative water content



Assessment of Direct Regeneration in Germany (*Matricaria chamomilla* L.) and Shirazi Chamomiles (*Matricaria recutita* L.)

A. Masoumiasl^{1*}- A. Aryiaeineghad²- M. Dehdeari³

Received: 19-03-2014

Accepted: 02-06-2015

Introduction: German (*Matricaria chamomilla* L.) and Shirazi (*Matricaria recutita* L.) chamomiles are the most important medicinal plants of the Astraceae family which are used in the pharmaceutical, health, food and cosmetics industries. Production of this plant has been undertaken in Iran mainly in Isfahan, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Golestan and Hamedan provinces. *In vitro* propagation of plants have higher potential to produce qualified natural products, restoring and preserving of endangered plants, induction of somaclonal variation, industrial reproduction, valuable secondary metabolites and increased active ingredients. Various studies have reported successful micro propagation system for five chamomile varieties on MS medium contained 0.01 mg/l NAA and 2.5 mg/l kinetin. The aim of this study was to investigate the effects of stem (with and without node), leaf and cotyledon explants and different plant growth regulators on direct regeneration of German and Shirazi chamomiles. Although the Shirazi chamomile is native to Iran, but German chamomile is Iran non-indigenous cultivar. Up to now, there have been no compare is on reports about responses of these cultivars to tissue culture.

Materials and methods: This research was performed in the central laboratory of Agriculture Faculty in Yasouj University. Seeds were provided from Pakan-Bazr institute, Isfahan. Chamomile seeds were disinfected by ethanol (70%) for 5-10 min and sodium hypochlorite 3% for 5-12 min and then washed for several times by distilled water. Then, seeds were sown on MS medium for germination. After 2-3 weeks, seedlings were grown and then planted in MS medium supplemented with hormonal combinations of NAA at two levels (0.1 and 0.5 mg/l), kinetin at three levels (2, 2.5 and 3 mg/l) and Zeatin, BAP and 2ip at three levels (0.5, 1 and 1.5 mg/l). The experiment was performed in a completely randomized design with four replications. Factors included explants, cultivars and hormonal combinations. In this experiment, traits such as stem induction percentage, stem length, stem fresh and dry weight root induction percent, root length and stem fresh and dry weight were measured. Statistical analysis was performed using SAS software (version 9.1). In order to test the normality and perform mean comparisons, Minitab 14 and MSTAT-C software was used and excel software was used for drawing diagrams.

Results and discussion: For all traits except stem induction percentage and root dry weight, triple interaction of explants, hormonal combinations and cultivar were significant at 1% level. Triple mean comparisons for cultivar, explant and hormonal combinations showed that the highest mean for stem height, stem fresh weight, stem dry weight, root induction percent, root height and root fresh weight were obtained in Shirazi Chamomile cultivar with cotyledon explants in hormonal combinations of 0.1 mg/l NAA and 1.5 mg/l 2ip. The results showed that the best explants in both chamomiles for direct regeneration were stem (whit node) and cotyledon with 78.75% and 75% regenerations, respectively. The best genotype and hormone combination were monitored for Shirazi chamomile and MS medium supplemented with 1.5mg/l 2ip with 0.1mg/l NAA. To determine the best hormonal combination for root regeneration from direct regeneration, the stems were embedded in medium contained different concentrations of IBA. The first signs of rooting production were observed after 5-7 days. After completing the roots formation (4 weeks after transferring), the rooting percentage, root length, fresh and dry weight of roots were measured. Based upon variance analysis, effect of triple interactions of IBA, explants and cultivar on all traits were not significant, but the effect of IBA for all traits was significant at 1% level. The highest percentage of root regeneration (73.75 %), the highest root length (6.60 cm), root fresh weight (174.167mg) and the highest root dry weight (16.425 mg) were obtained from medium contained 0.5 mg/l IBA. Root differentiation was influenced by auxin (0.5 mg/l IBA) or spontaneously. Regenerated plantlets were transferred to pots contained sterilized soil (3:1:1 mixture of soil: sand: leaf compost). For plant adaptation to natural conditions, glassy caps were used. After adaptation, the caps were removed and the plants were transferred into a growth chamber. Previous studies reported that MS medium supplemented with 0.2 to 1 mg/l of BA and 2 mg/l of NAA induced adventitious bud formation and shoot

1, 2 and 3- M.Sc. Student of Plant Breeding, Assistant Professor and Associate Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, Agriculture Faculty, Yasouj University, Respectively

(* - Corresponding Author Email: Masoumiasl@yu.ac.ir)

development in leaf explants of Roman Chamomile. A higher number of adventitious buds were observed at the proximal end of the explants. Plantlets were rooted on MS medium supplemented with 0.1 mg/l of IBA and successfully weaned **in vivo**.

Conclusion: Based on the results of this research, chamomile showed relevant response to direct regeneration.

Keywords: Explant, Genotype, Hormone, Micropropagation



Effect of Deficit Irrigation Treatments on Vegetative Characteristics and Quantity and Quality of Golden Delicious Apple

I. Arji^{1*} - B. Hassani² - H. Ghamarnia³

Received: 17-02-2014

Accepted: 04-07-2015

Introduction: Since Iran is located in arid and semi-arid region of the world, so consumption and saving of water must be taking into account. Water is often a valuable natural resource, thus proper application methods - for increase water efficiency can be very important. Regulated deficit irrigation (RDI) is one of the most important methods to increase water use efficiency and fruit quality. Apple is one of the most important fruit trees from economical point of view. Studies showed that regulated deficit irrigation led to growth reduction in apple trees and sometimes fruit quality increased. The aim of this study was to evaluate the effect of deficit irrigation on vegetative growth and fruit quantity and quality of Golden delicious apple trees in Gahvareh region of Kermanshah province .

Materials and Methods: This experiment was conducted on 10 years old Golden delicious apple trees in a randomized complete block design with 5 irrigation treatments and three replications during 2006. Three apple trees assigned to each experimental unit. Irrigation treatments were: T1= early deficit irrigation (40% water requirement), T2= early deficit irrigation (60% water requirement), T3= late deficit irrigation (40% water requirement), T4=late deficit irrigation (60% water requirement), T5=control (C) (100% water requirement). Early deficit irrigation starts 55 days after full bloom (15th Jun) and continued 60 days (16th Aug), while late deficit irrigation starts 115 days after from full bloom (16th Aug) and continued 40 days near to harvesting time (23th Sept). Control trees were full irrigated based on water requirement, which calculated based on national water document of Iran and irrigation amount was calculated based on the following formulas: $Q=0.0184.L.H^3/2$

Where Q is volumetric flow rate (liter/Second), L is parshall flume crown length (cm) and H is water height (cm). Irrigation time was calculated based on national water document of Iran and volumetric flow rate as this formula $Q.t = di.a$, where Q is volumetric flow rate (liter/Second), t is time based on second, di is net water requirement and a is irrigated area. To evaluate irrigation effects some vegetative (shoot growth and trunk cross sectional area); reproductive (fruit volume, fruit weight and yield) and quality (Total soluble solid, total sugar, nitrogen, phosphorous, potassium and calcium) traits were measured .

Results and Discussion: Results showed that deficit irrigation had no effect on trunk cross sectional area, but shoot growth was affected significantly by deficit irrigation by. So, regulated deficit irrigation (RDI) can be used to control excessive vegetative growth in apple trees. There were no significant differences of fruit volume and weight of trees under deficit irrigation than the control exception to secondary 40% treatment. Fruit yield did not have significant differences under early and late 60% treatment in compare to the control. Where yield reduction was only 4 and 8 % in late and early 60% deficit irrigation respectively in compare to full irrigated trees. Water deficit had positive effect on qualitative traits of apple fruit, So that total soluble solids (TSS) and total sugar concentration (TSC) of fruit were higher in trees subjected to deficit irrigation as compared to the control. Regulated deficit irrigation led to 7-18% and 1.8-15% increase in total soluble solid and total sugar content in compare to full irrigated trees. Relative water content (RWC) was significant based of the time of applying deficit irrigation. Deficit irrigation did not have significant effect on fruit minerals such as P and K in compare to the control, but N content had significant reduction in deficit irrigation treatments in compare to the control and Ca fruit content of control trees had significant different in compare to trees were subjected to early deficit irrigation (40% of water requirement). . RDI favored reproductive growth over vegetative growth by suppressing vegetative growth. Water saving in deficit irrigation was 41, 27, 18 and 12 percent in early 40%, 60% and late 40% and 60% of water requirement respectively. Therefore, regulated deficit irrigation (RDI) applied with good intensity and at the right time not only reduces the amount of water used but also increased the yield performance and some fruit qualitative properties. RDI can be used to control vegetative growth and improve yield efficiency of apple trees.

1- Assistant Professor of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kermanshah, Kermanshah

(*-Corresponding Author Email: issaarji@gmail.com)

2- Former M.Sc. Student of Islamic Azad University Science and Research Unit, Tehran

3- Professor of Agricultural Faculty Razi University of Kermanshah, Kermanshah

Conclusions: Regulated deficit irrigation is more effective for water saving with a higher WUE and not reduction of fruit quality rather than to contain excessive vegetative growth in apple trees. Therefore, RDI can be suggested for commercial use and can be adapted successfully for the regions in similar soil and climate conditions. In general water deficit irrigation can cause increases quality of fruit in the Golden Delicious apple trees. Therefore, it is recommended to apply 60% of the water requirement for this cultivar.

Keywords: Drought Stress, Mineral Nutrition, Yield, Total Soluble Solids



Studies on Callus Induction and Regeneration of Medicinal Plant Chicory (*Cichorium intybus* L.) from Leaf and Petiole Explants

H. Hadizadeh¹- M. Mohebodini^{*2}- B. Esmailpoor³- E. Chamani⁴

Received: 24 -02-2014

Accepted: 09-08-2015

Introduction: Chicory (*Cichorium intybus* L.) belongs to Asteraceae family and is commonly known as witloof chicory. The leaves and roots of this medicinal plant are edible and commonly used as salad. Some varieties are also cultivated as coffee substitute after roasting the roots. All parts of the plant contain these volatile oils, with the majority of the toxic components concentrated in the plant's root. In folk medicine, the plant is used for treatment of diarrhea, spleen enlargement, fever, and vomiting. Antihepatotoxic activity on damaged rat liver sections and anti-bacterial activity of this crop have been recently reported. *In vitro* regeneration from leaf explants with various hormonal combinations has been reported previously. Moreover, *in vitro* regeneration of Chicory from cotyledon explants using different combinations of plant growth regulators has been studied. A protocol for the regeneration of plantlets from leaf and petiole explants of witloof chicory has also been developed. The aim of the present investigation was optimization of callus induction and shoot regeneration from leaf and petiole tissues of Chicory (Esfahan genotype).

Materials and Methods: In this investigation, Esfahan genotype was used for callus induction and direct shoot regeneration. Seeds were first washed with running tap water for 30 min then seeds were surface sterilized by dipping in 70% ethanol for 90 s and rinsed with sterile distilled water, followed by immersing in 5% sodium hypochlorite solution for 25 min and thereafter rinsed for 30 min with sterile distilled water. The basal medium used in this investigation was MS. For shoot regeneration, leaf and petiole explants (5 mm segments) were excised from 4-week-old sterile seedlings and cultured on MS medium containing different combinations of NAA / BA and KIN / BA in two separate experiments. Experiments were performed factorial based on completely randomized design. 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, shoot regeneration and the number of regenerated shoots were calculated for the leaf and petiole explants. Data was subjected for analysis of variance and means were compared at 5% level with Duncan's multiple range tests.

Results and Discussion: Explants cultured on medium containing either no plant growth regulators (control) or cytokines alone produced no callus. However, after 2 weeks, other concentrations of NAA and BA indicated callus formation from leaf and petiole explants in all hormone combinations. In leaf explants, the highest callus induction were obtained in the medium containing 0.3 mg l⁻¹ NAA with 1 mg l⁻¹ KIN and 0.3 mg l⁻¹ NAA with 1.5 mg l⁻¹ KIN (81.25%). Leaf and petiole explants cultured on medium containing no plant growth regulators (control treatment) and medium containing NAA produced no shoots. The combination of 0.3 mg l⁻¹ NAA and 0.1 mg l⁻¹ BA was the best treatment tested. This treatment produced 2.7 shoots per explant at 71% shoot regeneration frequency in leaf explant and 2.73 shoots per explant at 73% shoot regeneration frequency in petiole explants. The results also showed that the highest percentage of regeneration and the highest number of regenerated shoots were obtained in the medium containing 0.1 mg l⁻¹ NAA and 1 mg l⁻¹ KIN in leaf explants (65.6% regeneration and 1.37 shoots per explant, respectively). The highest number of regenerated shoots was obtained in the medium containing 0.3 mg l⁻¹ NAA and 0.5 mg l⁻¹ KIN in petiole explants (40.6% regeneration and 0.5 shoot per explants, respectively). 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 leaf and petiole explants were compared, it was clear that leaf explants were much more productive for regeneration than petiole explants.

Conclusion: Callus induction and shoot regeneration are *in vitro* tissue culture methods. Plant growth regulators and types of explant are the most important factors for callus induction and shoot regeneration phases. Therefore, optimization of these factors is essential to establish a high frequency of callus induction, shoot

1, 2, 3 and 4- M.Sc. Student, Assistant Professor and Associate Professors of Horticultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Respectively

(*- Corresponding Author Email: Mohebodini@uma.ac.ir)

regeneration and gene transfer to this plant.

Keywords: BA, KIN, Medium, NAA, Shoot



Effects of Salicylic acid and Humic acid on Vegetative Indices of Periwinkle (*Catharanthus roseus* L.)

E. Chamani^{1*} - M. Bonyadi² – A. Ghanbari³

Received: 17-03-2014

Accepted: 09-09-2015

Introduction: Vinca flower (*Catharanthus roseus* L.) is one of the most important medicinal plants of Apocynaceae (31, 27). Tropical plant native to a height of 30 to 35 centimeters (9) and a perennial shrub which is grown in cold areas for one year (27). One of the plants in the world today as a medicinal plant used the periwinkle plant. Among the 130 indole – terpenoids alkaloids which have been identified in the plant periwinkle vinca alkaloids vincristine and vinblastin are the most important component is used to treat a variety of cancers. Including therapies that are used for a variety of cancer, chemotherapy to help Vinca alkaloids collection (including vincristine and...). Vinblastin as effective member of this category, due to the low percentage of venom and effects at very low doses, is widely used today. These materials are generally formed as inhibitors of mitotic spindle in dividing cells have been identified. Vinblastin with these structural changes in connection kinetokor - microtubules and centrosomes in a dividing cell, the mitotic spindle stop (45). Salicylic acid belongs to a group of phenolic compounds found in plants, and today is widely regarded as a hormone-like substance. These classes of compounds act as growth regulators. Humic substances are natural organic compounds that contain 50 to 90% of organic matter, peat, charcoal, rotten food and non-living organic materials are aquatic and terrestrial ecosystems (2).

Materials and methods: In this experiment, vinca F2 seeds in the mixed 4: 1 perlite and peat moss to the planting trays were sown. The seedlings at the 6-leaf stage were transferred to the main pot (pot height 30 and 25 cm diameter) The pots bed soil mix consisting of 2 parts soil to one part sand and one part peat moss (v / v) were used and after the establishment of seedlings in pots every two weeks with. Salicylic acid and humic acid concentrations 0 (control), 10, 100, 500 and 1000 mg were treated as a foliar spray. Salicylic acid and humic acid used in the Merck has the solutions according to plant size in proper volume has been prepared and will be sprayed on aerial spraying. According to the bootblack periwinkle flowers and leaves to prevent leaf burn and create the solution at one point, for every cc100 solution, two drops of Tween 20 was added to the solution, then spray on the leaves and leaf fire does not spread. The experiment was conducted in a completely randomized design with 10 replicates at the end of the results by the SAS software analysis and comparison of means by Duncan's multiple range test was performed.

Results Discussion: According to the results of the data analysis of different treatments significant impact on the level of 1% of the height, number of leaves, chlorophyll, stomatal conductance, pods and stems of the side. Also, the tally was significant at 5%. According to the results of the data analysis of different treatments on stem diameter had no significant effect. Results of comparing the average of the data showed that treatment with 10 and 500 mg/l of salicylic acid per liter respectively in the first and second measurement and control showed lowest height. Treatment of 100 mg/l of humic acid maximum height was measured in two stages. The results of the comparison showed that an average of 500 mg/l of salicylic acid in a two-step measurement and control had the lowest number of leaves. Treatment with 10 mg/l in the first stage of the operation (L1) and treated with 100 mg/l of humic acid in the second vector data (L2) had the highest number of leaves. Treatment with 10 mg/l of salicylic acid and 100 mg/l of humic acid had the highest chlorophyll. The treatment of 10 mg/l of salicylic acid and 100 mg/l of humic acid had the highest stomatal conductance. The results of the comparison average showed that the 500 mg/l of salicylic acid and humic acid had the greatest impact on the number of flowers. As well as 500 mg/l salicylic acid and humic acid had the greatest impact on the number of pods. The results showed that treatment with 1000 mg/l salicylic acid and humic acid had the greatest effect on stem diameter.

Conclusion: The results of this study indicated that low concentrations of salicylic acid increased plant height, the number of leaves, chlorophyll content and stomatal conductance, which can increase plant resistance against unfavorable environmental conditions. As a result, the plants treated with salicylic acid can be increased two driven in adverse environmental conditions. The treatment of humic acid by increasing the rate of

1, 2 and 3- Associate Professor, Former Student and Assistant Professor Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Respectively
(*- Corresponding Author Email: echamani@uma.ac.ir)

photosynthesis and increases the amount of material available for plant growth. This increase can accelerate the growth of the main branch and side periwinkle plant medicinal plants and enhances the appearance of the plant.

Keywords: Alkaloid, Chlorophyll, Stomata conductivity



The Effect of Phosphorus and Zinc Fertilizers on Nutrient Content and Essential Oil Yield of German Chamomile under Drought Stress (*Matricaria recutita* L.)

M. Ghaedi Jeshni^{*1} - M. Mousavinik² - J. Aminifar³

Received: 31-05-2014

Accepted: 15-08-2015

Introduction: The German chamomile (*Matricaria recutita* L.) is mainly cultivated for essential oil. Nowadays, it is considered as a highly favored and much-used medicinal plant in regular and traditional medicine. Water deficit is one of the most important limiting factors on crops production in arid and semi-arid regions (Sharafi et al. 2002). Drought stress limits the growth of plants by reducing water content of tissues and causes some metabolic and physiological changes. On the other hand, the availability of nutrients in the soil is affected by drought stress. Thus, nutritional management of plants under drought stress conditions is one of the most important factors in crop production. A better understanding of the role of nutrients in plant resistance to drought is associated with improvement of fertilizer management in arid and semi-arid areas. Our objectives were to investigate the effects of phosphorus and zinc fertilizers on nutrient content and essential oil yield of German chamomile under drought stress.

Material and methods: The experiment was conducted in split plot factorial based on randomized complete block design with three replications at Research farm of University of Zabol in 2013. Drought stress consisted of three levels 75% (control), 50% (mild stress) and 25% of field capacity (severe stress) as main plots, and factorial combinations of three triple superphosphate fertilizer ($\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$) levels (0, 150, and 300 kg ha⁻¹) and two zinc sulphate fertilizer ($\text{ZnSO}_4\text{H}_2\text{O}$) levels (0 and 30 kg ha⁻¹) as sub plots (the fertilizers were applied before planting time). The seeds were sown at 20 cm apart in rows 40 cm wide, on first half of March 2013. Drought stress levels were determined by the Time Domain Reflectometry (TDR). The success of chamomile cultivation as a commercial venture lies in how efficiently and effectively one can collect the flowers at the right stage during the peak flowering season extending over a period of 3–6 weeks. So, flowers were selectively collected on 27 April, 30 April, 4 May, 8 May, and 12 May 2013. German chamomile essential oil was extracted from the dried flowers and using Clevenger system. In the study, the content of potassium, sodium, zinc, phosphorus, chlorophyll a, chlorophyll b and essential oil yield were measured. Statistical analysis was carried out using SAS software (version 9.1). Significant difference was set at $P \leq 0.05$ and determined using the Duncan's multiple-range test.

Results and discussion: The results showed that exposing chamomile plants to soil moisture stress during its life cycle might lead to a significant effect on essential oil yield and the nutrient content except zinc and phosphorus. The phosphorus fertilizer also affected the content of potassium, sodium, zinc, phosphorus, chlorophyll and essential oil yield while the zinc fertilizer just affected zinc and phosphorus content, chlorophyll b and essential oil yield significantly. We also observed that high application of phosphorus fertilizer (300 kg ha⁻¹) had a negative effect on yield of chamomile. This plant growth disorder may occurred because of interaction between P and Zn that is usually termed 'P-induced-Zn deficiency'. This disorder in plant growth is associated with high levels of available P or with application of P to soil. Thus, it is important that the application of nutrients to be in balance. Having a good nutrient balance is therefore an important factor to improve plant growth by indicating the actual amount and the combination of nutrients that the production needs. This is also a good way to save money. In summary, the results of this study indicated that drought stress caused significant effects on physiological traits, essential oil yield and nutrient content. The results showed that optimum amount of Zn and P can improve the studied traits of chamomile. According to the results of this experiment, it seems that the application of Zn under drought stress condition can decrease damage of drought stress that this is maybe because of the critical role of that in plant nutrition and production.

Conclusion In general, the results suggested that irrigation based on 50% of field capacity with application of 150 kg phosphorus fertilizer ha⁻¹ and 30 kg zinc fertilizer ha⁻¹ can improve essential oil yield and medicine components of German chamomile essential oil.

Keywords: Chamomile, Fertilizer, Physiological traits, Water deficiency, Yield

1 - M.Sc. Student of Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol

(*Corresponding Author Email: meysamsalar68@gmail.com)

2 and 3- Associate Professor and Ph.D. Student, Agronomy Department, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol



Evaluation and Selection for Drought Tolerance in Iranian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Landraces at Germination and Seedling Growth Stages

D. Sadeghzadeh Ahari^{1*} - M. R. Hassandokht² - A. Kashi³ - A. Amri⁴

Received: 05-06-2014

Accepted: 20-06-2015

Introduction: Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) has been cultivated in vegetable farms at the most parts of Iran. It is an annual crop belonging to the Leguminosae family. It is originated from west Asia and Iran and cultivated, at present, mostly in European, Asian and African countries. With distinguished of feeding and medicinal values, low needs from soil and its width adaptability to cultivation in different regions, the range of fenugreek cultivation areas have been extended from America to India. In most parts of Iran there is limiting possibilities for cultivation of horticultural and agricultural crops due to limiting water harvesting and unsuitable rainfall distributions. There is no doubt that introduction of new crops for such conditions could increase variation of crops production and stability of farming systems. Plants landraces have been created in thousands of cultivation years under different climatologically and local cropping systems. They are evolved by natural and artificial selection under environmental conditions where they were grown and there have accumulative adaptive genes for tolerance to biotic and abiotic stresses and are the most precious materials in breeding programs. Germination phase is the most important period that guaranties the growth and establishments of crops. One of the basic activators of germination starters is water and limiting of it (drought) is the most important retardant of seed growth during germination period under field condition. Fast germination and emergence of seedling from soil and high preliminary growth rate have been known as drought escape mechanisms for most crops such as chickpea, lentil and bean. In breeding programs of crops, using *in vitro* method is one of the most used methods in germplasm selection for drought tolerance. This study carried out under laboratory condition in order to evaluate some Iranian fenugreek landraces reactions to drought stress.

Materials and Methods: In order to evaluate the Iranian fenugreek landraces reactions to drought stress induced by Poly Ethylene Glycol 6000, twenty fenugreek landraces originated from different parts of Iran were used in this study. The experiment was conducted at Maragheh experimental station of the Dry land Agricultural Research Institute (DARI) under laboratory condition, with a factorial experiment based on randomized complete blocks design and three replications. The stress levels were zero (di-ionized water), -2, -4, -6 and -8 bar. Fifteen normal and health seeds from each landraces were cultivated in petridishes and stayed under fixed temperature (25 ± 1 degree of centigrade), 12 hour day/night for fourteen days. Seedling characteristics (seed germination percentage, root and stem lengths, ratio of stem length to root length, root and stem fresh weights, ratio of stem fresh weight to root fresh weight, root and stem dry weights) were noted. Data were analyzed by MSTAT-C software and comparisons of noted traits means done by Duncan's Multiple Range Test at 5% probability level. In order to distinguish tolerant and susceptible genotypes, landraces ranked by using of Sarmadnia *et al.*, (1988) and Kafi *et al.* (2005) methods, and with using of the main traits such as seed germination percentage, root and stem lengths, root and stem fresh weights, root and stem dry weights.

Results Discussion: Results showed that, drought stress levels had significantly affected on all study traits (seed germination percentage, root and stem lengths, ratio of stem length to root length, root and stem fresh weights, ratio of stem fresh weight to root fresh weight, root and stem dry weights). The differences among landraces were highly significant in all traits except in primary root dry weight. The most visible differences among the genotypes in germination percentage monitored at less than -4 bar. Based on ranking of genotypes with seven main studied traits (seed germination percentage, root and stem lengths, root and stem fresh weights, root and stem dry weights), Kashan and Neyshaboor were the most tolerant and Rey and Khash were the most susceptible landraces among the studied genotypes at germination and seedling growth stages.

Conclusion: It could be concluded that, there are differences among the Iranian fenugreek landraces in case of reaction to drought stress at germination and seedling growth stages that shows suitable diversity among them. Moreover, using from less than -4 bar drought stress levels recommended for screening and selection of drought tolerance fenugreek

1- Associate Professor of Faculty Member of Dryland Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh

(*Corresponding Author Email: dsadeghzade@yahoo.com)

2 and 3- Associate Professor and Professor, Horticulture Department, Agriculture College (Karaj), University of Tehran, Iran

4- Senior Scientist of International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA), Rabat, Morocco

genotypes. Also, it is recommended attention to Iranian fenugreek landraces and using the hidden potentials of them same as drought tolerance and resistance. It is suggested protection of them as a precious genetically resources in gene bank.

Keywords: Drought tolerance, Poly Ethylene Glycol, Ranking, Seedling traits



Effects of Lavender Essential Oil and Methyl Salicylate on Gray Mold Control and Postharvest Quality of Strawberry

M. Sayyari^{1*} - R. Gharibi²

Received: 16-12-2014

Accepted: 06-10-2015

Introduction: Strawberry (*fragaria*×*ananassa*Duch.) fruit characterized by short storage life, often estimated last less than one week even under optimum conditions at 8°C. The loss of fruit quality is often caused by gray mold(*Botrytis cinerea*)that is the most frequent reported postharvest diseasein strawberry during storage (6). In recent years, considerable attention has beengiven to elimination of synthetic chemical and fungicides application and development of various alternative strategies for controlling fruit and vegetables diseases (2). One strategy isreplacement of natural products with plant origin such as essential oil and methyl salicylate (MeSA). Essential oils are volatile, natural and complex compounds characterized by a strong odor formed by aromatic plants in form ofsecondary metabolites. In nature, essential similar oils that extract from lavender (*Lavandulaangustifolia*) play an important role in protection of the plants against pathogen incidence that can be replacedbysynthetic fungicides (1, 4 and 14). MeSA is also a volatile natural compound that synthesized from salicylic acid and has an important role in the plant defense-mechanism, as well as plant growth and development (5, 19 and 20).Therefore, the main objective of this research was to study the effects of MeSAand lavender essential oil (LEO) on decay control caused by *Botrytis cinerea*as well as post-harvest quality indices of strawberry fruits during cold storage.

Material and Methods: First, antifungal activity was studied by using a contact assay (in vitro), which produces hyphal growth inhibition. Briefly, potato dextrose agar (PDA) plates were prepared using 8 cm diameter glass petri dishes and inhibitory percentage was determined. For in-vivo assessment of LEO and MeSA effects on *Botrytis*-caused fungal disease control, the experiment was conducted as factorial in completely randomized design (CRD) with 3 replicates. The treatments were 3 concentration of LEO including 0, 500 and 1000 µl L⁻¹ and 3 levels of MeSA including 0.0, 0.1 and 0.2 mM. After treatment, the fruits were inoculated by *Botrytis* suspension and transferred to storage and qualityparameters were evaluated after 7, 14 and 21 days. At each sampling time, disease incidence, weight loss, titratable acidity, pH, soluble solids content, vitamin C and antioxidant activity were measured.

Result and Discussion: The results showed that both LEO and MeSA treatments had significant effects on inhibition of mycelium growth withinin-vitro condition ($p < 0.05$). Inhibition rate of mycelium growth significantly improved byhigher LEO and MeSA concentrations(Table 1). Underin-vivo assessment, diseases incidence of treated fruits with 500 µl L⁻¹ LEO and 0.1 mMMeSA were 32% and 64% lower than untreated fruits, respectively (Fig. 1 and 2). During storage period, the percentage of infected fruits increased. In addition, LEO and MeSA treatments affected quality parameters of strawberry fruits including titratable acidity, soluble solids content, vitamin C and antioxidant activity. Treated fruits had a high content of soluble solids, vitamin C and antioxidant activity in comparison tountreated fruits (Table 3 and 4). Probably ascorbic acid decreased throughfungal infection due to cell wall break down instorage. Any factor such as essential oil and salicylate that inhibit fungal growth can help preserving vitamin C in stored products. High level of vitamin C and antioxidant activity were observed in treated fruits with 0.1 mMMeSA and 500 µl L⁻¹LEO. In controlling weight loss of fruits, 0.2 mM of MeSA and 500 µl L⁻¹ of LEO had significant effects, although MeSA was more effective than LEO treatments, possibly due to elimination of respiration rates and fungi infection (Table 4). Therefore, LEO and MeSA with fungicide effects could be replacedbysynthetic fungicides in controlling fungal diseases of strawberry and maintain fruits quality during storage.

Conclusion: In conclusion, our results showed that LEO and MeSA treatments could be safe and used to prevent infection of strawberry during storage, although LEO was more effective than MeSA treatments. Concentration of 500 µlL⁻¹ of LEO and 0.1 mMMeSA could control fungal infection of fruits during storage. LEO and MeSA treatments can also extend shelf life for over the minimum period required to transit strawberries to foreign markets and without adversely affecting quality. However, future studies are necessary to fully understand the mechanisms by which LEO and MeSA treatments may actas a fungicide and increase their

1- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences College of Agriculture, University of Bu-Ali Sina
(*- Corresponding Author Email: m.sayyari@basu.ac.ir)

2- Former M.Sc. Student of Horticultural Sciences Department, College of Agriculture, University of Ilam

postharvest life.

Keywords: Antioxidant Activity, Fungi Diseases, Qualitative Parameters, Vitamine C

Effects of Lavender Essential Oil and Methyl Salicylate on Gray Mold Control and Postharvest Quality of Strawberry	111
M. Sayyari - R. Gharibi	

Contents

Effects of Single and Combined Application of Organic, Biological and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Yield of Coriander (<i>Coriandrum sativum</i>)	80
M. Aghhavan Shajari - P. Rezvani Moghaddam- R. Ghorbani- M. Nasiri Mahallati	
Effects of Deficient Irrigation on Some of the Morpho-physiological Characteristics of Four Fig Cultivars	82
Gh. Davarynejad - S. Shirbani- M. Zarei	
Effect of Potassium Sulphate and Humic acid on Growth, Yield and Essential Oil Content in <i>Hypericum perforatum</i> L.	83
H. Kaboli Farshchi- M. Azizi - H. Nemati- V. Roshan-Sarvestani	
The Effect of Potassium on the Controlling of Salt in Evening Primrose (<i>Oenothera macrocarpa</i>)	85
M. Goldani - E. Keshmiri	
The Efficiency of Mycorrhizal Fungi on Growth Characteristics and some Nutrients Uptake of Plane tree Seedling (<i>Platanus orientalis</i> L.)	87
H. Alipour - A. Nikbakht- N. Etemadi- F. Nourbakhsh - F. Rejali	
Effect of Postharvest Application of Thyme Essential oil on Quality and Shelf-life of Pomegranate (<i>Punica granatum</i> cv. Tarom red skin) Fruit	89
M. Ghfouri - A. Soleimani- V. Rabie - R. Hemmati	
Effects of GA₃, BA, Thiamine and Ascorbic Acid on Some Morphological and Biochemical Characteristics of Periwinkle (<i>Catharanthus roseus</i> L.)	91
F. Baniasadi - V.R. Saffari	
The Effect of Enrichment with Bio-fertilizers and three Nutrients of Iron, Zinc and Manganese on Germination Characteristics of Ajowan (<i>Carum copticum</i> L.)	93
M. Motamednezhad - S. V. Eslami- M. H. Sayyari-Zahan- S- Mahmoodi	
Physiological Responses of Some Iranian Grape Cultivars to Iron Chelate Application in Calcareous Soil	95
H. Doulati Baneh - E. Montazeri	
Plant Residual Management in different Crop Rotations System on Potato Tuber Yield Loss Affected by Wireworms	97
A. Zarea Feizabadi	
Beneficial Effects of Selenium on Some Morphological and Physiological Trait of Hot Pepper (<i>Capsicum anuum</i>)	98
L. Shekari - M. Mojtaba Kamelmanesh- M. Mozafarian- F. Sadeghi	
Assessment of Direct Regeneration in Germany (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) and Shirazi Chamomiles (<i>Matricaria recutita</i> L.)	100
A. Masoumiasl - A. Aryiaeineghad- M. Dehdeari	
Effect of Deficit Irrigation Treatments on Vegetative Characteristics and Quantity and Quality of Golden Delicious Apple	102
I. Arji - B. Hassani –H. Ghamarnia	
Studies on Callus Induction and Regeneration of Medicinal Plant Chicory (<i>Cichorium intybus</i> L.) from Leaf and Petiole Explants	104
H. Hadizadeh - M. Mohebodini-B. Esmaeilpoor-E. Chamani	
Effects of Salicylic acid and Humic acid on Vegetative Indices of Periwinkle (<i>Catharanthus roseus</i>L.)	106
E. Chamani - M. Bonyadi – A. Ghanbari	
The Effect of Phosphorus and Zinc Fertilizers on Nutrient Content and Essential Oil Yield of German Chamomile under Drought Stress (<i>Matricaria recutita</i> L.)	108
M. Ghaedi Jeshni - M. Mousavinik - J. Aminifar	
Evaluation and Selection for Drought Tolerance in Iranian Fenugreek (<i>Trigonella foenum-graecum</i>) Landraces at Germination and Seedling Growth Stages	109
D. Sadeghzadeh Ahari - M. R. Hassandokht - A. Kashi - A. Amri	

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 29

No. 4 Winter 2016

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Editor in charge: Valizadeh,R.(Ruminant Nutrition) Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

General Chief Editor: Davarynejad, GH. (Horticultural Sciences) Asso. Prof. Ferdowsi University of Mashhad.

Editorial Board:

TehraniFar,A.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Khosh khui Zehtab, M.	Horticultural Sciences	Prof. Shiraz University.
Davarynejad, GH.	Horticultural Sciences	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Talaie, A.	Pomologist	Prof. Tehran University.
Azizi, M.	Medicinal Plants	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Ebadi,A.	Horticultural Sciences	Prof .Tehran University.
Farsi, M.	Plant Breeding and Genetics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Kafi, M.	Floriculture and landscaping	Prof .Tehran University.
Lahouti, M.	Biology	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Mobli,M.	Horticultural Sciences	Prof. Isfahan University of Technology.

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>