نشریه علمی
علـوم باغبـانی
(علوم و صنایع کشاورزی)

دانشگاه فردوسی مشهد
Ferdowsi University of Mashhad

جلد ۳۳ شماره ۲
سال ۱۳۹۸

Vol. 33 No. 2
2019

Journal of Horticultural Science
(Agricultural Science and Technology)

شاپا: ۲۰۰۸-۴۷۳۰
شماره پیاپی ۴۲
ISSN:2008-4730

عنوان مقالات

نشریه علمی علوم باغبانی جلد ۳۳ شماره ۲ سال ۱۳۹۸ 2019 Vol. 33 No. 2 Journal of Horticultural Science

Contents

نشریه علوم باغبانی

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه 21/2015 / 68/4/11 و درجه علمی – پژوهشی شماره 26524 / 73/10/19 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جلد 33 شماره3 تابستان 1398

بر اساس مصوبه وزارت عتف از سال 1398، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی" به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

ناشر: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد **چاپ:** چاپخانه دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد- کد پستی 91775 صندوق پستی 1163دانشکده کشاورزی - دبیرخانه نشریات علمی- نشریه علوم باغبانی نمابر: 8787430

این نشریه درپایگاههای زیر نمایه شده است:

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

پست الکترونیکی: Jhorts4@um.ac.ir

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

این نشریه به صورت فصلنامه (4 شماره در سال) چاپ و منتشر می شود.

بسم الله الرحمن الرحیم

مندرجات

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 169-180
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۸۰-۱۶۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و برخی صفات بذور توده‌های گیاه دارویی شنبلیله (*Ttigonella foenum- graecum* L.)

حسن فرهادی[۱] - مجید عزیزی[۲*] - سید حسین نعمتی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۴

چکیده:

تنش‌های محیطی به ویژه خشکی، از مهمترین عوامل کاهش رشد در مراحل رشد و نمو گیاه مخصوصاً مرحله جوانه‌زنی گیاه می‌باشد. بدین منظور در این آزمایش عکس العمل هشت توده بومی شنبلیله از اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج به تنش خشکی در طی مراحل جوانه‌زنی در سطوح خشکی صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار که با استفاده محلول پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) اعمال شده بود، در آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط کنترل شده در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۳ بررسی شد. صفات مورد بررسی شامل: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه بودند. بین کلیه توده‌ها و سطوح مختلف تنش برای کلیه صفات تفاوت معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) مشاهده گردید و اثر متقابل برای تمامی صفات به جز طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه معنی‌دار بود. توده‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی به خشکی نشان دادند به طوری‌که متحمل‌ترین آن‌ها توده‌های اصفهان، مشهد و چالوس بودند که در اکثر صفات اندازه گیری شده برتر بودند و توده‌های آمل و ساری در رده‌های بعد و توده‌های تبریز، همدان و یاسوج نسبت به شش توده دیگر حساسیت بیشتری به تنش خشکی نشان دادند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد بتوان از این سه توده برای اصلاح توده‌هایی با پتانسیل عملکرد زیاد در مناطق خشک استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: توده بذر، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، کمبود آب

مقدمه

خشکی یک رویداد هواشناختی است که به دلیل عدم وقوع بارندگی در یک دوره زمانی اتفاق می‌افتد. با وقوع تنش خشکی، آب قابل دسترس خاک کاهش یافته ولی تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق به طور مداوم افزایش می‌یابد (۱۵). تنش خشکی از عمده ترین عوامل غیر زیستی محدود کننده رشد و عملکرد محصولات زراعی در اکثر مناطق دنیا می‌باشد و در ایران نیز به جز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور، بقیه مناطق تماماً جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند (۲۸). گزارش شده است که گیاهان حداقل در قسمتی از دوره رشدی خود در اثر اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب آب و یا هر دو مورد، از تنش خشکی متأثر می‌شوند (۱).

اولین مرحله‌ای که گیاه ممکن است با خشکی مواجه شود، جوانه زنی است. از آنجایی‌که جوانه‌زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه زنی و یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (۲۷). تعاریف مختلفی برای جوانه‌زنی تعریف شده است، متخصصین فیزیولوژی جوانه‌زنی را به صورت خروج ریشه‌چه از پوسته بذر تعریف کرده‌اند (۲۵). جوانه‌زنی از مراحل مهم و حساس چرخه زندگی گیاهان و یک فرآیند کلیدی در سبزشدن گیاهچه به شمار می‌رود (۵). تنش آب از مهمترین عوامل ناتوانی بذور برای جوانه‌زنی است زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی را به تدریج کاهش می‌دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (۲۴). توانایی جذب آب توسط بذر نیز بستگی به پتانسیل آب در خاک دارد. چنان چه پتانسیل آب خاک منفی‌تر باشد بذر به سختی آب جذب می‌کند و این مسئله می تواند به جوانه‌زنی و سبز شدن گیاه آسیب جدی وارد کند. فرآیند جوانه زنی توسط عوامل محیطی و هورمونی کنترل می‌شود و در بین عوامل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.47670

محیطی نور، اکسیژن، درجه حرارت و دسترسی بـه آب نقـش مهمـی دارند (۱۱). ذخیره آب خاک یکی از مهمترین عوامل محیطی می‌باشد که جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه را کنترل می‌کند (۱۰). توانـایی جوانـه زنی بذرها تحت شرایط تنش رطوبتی شـانس اسـتقرار بیشـتر گیـاه و تراکم بالاتر را در پی دارد که در نتیجه منجر به افزایش عملکـرد مـی شود (۲).

به دلیل ناهمگون بودن خـاک در مزرعـه و عـدم امکـان کنتـرل عوامـل محیطـی در شـرایط مزرعـه از جملـه تـنش خشـکی، انجـام تحقیقات آزمایشگاهی در زمینه تنش در شرایط آزمایشگاه مورد توجـه قرار گرفته است. از جمله این روش‌ها می‌توان به بررسی واکنش توده ها به محلول‌های حاصل از مواد اسموتیکوم نظیر پلی اتیلن گلایکول اشاره داشت (۳). پلی اتیلن گلایکول یکی از مواد با جرم مولکولی بالا است که به دلیل ایجاد محلولی بـا شـرایط مشـابه طبیعـی بیشـترین کاربرد را در تحقیقات تحمل به تنش خشکی پیدا کـرده اسـت. پلـی اتیلن گلایکول ماده‌ای غیر سمی است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی کند لذا برعکس موادی همچون کلرید سدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شوند (۹).

شنبلیله[1] (*Trigonalla foenum-graecum* L.)، یک گیاه علفـی یکساله، متعلق به تیره نیامداران (*Fabaceae*)، دارای خواص دارویـی متعدد نظیر اثر تقویتی، ملین، اشتها آور، خلط آور، ضـد تـب، افـزایش میزان شـیر در دوران شـیردهی و کـاهش دهنـده قنـد خـون اسـت. همچنین، شنبلیله دارای اسید نیکوتینیک یا نیاسین می‌باشد کـه ایـن ویتامین باعث جلوگیری از بیماری پلاگر می‌گردد. شـنبلیله دارای اثـر گشاد کنندگی بر عروق خونی بوده و از بـروز سـکته قلبـی جلـوگیری می‌کند (۲۲).در مورد برخـی زمینـه‌هـای زراعـی شـنبلیله، تحقیقـاتی صورت گرفته است، اما تا کنون تحقیقی در خصوص اثـر خشـکی بـر جوانه‌زنی بذر شنبلیله و شاخصهای رشد اولیـه گـزارش نشـده اسـت. بنابراین با توجه به پتانسیل دارویی این توده‌ها، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تحمل به تنش خشکی هشـت تـوده‌بـومی شـنبلیه در مرحلـه جوانه‌زنی انجام شد. اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچـه در گیاهان مختلف توسط محققین گـزارش شـده اسـت (۱۶). هاکـل (۱۳) گزارش کرد که سرعت و درصد جوانه‌زنی ارقام لوبیا بـا افـزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد کـه درصـد کـاهش سـرعت جوانـه‌زنـی نسبت به درصد جوانه‌زنی بیشتر بود. مطالعه حاضر با هدف بررسـی و مطالعه صفات مربوط به جوانه زنی تـوده‌هـای بـومی شـنبلیله تحـت شرایط تنش خشکی و شناسایی توده‌های متحمل بود. مطالعه حاضـر با هدف بررسی و مطالعه صفات مربوط به جوانه‌زنی توده‌هـای بـومی شنبلیله تحت شرایط تنش خشکی و شناسایی توده‌های متحمل بود.

1- *Trigonalla foenum-graecum* L.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر خصوصـیات جوانـه‌زنـی و رشد گیاهچه تـوده‌هـای بـومی شـنبلیله آزمایشـی در سـال ۱۳۹۳در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبـانی دانشـگاه فردوسـی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردیـد. تیمارهای آزمایشی شامل هشت توده بومی شنبلیله از اصفهان، تبریـز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسـوج بـا چهـار سـطح تـنش خشکی (شامل پتانسیل‌هـای آبـی صـفر، ۳-، ۶- و ۹- بـار) در سـه تکرار بودند. در این آزمایش برای شبیه‌سـازی تـنش خشـکی از پلـی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) استفاده شد و مقدار لازم از ایـن ماده جهت ایجاد هر یک از سطوح تنش با استفاده از فرمول میشـل و کافمن (۱۹) برآورد شد. برای ایجاد سطح تنش صفر (تیمار شـاهد) از آب مقطر استفاده شد. بذر توده‌های شنبلیله از سازمان جهاد کشاورزی شهرهای اصفهان، تبریـز، همـدان، سـاری، چـالوس، آمـل، مشـهد و یاسوج خریداری شده و قبل از شروع آزمایش با محلـول هیپوکلریـت سدیم سه درصد (وایتکس) به مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس سـه مرتبه با آب مقطر شستشو شدند. ظروف پتری، پـنس، پیپـت و کاغـذ صافی‌ها در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت در اتوکلاو حرارت داده شده تا ضدعفونی شوند. بعد از انجام عمـل ضـدعفونی و اتیکت گذاری ظرف پتری، تعداد ۳۵ عدد بذر ضدعفونی شده در داخل پتری دیش‌هایی (به قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ سـانتی‌متـر) کـه حاوی دو عدد کاغذ واتمن شماره یک بودنـد قـرار داده شـده و بـرای اعمال سطوح تنش خشکی مقدار پنج میلی‌لیتر از محلول مورد نظر به هر پتری دیش اضافه گردید. سپس به منظور ممانعت از تغییر سـطوح تنش تعیین شده در اثر تبخیر آب از سطح پتـری دیـش، تمـام پتـری دیش‌ها در درون یک نایلون شفاف قرار گرفته و سپس داخل دستگاه جوانه‌زنی (اتاقک کشت) با دمای ۲۵/۲۲ درجه سانتیگراد (شـب/ روز) و ۱۶/۸ ساعت نور (تاریکی/ روشـنایی) و رطوبـت نسـبی ۶۰ درصـد قرارگرفتند. هر زمان که محیط کشت نیاز به محلول داشت به تکرارها به اندازه مساوی محلول اضافه شد. عمل شمارش بذور جوانه زده بـه صورت روزانه و تا ثابت شدن جوانه‌زنی (۱۲ روز) ادامـه یافـت. معیـار جوانه‌زنی در این آزمایش ظهور ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر (۲۱) در نظر گرفته شد. درصد جوانه‌زنی بذرها از طریق فرمـول زیـر محاسـبه گردید:

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

برای اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی از روش مـاگوئیر (۱۹۶۲) و از معادله ۱ استفاده گردید. در این فرمول R_s سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز اندازه‌گیری)، S_i تعداد بذر جوانه‌زده در هر شـمارش و

D_i تعداد روز در هر شمارش تا روز آخر (n) بود.

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \quad (۱)$$

در پایان روز دوازدهم، بذرها از پتری خارج و صفاتی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و سپس به منظور تعیین وزن خشک هر یک از اجزاء، نمونه‌های مربوط به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد درون آون قرار داده شدند و پس از آن نمونه‌های ریشه و ساقه با استفاده از ترازو با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. تجزیه و تحلیل آماری نتایج آزمایش با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و با آزمون LSD انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

۱- تجزیه واریانس اثر توده و تنش خشکی روی درصد جوانه‌زنی

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

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی مربوط به تأثیر سطوح مختلف خشکی در هشت توده شنبلیله

Table 1- ANOVA for the effect of different levels of drought on germination characteristics of the fenugreek landraces

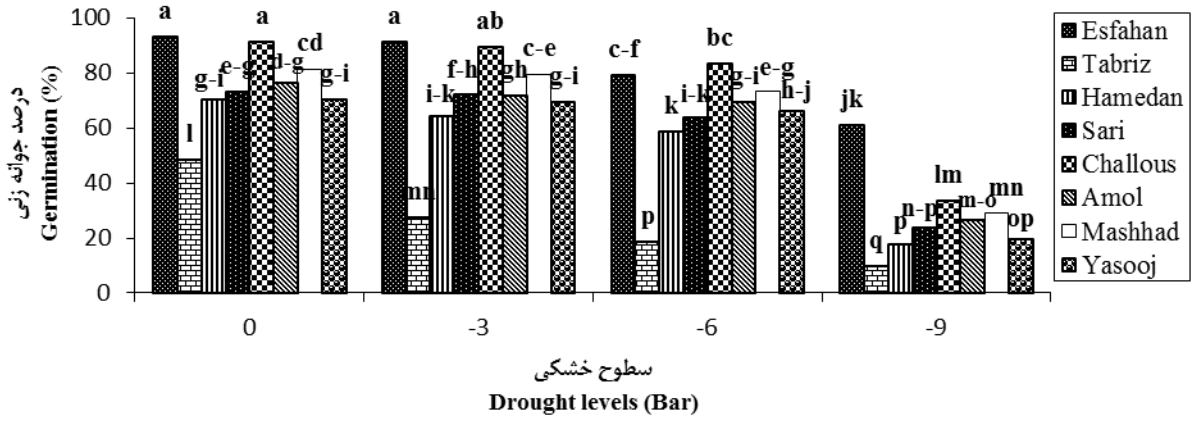
منابع تغیرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه چه plumule dry weight	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Root shoot ratio
توده Landrace	7	3272.90**	150.69**	828.53**	833.51**	3.78**	13.50**	30.16**	0.38**
تنش Stress	3	11339.79**	921.87**	9587.66**	2829.57**	5.85**	15.68**	39.07**	0.71**
تنش×توده Landrace×Stress	21	141.98**	15.45**	13.74ns	18.46ns	0.08**	0.25**	0.50**	0.10**
خطا Error	64	18.55	1.54	12.78	11.94	0.006	0.02	0.04	0.009
ضریب تغییرات C.V (%)		10.23	7.64	12.44	5.65	7.05	7.41	7.63	10.03

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

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

در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش درصد جوانه‌زنی توده‌های بومی شنبلیله اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۳۴/۴۱، ۸۰/۰۱، ۷۵، ۶۷/۴۵، ۶۳/۴۴، ۶۵/۱۶، ۶۴/۴۴، ۷۲/۱۶ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود توده اصفهان از نظر درصد جوانه‌زنی از ثبات بیشتری ناشی از تغییرات سطوح خشکی برخوردار بوده است به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی مربوط به این توده در سطح آخر خشکی نسبت به سطح شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است (شکل ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که درصد جوانه‌زنی در توده‌های مورد بررسی از ۲۵/۹۷ الی ۸۱/۱۰ درصد به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و اصفهان متغیر بوده است. در ضمن توده‌های چالوس، مشهد، آمل، ساری، یاسوج و همدان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده اصفهان نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر درصد جوانه‌زنی می‌باشد. البته در بین توده‌های ساری، چالوس و یاسوج از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). طی پژوهشی ایراکی و همکاران (۱۴) نشان دادند که علت کم شدن درصد جوانه‌زنی در شرایط کم آبی و پتانسیل اسمزی منفی، در نتیجه تأثیر اسمزی محیط و عدم تعادل یونی است. همچنین پلی اتیلن گلایکول با ایجاد تنش خشکی باعث کاهش هیدرولیز مواد اندوخته‌ای دانه و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. با کاهش پتانسیل آب درصد جوانه‌زنی روند کاهشی حاصل نموده است، به-

طوری‌که این صفت در تیمار شاهد و تیمار تنش شدید به ترتیب بین ۷۵/۴۵ و ۲۷/۵۴ درصد متغیر بوده است، همچنین چهار سطح خشکی به چهار گروه آماری تفکیک گردیدند (جدول ۳). طی پژوهشی توبه و همکاران (۲۹) بیان نمودند که دانه‌ها برای انجام فرآیند جوانه‌زنی، بایستی به اندازه کافی آب جذب نمایند، مواد موجود در محیط کشت از جمله PEG سبب کاهش جذب آب توسط دانه و متعاقب آن تأخیر و یا توقف جوانه‌زنی می‌شوند. تنش خشکی و محدویت جذب آب توسط دانه، از طریق تأثیر بر انتقال ذخایر دانه و سنتز پروتئین‌ها در جنین احتمال اصلی کاهش میزان جوانه‌زنی است (۶).



شکل ۱- اثر متقابل توده × خشکی بر درصد جوانه زنی بذر گیاه شنبلیله

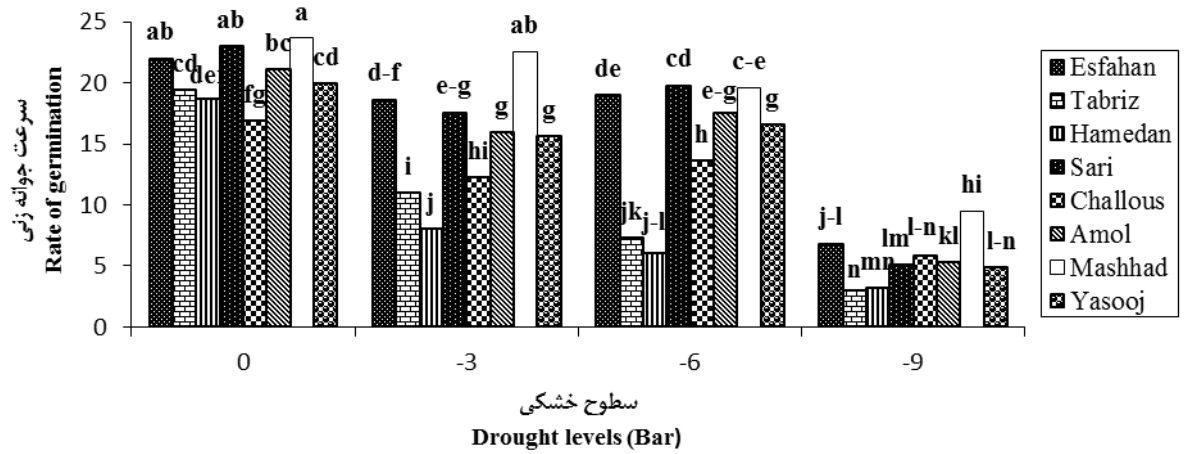
Figure 1- Interaction effect of landrace × drought on germination (%) of Fenugreek seed

۲- اثر توده و تنش خشکی روی سرعت جوانه‌زنی

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل توده و خشکی نشان داد که توده مشهد در تیمار شاهد (۰ بار) با میانگین (۲۳/۷۳ بذر در روز) در سطح ۳- بار با میانگین (۲۲/۵۶ بذر در روز) در سطح ۶- بار با میانگین (۱۹/۵۸ بذر در روز) و در سطح ۹- بار با میانگین (۹/۵۲ بذر در روز) بیشترین سرعت جوانه‌زنی را در تمامی سطوح تنش داشت. برای این صفت در تنش شدید (۹- بار) نسبت به تیمار شاهد (۰ بار) توده تبریز بیشترین (۸۴/۵۲ درصد) کاهش را نشان داد. توده‌های اصفهان، چالوس، آمل، یاسوج، ساری و همدان از نظر سرعت جوانه‌زنی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند به‌طوری‌که در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۶۹/۰۳، ۶۵/۵۲، ۷۵/۱۳، ۷۵/۴۲، ۷۷/۷۳، ۸۲/۷۱ درصد کاهش نشان دادند (شکل ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که صفت سرعت جوانه‌زنی در توده‌های مورد بررسی از ۸/۹۸ الی ۱۹/۵۹ بذر در روز به ترتیب مربوط به توده‌های همدان و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های اصفهان، ساری، آمل، یاسوج، چالوس و تبریز در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. البته بین توده‌های اصفهان و ساری و توده های آمل و یاسوج از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از نظر سرعت جوانه‌زنی مشاهده نشد (جدول ۲). مایر و پولجاکوف (۱۸) بیان نمودند که علت کاهش سرعت جوانه‌زنی و ایجاد گیاهچه‌های غیر طبیعی، عدم و جود انتقال برای شروع فرآیندهای مربوط به جوانه‌زنی است. با افزایش سطوح خشکی صفت سرعت جوانه‌زنی روند کاهشی پیدا کرده است، به طوری‌که این صفت در تیمار شاهد (۰ بار) و تیمار تنش شدید (۹- بار) به ترتیب بین ۲۰/۶۵ و ۵/۷۰ بذر در روز متغیر بود و در بین تیمارهای ۳- و ۶- بار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار تنش شدید کمترین میانگین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد و میانگین این صفت به میزان ۷۲/۳۹ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات بیشترین درصد کاهش را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۳). کاهش فرآیند جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به کندی صورت خواهد گرفت و در نتیجه زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (۱۲).

۳- اثر توده و تنش خشکی روی طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر توده و خشکی بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) شد ولی اثر متقابل توده در خشکی از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱).



شکل ۲- اثر متقابل توده × خشکی بر سرعت جوانه زنی بذر گیاه شنبلیله

Figure 2- Interaction effect of landrace × drought on germination rate of Fenugreek seed

مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که طول ریشه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۲۶/۷۸ الی ۵۰/۲۹ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های اصفهان، چالوس، آمل، ساری، یاسوج و همدان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر طول ریشه‌چه می‌باشد (جدول ۲). با افزایش سطوح خشکی صفت طول ریشه‌چه روند کاهشی حاصل نموده است، به‌طوری‌که این صفت در تیمار شاهد (۰ بار) و تیمار تنش شدید (۹- بار) به ترتیب بین ۶۴/۶۷ و ۱۷/۳۱ سانتی‌متر متغیر بوده است. میانگین این صفت در سطح ۹- بار به میزان ۷۳/۲۳ درصد نسبت به تیمار شاهد (۰ بار) کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات بیشترین درصد بود (جدول ۳). طی مطالعه‌ای پهلوان پور (۲۳) نشان داد، علت کاهش طول ریشه می‌تواند محدودیت فشار تورگر باشد. ایجاد استحکام و سختی در دیواره سلول‌های برگ‌های در حال رشد می‌توانند برای زنده ماندن و بقاء رشد گیاهان در شرایط کمبود آب سودمند باشد. نهایتا سخت شدن دیواره سلول در طولانی مدت سبب ایجاد گیاهان کوچکتر می‌شود و سبب کاهش فتوسنتز می‌شود (۲۳).

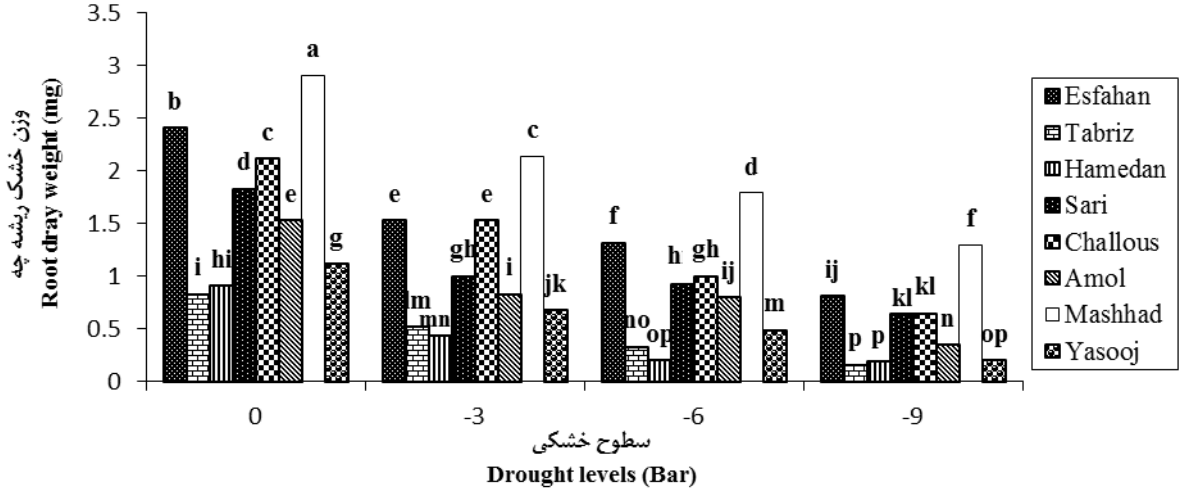
۴- اثر توده و تنش خشکی روی طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تغییرات طول ساقه‌چه همانند طول ریشه‌چه تحت تأثیر توده و خشکی معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) شد، ولی در مورد اثر متقابل توده در خشکی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که صفت طول ساقه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۲۱/۷۴ الی ۴۳/۳۱ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های چالوس، اصفهان، ساری، آمل، یاسوج و همدان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر طول ساقه‌چه می‌باشد. البته بین توده‌های تبریز و همدان و بین توده‌های اصفهان و چالوس تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت مشاهده نشد (جدول ۲). آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش، میزان تجمع ماده خشک در بافت ساقه‌چه گیاهچه‌های متحمل افزایش می‌یابد و توده‌هایی که بتوانند در شرایط تنش رطوبتی طول ساقه‌چه خود را بیشتر افزایش دهند یا افت طول ساقه‌چه در آنها با افزایش تنش خشکی کم باشد، گیاهچه‌های مقاوم در برابر تنش خشکی به شمار می‌آیند (۸). با افزایش سطوح خشکی صفت طول ساقه‌چه روند کاهشی پیدا کرده است، به طوری‌که این صفت در تیمار شاهد (۰ بار) و تیمار تنش شدید (۹- بار) به ترتیب بین ۳۹/۹۵ و ۱۶/۳۹ سانتی‌متر متغیر بوده است. تیمار تنش شدید کمترین میانگین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص داد و میانگین این صفت به میزان ۵۸/۹۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر صفات به جز نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه کمترین درصد بود (جدول ۳). ماکار و همکاران (۱۷) در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) دریافتند که با افزایش پتانسیل آب طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

۵-اثر توده و تنش خشکی روی وزن خشک ریشه‌چه

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد

صفت وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار (P≤۰/۰۱) شد (جدول ۱). بررسی اثر متقابل توده و خشکی نشان داد که توده مشهد در سطح شاهد (۰ بار) با میانگین (۲/۹۱ گرم)، در سطح ۳- بار با میانگین (۲/۱۴ گرم)، در سطح ۶- بار با میانگین (۱/۷۹ گرم) و در سطح ۹- بار با میانگین (۱/۳۰ گرم) بیشترین وزن خشک ریشه‌چه را در تمامی سطوح تنش داشت. برای این صفت در تنش شدید (۹- بار) نسبت به تیمار شاهد (۰ بار) توده یاسوج بیشترین (۸۲/۱۴ درصد) کاهش را نشان داد. توده‌های ساری، اصفهان، چالوس، آمل، همدان و تبریز از نظر وزن خشک ریشه‌چه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند به طوری‌که در سطح آخر خشکی نسبت به شاهد به ترتیب ۶۴/۴۸، ۶۶/۳۹، ۶۹/۳۳، ۷۷/۱۲، ۷۹/۱۲، ۸۰/۷۲ درصد کاهش نشان دادند (شکل ۳). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که صفت وزن خشک ریشه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۰/۴۳ الی ۲/۰۳ گرم به ترتیب مربوط به توده‌های همدان و مشهد متغیر بوده است، در ضمن توده‌های اصفهان، چالوس، ساری، آمل، یاسوج و تبریز در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده مشهد نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر وزن خشک ریشه چه می‌باشد. البته بین توده‌های تبریز و همدان از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). با افزایش سطوح خشکی صفت وزن خشک ریشه‌چه روند کاهشی پیدا کرده است، به‌طوری‌که این صفت در تیمار شاهد و تیمار تنش شدید به ترتیب بین ۱/۷۰ و ۰/۵۳ گرم متغیر بوده است. تیمار تنش شدید کمترین میانگین وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص داد و میانگین این صفت به میزان ۶۸/۸۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد که در مقایسه با سایر سطوح تنش بیشترین کاهش را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۳). طی آزمایشی ایسنتانت (۷) نشان دادند که دلیل تفاوت در وزن خشک ریشه‌چه می‌تواند به علت تفاوت در محتوای غذایی در بذور باشد، به گونه‌ای که بذور بزرگتر مقدار بیشتری از مواد غذایی را در اختیار ریشه‌چه قرار می‌دهند. البته با توجه به وزن هزار دانه شنبلیله و نتایج بدست آمده از این آزمایش در هیچ مورد نمی توان رابطه مستقیم بین اندازه بذرها و میزان مقاومت به تنش ذکر کرد.



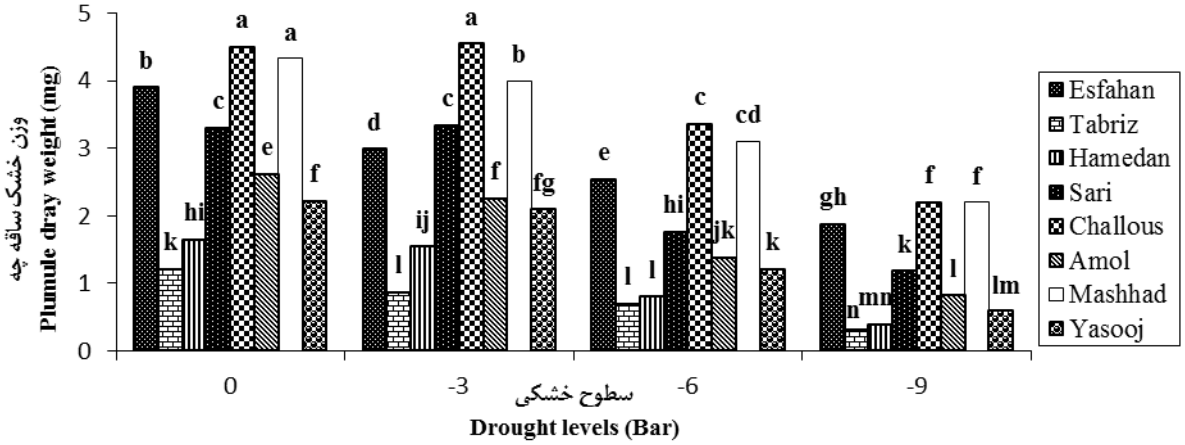
شکل ۳- اثر متقابل توده × خشکی بر وزن خشک ساقه‌چه گیاه شنبلیله

Figure 3- Interaction effect of landraces × drought on radicle dry weightof Fenugreek

۶-اثر توده و تنش خشکی روی وزن خشک ساقه‌چه

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر وزن خشک ساقه‌چه اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۱) در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). در بررسی اثر متقابل توده و خشکی میزان کاهش وزن خشک ساقه‌چه توده‌های بومی شنبلیله اصفهان، تبریز، همدان، ساری، چالوس، آمل، مشهد و یاسوج در سطح آخر خشکی (۹- بار) نسبت به شاهد (۰ بار) به ترتیب ۵۱/۹۱، ۷۴/۵۹، ۷۵/۹۰، ۶۴/۰۴، ۵۰/۹۹، ۶۸/۳۲، ۴۹/۱۹، ۷۲/۶۴ درصد بودند. همانطورکه مشاهده می‌شود توده مشهد از ثبات وزن خشک ساقه‌چه بیشتری ناشی از تغییرات سطوح خشکی برخوردار بوده است به طوری‌که وزن خشک ساقه‌چه مربوط به این توده در سطح آخر خشکی نسبت به شاهد کمترین کاهش را نسبت به سایر توده‌ها داشته است (شکل۴). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که وزن خشک ساقه‌چه در توده‌های مورد بررسی از ۰/۷۷ الی ۳/۶۶ گرم به ترتیب مربوط به توده‌های تبریز و چالوس متغیر بوده است. در ضمن توده‌های مشهد، اصفهان، ساری، آمل، یاسوج و همدان در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین توده چالوس نسبت به سایر توده‌های مورد آزمایش متحمل‌ترین توده در برابر خشکی از نظر وزن خشک ساقه‌چه می‌باشد

(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای سطوح مختلف تنش نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک ساقه‌چه مربوط به تیمار شاهد بوده است. با افزایش سطح تنش، به‌طور معنی‌داری از میزان این صفت کاسته شد و در نهایت منجر به کاهش ۵۹/۵۹ درصدی در بالاترین سطح تنش نسبت به شاهد گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش وزن خشک ساقه‌چه در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه‌ها به محور جنینی باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور جنینی تأثیر بگذارند (۲۶). علاوه بر آن رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد ساقه‌چه گیاهان متحمل نیز مشاهده شده است (۲۰).

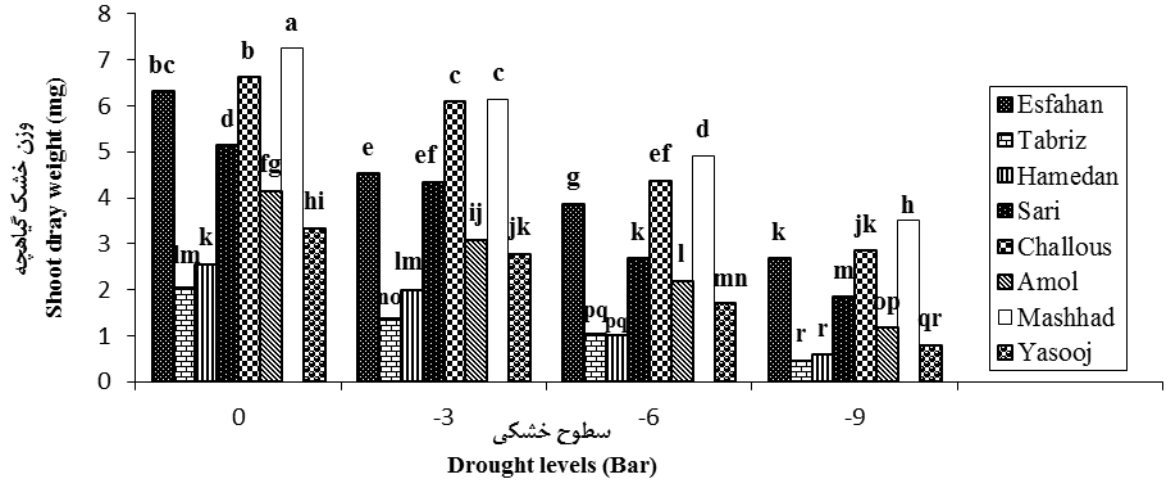


شکل ۴- اثر متقابل توده × خشکی بر وزن خشک ساقه‌چه گیاه شنبلیله

Figure 4- Interaction effect of landraces × drought on plumule dry weight of Fenugreek

۷- اثر توده و تنش خشکی روی وزن خشک گیاهچه

بین پتانسیل‌های آبی، توده‌ها و اثرات متقابل آنها از نظر وزن خشک گیاهچه تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۱) مشاهده شد (جدول ۱). وزن خشک گیاهچه نیز روندی مشابه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان داد (جدول‌های ۲ و۳). کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر تنش خشکی در اغلب گیاهان زراعی و باغی گزارش شده است، دی و کار (۴) در گیاه لوبیا به نتایج مشابه این تحقیق رسیدند. در شرایط تنش خشکی مقدار پروتئین‌های دیواره که در طویل شدن و رشد سلول نقش دارند کاهش می‌یابند و در توضیع بعضی از ترکیبات پکتینی که سبب نرم شدن دیواره سلول می‌شوند افزایش می‌یابند و در نهایت سبب کاهش وزن خشک گیاهچه می‌شوند (۱۴).

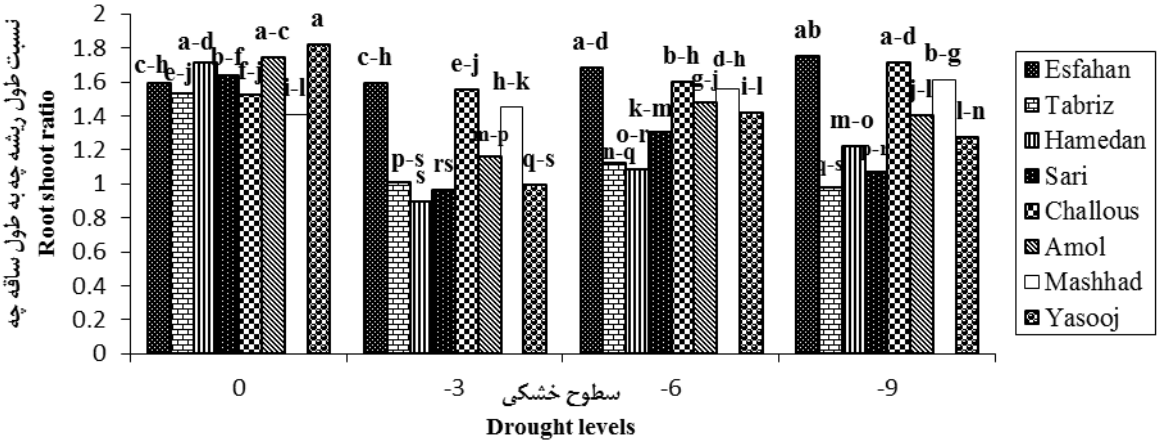


شکل ۵- اثر متقابل توده × خشکی بر وزن خشک گیاهچه شنبلیله

Figure 5- Interaction effect of landraces × drought on shoot dry weight of Fenugreek

۸-اثر توده و تنش خشکی روی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

اثرات ساده و متقابل عوامل آزمایشی از نظر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). اثر متقابل توده و خشکی بر صفت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در توده‌های شنبلیله اصفهان، چالوس و مشهد با کاهش سطوح پتانسیل اسمزی روند افزایشی را نسبت به شاهد نشان داد در حالی که این نسبت در توده‌های شنبلیله تبریز، همدان، ساری، آمل و یاسوج کاهش یافت. البته بین توده‌های اصفهان، آمل، مشهد و چالوس از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در مورد این نسبت مشاهده نشد (شکل ۶). آزمون مقایسه میانگین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تأثیر تنش‌های مختلف خشکی نشان داد (جدول ۳) که با کاهش پتانسیل اسمزی محیط این نسبت از سطح صفر بار (شاهد) تا ۳- بار کاهش و از سطح ۳- بار تا ۶- بار افزایش و از سطح ۶- بار تا ۹- بار کاهش می‌یابد. کمترین مقدار این نسبت مربوط به پتانسیل ۳- بار بود. البته بین پتانسیل ۶- و ۹- بار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). یکی از پارامترهایی که تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه است (۲۶). آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در اثر تنش خشکی طول ریشه‌چه و ساقه‌چه هر دو کاهش ولی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش می‌یابد. دلیل افزایش این نسبت به این خاطر است که در شرایط تنش خشکی توده‌های مقاوم در مراحل اولیه تنش از سرعت رشد ریشه بالاتری برخوردارند، در نتیجه نسبت طول ریشه به ساقه در آنها زیاد می‌شود (۴).



شکل ۶- اثر متقابل توده × خشکی بر نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه گیاه شنبلیله

Figure 6- Interaction effect of landraces × drought on ratio of radicle length to plumule length of Fenugreek

۹- همبستگی صفات مورد بررسی

ضرایب همبستگی نشان دهنده میزان تغییرات مشترک دو صفت می‌باشد. ضرایب همبستگی ساده صفات مورد ارزیابی در جدول ۴ درج شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود کلیه صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و بالایی با یکدیگر داشتند. با افزایش درصد بذور جوانه‌زده کلیه مؤلفه‌های جوانه‌زنی به طور معنی‌داری افزایش یافت. وزن خشک ساقه‌چه بیشترین همبستگی مثبت را با وزن خشک گیاهچه (۹۷ درصد) داشت. همچنین بین وزن خشک ریشه‌چه با وزن خشک ساقه‌چه همبستگی مثبت و معنی‌دار (۹۴ درصد) وجود داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

با افزایش تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای شنبلیله کاهش یافت اما سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی بیشتر از درصد جوانه‌زنی حساسیت نشان داد. از آنجا که حساسیت سرعت جوانه‌زنی به تنش خشکی بیشتر از درصد جوانه‌زنی بود. بنابراین می‌توان از این عامل به عنوان معیار مناسبی برای تعیین متحمل‌ترین توده‌ها به خشکی در مرحله جوانه‌زنی در گیاه شنبلیله استفاده کرد. طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه با افزایش تنش خشکی در تمامی توده‌ها کاهش یافت ولی صفت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه با افزایش تنش خشکی در توده‌های اصفهان، چالوس و مشهد افزایش یافت در حالی‌که این نسبت در توده‌های تبریز، همدان، ساری، آمل و یاسوج کاهش یافت، که این تفاوت نشان دهنده تحمل بیشتر توده‌های اصفهان، چالوس و مشهد به تنش خشکی می‌باشد. به نظر می‌رسد بتوان از این سه توده برای اصلاح توده‌هایی با پتانسیل عملکرد زیاد

در مناطق خشک استفاده کرد. البته گیاهان در مراحل مختلف رشد خود عکس العمل متفاوتی به خشکی از خود نشان می‌دهند و قدرت یک بذر برای جوانه زدن و تولید گیاهچه در شرایط خشکی نشانگر این است که گیاه دارای پتانسیل تحمل به خشکی می‌باشد ولی الزاماً بدین معنی نیست که گیاهچه‌ای که در شرایط خشکی شروع به رشد کرده، بتواند رشد خود را در همان شرایط ادامه دهد. بنابراین آزمایشات زیادی برای تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد لازم است تا بتواند با توجه به این آزمایشات متحمل‌ترین توده را انتخاب کند.

جدول ۲- خصوصیات جوانه‌زنی توده‌های مختلف گیاه دارویی شنبلیله

Table2- Germination characteristics of different landraces of medicinal plant fenugreek

توده Landrace	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	سرعت جوانه زنی Rate of germination (Seeds per day)	طول ریشه‌چه Length of radicle (mm)	طول ساقه‌چه Length of plumule (mm)	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه چه plumule dry weight (mg)	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight (mg)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Root shoot ratio
اصفهان Esfahan	81.10^{a}	16.59^{b}	44.57^{b}	37.26^{b}	1.51^{b}	2.83^{c}	4.35^{c}	1.65^{a}
تبریز Tabriz	25.97^{g}	10.28^{e}	26.78^{e}	21.74^{e}	0.46^{g}	0.77^{h}	1.24^{h}	1.16^{b-d}
همدان Hamedan	52.59^{f}	8.98^{f}	28.34^{e}	22.26^{e}	0.43^{g}	1.10^{g}	1.54^{g}	1.22^{bc}
ساری Sari	58.24^{e}	16.36^{b}	34.61^{d}	27.13^{c}	1.10^{d}	2.40^{d}	3.50^{d}	1.24^{b}
چالوس Challous	74.22^{e}	11.88^{d}	44.20^{b}	38.07^{b}	1.32^{c}	3.66^{a}	4.99^{b}	1.59^{a}
آمل Amol	60.83^{d}	14.96^{c}	38.20^{c}	26.07^{cd}	0.87^{e}	1.77^{e}	2.65^{e}	1.44^{a}
مشهد Mashhad	65.79^{c}	19.59^{a}	50.29^{a}	43.31^{a}	2.03^{a}	3.41^{b}	5.44^{a}	1.50^{b}
یاسوج Yassooj	56.20^{e}	14.24^{c}	33.36^{d}	23.72^{de}	0.62^{f}	1.54^{f}	2.16^{f}	1.38^{a}

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

Means in each treatment and for each column, Followed by the same letter are not significantly different based on LSD test

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف خشکی بوسیله پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی شنبلیله

Table 3- Seed germination properties of fenugreek landraces effected by different levels of drought by PEG 6000

سطوح خشکی Drought levels (Pascal or bar)	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination (%)	سرعت جوانه زنی Rate of germination (Seeds per day)	طول ریشه‌چه Length of radicle (mm)	طول ساقه‌چه Length of plumule (mm)	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه چه plumule dry weight (mg)	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight (mg)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Root shoot ratio
0	75.45^{a}	20.65^{a}	64.67^{a}	35.95^{a}	1.70^{a}	2.97^{a}	4.68^{a}	1.62^{a}
-3	70.57^{b}	15.19^{b}	37.96^{b}	37.35^{b}	1.08^{b}	2.71^{b}	3.79^{b}	1.20^{c}
-6	63.91^{c}	14.91^{b}	30.24^{c}	26.09^{c}	0.85^{c}	1.86^{c}	2.72^{c}	1.40^{b}
-9	27.54^{d}	5.70^{c}	17.31^{d}	16.39^{d}	0.53^{d}	1.20^{d}	1.74^{d}	1.38^{b}

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

Means in each treatment and for each column, Followed by the same letter are not significantly different based on LSD test

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مرتبط با سطوح مختلف خشکی در گیاه دارویی شنبلیله

Table 4- The value of correlation coefficients associated with different levels of drought in the medicinal plant fenugreek

1	2	3	4	5	6	7	8	
صفات Traits	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه زنی Rate of germination	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه-چه Length of plumule	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه چه plumule dry weight	وزن خشک گیاهچه Shoot dry weight	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه Root shoot ratio
1	1							
2	0.75**	1						
3	0.73**	0.82**	1					
4	0.80**	0.74**	0.81**	1				
5	0.69**	0.75**	0.85**	0.84**	1			
6	0.79**	0.64**	0.75**	0.88**	0.88**	1		
7	0.78**	0.69**	0.81**	0.89**	0.94**	0.97**	1	
8	0.40**	0.41**	0.50**	0.39**	0.46**	0.40**	0.43**	1

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

*, ** ; Significant at 1% and 5% level probability, respectively statistically significant

منابع

1. Ashraf M., and Waheed A. 1990. Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris Medic*.) for salt tolerance at two growth stages. *Journal of Plant Soil*. 128: 167-176.
2. Baalbaki R. Z., Zurayk R. A., Blelk M. M., and Tahouk S. N. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Journal of Seed Science Technology*. 7: 291-302.
3. Bukhtiar B., and Shakra A. 1990. Drought tolerance in lentil. II: Differential genotypic response to drought. *Journal of Agriculture – Research Lahore*. 28: 117– 126.
4. De F., and Kar R. K. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress included by PEG-6000. *Journal of Seed Science and Technology*. 23: 301-304.
5. Devilliers A. J., VanRoyan M. W., and Theron G. K. 1994. Germination of three namaqual and pioneer species as influenced by salinity, temperature and light. *Journal of Seed Science and Technology*. 22:427-433.
6. Dodd G. L., and Donovan L. A. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *Journal of Annals of Botany*. 86: 1146-1153.
7. Eissenstat D. M., Whaley E. L., and Volder A. 1999. Recovery of citrus surface roots following prolonged exposure to dry soil. *Journal of Experimental Botany*. 50: 1845-1854.
8. El-Sharkawi H. M., Farghali K. A., and Sayed S. A. 1989. Interactive Effects of Water Stress, Temperature and Nutrients in Seed Germination of Tree Desert Plants. *Academic Press of Egypt.*
9. Emmerich W. E., and Hardegree S. P. 1991. Seed germination in polyethylen glycol solution. Effect of filter paper exclusion and water vapor loss. *Journal of Crop Science*. 31: 454-458.
10. Falleri E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of Pinus pinaster. Ait. *Journal of Seed Science Technology*. 22: 59-559.
11. Finch-Savage W. F., Phelps J. R. A., Whalley W. R., and Rowse H. R. 2001. Seed reserve-dependent growth responses to temperature and water potential in carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Experimental Botany*, 52: 2187-2197.
12. Hosseini H., and Rezvani Moghadam P. 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian Journal of Field Crop Research*, 4: 15-22. (In Persian)
13. Hucl P. 1993. Effects of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. *Journal of Plant Science*. 73:697-702.
14. Iraki S. N., Bressan R. A., and Carpita N. C. 2006. Cell walls of tobacco cells and changes in composition saaocited With reduced growh upon updation to water and slain stress. *Journal of Plant Physiology*. 91: 48 -53.
15. Jaleel C. A., Manivannan P., Wahid A., Farooq M., Jasim H., Somasundaram R., and Pannerselvam R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal*

of Agriculture & Biology.11:100-105.
16. Longenberger P. S., Smith C. W., Thaxton P. S., and McMichael B. L. 2006. Development of a Screening Method for Drought Tolerance in Cotton Seedlings. *Journal of Crop Science Society of America*. 46: 2104–2110.
17. Macar T. K., Turan O., and Ekmekci Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. G.U. *Journal of Crop Science*. 22: 5-14.
18. Maye, A. M., and Poljakoff-Mayber A. 1989. The germination of seeds. 4ed. Oxford: *ergamon Press*.
19. Michel B. E., and Kaufmann M. R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Journal of Plant Physiology*. 51: 914-916.
20. Nagashiro C., and Shibata W. F. 1995. Influence of flooding and drought conditions on herbage yield and quality of phases bean (*Macroptilium lathyroides*). *Journal of Grassland Science*. 41: 218-225.
21. Odoemena C. S. 1988. Breaking of seed coat dormancy in a medicinal plant Tetrapleura tetraptera. *Cambridge Journal of Agricultural Science*. 111: 393 – 394.
22. Omid baigi R. 2004. Production and processing of medicinal plants. *Astane Ghodse Razavi Publication*. 149: 3-397. (In Persian).
23. Pahlevanpor A. 1995. Phsiological effects of por irrigation condition on snail medics. *Msc thesis of Shiraz University*. (In Persian).
24. Prisco J. T., Baptista C. R., and Pinheiro J. L. 1992. Hydration seed Pre-treatment and its effects on germination under water stress condition. *Journal of Revta Brasil Botany*. 15: 31-35.
25. Sarmadnia G. h. 1997. Seed thechnology. (translate). *Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press*. (In Persian).
26. Singh K. B., and Saxena M. C. 1993. Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
27. Smithson J. b., Thompson J. A., and Summerfield R. j. 1985. *Chickpea in grain Legume crops*. 312-390.
28. Soltani A., Gholipoor M., and Zeinali E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Journal of Experimental Botany*. 55: 195- 200. (In Persian).
29. Tobe K., Zhang L., Qiu G. Y., and Shimizu H. 2001. Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *Journal of Arid Environments*. 47: 191-20126.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 169-180
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۸۰-۱۶۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigating the Effects of Drought Stress Induced by Polyethylene Glycol on Germination of some Indigenous Fenugreek Landraces (*Trigonella foenum- graecum* L.)

H. Farhadi[1]- M. Azizi[2]*- S. H. Nemati[3]

Received: 12-07-2015
Accepted: 25-06-2019

Introduction: Drought is an event that happens due to lack of rainfall in a period of time. The occurrence of drought, reduces available soil water, but water losses through evaporation and transpiration is constantly increasing. The first stage of the plant, which may be faced with drought, is germinating. Since Germination begins with water uptake, lack of water at this stage in terms of duration and intensity of the stress causes or reduce germination percentage and germination rate. Because of the heterogeneity of soils in the field and lack of control of the environmental factors such as drought, laboratory research on the stress is considered. Some of these methods can be used to study the reaction of the landraces to the solutions from materials polyethylene glycol. This study aimed to investigate the characteristics of the native population of fenugreek germinating rate under drought stress conditions and identify landrace was incurred.

Materials and Methods: To investigate the effect of drought stress on germination and seedling growth characteristics of native landrace fenugreek, an experiment was conducted in a Completely Randomized Design with three replications in Seed Laboratory of University of Mashhad in 2014. The experiment treatments consisted of eight landraces of fenugreek of Esfahan, Tabriz, Hamedan, Sari, Challous, Amol, Mashhad and Yassooj on polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) at four levels: (0, 3, 6 and 9 Bar) were replicated three times. The stress test for the simulation of polyethylene glycol 6000 was used and the amount of material needed to create each of the stress levels using the formula Michel and Kaufmann respectively. For control treatment distilled water was used. Landraces seed of fenugreek of Esfahan, Tabriz, Hamedan, Sari, Challous, Amol, Mashhad and Yassooj purchased. Before the start of the experiment, the seeds disinfest with a three percent solution of hypochlorite for two minutes to disinfect and then were washed three times with distilled water on the twelfth day, seeds and traits such as root length and root out the Petri measure.

Results and Discussion: In the study the interactions between landrace and drought, the rate of decline in most of the traits was related to native populations of fenugreek, Tabriz, Hamadan, Sari, Challous, Amol, Yasuj and Mashhad, respectively (-9 Bar) compared to control (0 Bar). As can be seen, the Isfahan landrace was more stable in most of the traits due to changes in drought levels. On the other hand, as the drought stress increased, the percentage and rate of germination of fenugreek seeds decreased. Fenugreek seed germination rate and percentage with increased drought stress the germination rate under drought stress signifcantly was higher than the percentage of germinating. The plants grow in different stages react differently to drought show seed germination and seedling production and a dry condition indicates that the plant is a potential for drought tolerance but that does not mean that the seedlings start to grow in dry conditions, can continue to grow in the same conditions.

Keywords: Seed landrace, Germination percentage, Germination rate, Water limitation

1, 2 and 3- M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 181-193
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۳-۱۸۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تأثیر پوشش‌پلی‌اتیلن و تیمار آب‌گرم بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار (رقم پوست نازک قندهاری)

بهرام عابدی[1*] - محمد حلیم کاظمی[2] - محمود شور[3] - یحیی سلاح ورزی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

چکیده

کاهش وزن، خسارت سرمازدگی و پوسیدگی‌های انباری همیشه به عنوان مهم‌ترین موانع بر سر راه انبارمانی و صادرات میوه‌های انار مطرح بوده است. این عوامل عمدتاً به علت فعالیت متابولیکی، حساسیت میوه به سرما، نفوذ و گسترش قارچ‌های ساپروفیتی یا پارازیتی به داخل میوه انار در زمان قبل از برداشت، برداشت میوه و یا پس از برداشت آن شکل می‌گیرند. در تحقیق حاضر تأثیر آب گرم با دو دمای متفاوت (۲۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد)، همچنین استفاده و یا عدم استفاده از پوشش پلی اتیلن (LDPE) با ضخامت ۲۰ میکرون برکیفیت انبارمانی، درصد پوسیدگی، شاخص سرمازدگی، کاهش وزن و خصوصیات بیوشیمیایی میوه انار رقم پوست نازک قندهاری مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور میوه‌های انار تیمار شده به مدت ۴ ماه تحت شرایط دمایی۱±۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که پس از ۱۲۰ روز انبارمانی، اثر پوشش پلی اتیلن و تیمار آب گرم (۵۰ درجه سانتی گراد) بر شاخص سرمازدگی، کاهش وزن، پوسیدگی و حفظ کیفیت معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود. بیشترین درصدکاهش وزن، شاخص سرمازدگی و شاخص پوسیدگی به ترتیب با میانگین ۳۷، ۲۴/۷ و ۳/۱۲ درصد در تیمار بدون پوشش و آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین میزان درصد کاهش وزن و شاخص سرمازدگی در پوشش پلی اتیلن و آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۱/۶ و ۲/۲ مشاهده شد. تیمار با آب گرم ۵۰ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش میزان پوسیدگی قارچی حاصل از کاربرد پوشش پلی‌اتیلن در پایان دوره انبارمانی (۴ ماه) شد. به طور کلی پوشش پلی‌اتیلن باعث حفظ رطوبت در اطراف میوه‌ها، تیمار آب گرم باعث سفتی بافت پوست و ضدعفونی میوه‌ها گردید، در نتیجه باعث حفظ کیفیت و ماندگاری بیشتر میوه‌ها می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، فنل کل،کاهش وزن، میزان پوسیدگی، مواد جامد محلول

مقدمه

انار میوه مناطق گرم، نیمه گرم و بومی کشورهای ایران و افغانستان می‌باشد (۱۱، ۱۳، ۱۵، ۲۸). میوه انار منبع بسیار عالی از قندها، پکتین، اسکوربیک اسید، آمینو اسید، موادمغذی و فیبر است (۱). فعالیت آنتی اکسیدانی در آب میوه انار باعث جلوگیری از بسیاری امراض بویژه برخی سرطان ها و سکته‌های قلبی می‌شود (۲۸).

در افغانستان با توجه به شرایط آب و هوای مناسب جهت پرورش میوه انار، این محصول درسطح گسترده ای در استان‌های قندهار، هلمند، فراه، نیمروز، ننگرهار، بلخ، بغلان، سمنگان، هرات و کاپیسا تولید می‌شود که مشهورترین و محبوبترین ارقام، انار بیدانه استان بغلان و انار قندهار می‌باشند (۹). براساس گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO)[5] در سال ۲۰۰۳ میلادی سطح زیر کشت انار درافغانستان ۵۶۶۸ هکتار بوده که میزان تولید انار در هر هکتار ۹۷۳۰ کیلوگرم بوده است (۸). نظر به افزایش تولید و تقاضا برای این محصول در بازارهای داخلی و خارجی، لازم است تا بازاریابی و ذخیره سازی آن به نحوی صورت پذیرد تا میوه‌های مرغوب و سالم به بازار عرضه گردد (۲۷).

حفظ کیفیت میوه‌ها طی دروه‌های بلندمدت انباری از مهم‌ترین مسائل در دوره نگهداری پس از برداشت آن‌ها می‌باشد. میوه انار در اثر عوامل بیماریزای قارچی، صدمات فیزیکی، کاهش وزن و سرمازدگی در دمای پایین در زمان برداشت، انتقال، ذخیره و فروش

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: abedy@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.53509

5- Food and Agriculture Organization of the United Nations

آسیب می‌بیند که باعث خسارات زیادی به تولید کنندگان می‌شود (۱۱ و ۲۸).

دمای مورد نیاز برای نگهداری میوه انار از ۰ تا۱۰ درجه سانتی‌گراد بوده که براساس عمر انباری آن از ۲ هفته تا ۷ ماه متفاوت می‌باشد (۱۵). الیاتم و کادر (۸) گزارش کردند که ذخیره سازی انار در دمای ۵ و زیر ۵ درجه سانتی گراد باعث خسارت سرمازدگی آن شده که با ظهور نقطه‌های قهوه‌ای رنگ و چروکیدگی در سطح پوست آن مشخص می‌گردد. اما استفاده از اتمسفر کنترل شده (۵ درصد اکسیژن و ۰-۵ درصد دی اکسید کربن) در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بالای ۸۵ درصد رقم مولار (Mollar) به مدت دو ماه با فساد پذیری اندک نگهداری شد که به مراتب عمر انبارمانی بیشتری داشت (۱۵). ذخیره کردن میوه انار در دمای ۲ درجه سانتی گراد با تیمار گرمادهی متناوب، خسارت سرمازدگی را کاهش و باعث حفظ کیفیت انار برای ۱۳ هفته شد (۲۷). استفاده از تیمارگرمایی نیز برای ضدعفونی وکنترل کاهش وزن بطور گسترده جهت افزایش عمر انبارمانی مورد استفاده قرار گرفته است که تیمارمیوه انار با آب گرم باعث توقف بیان ژن‌ها شده که در تخریب دیواره سلولی نقش دارند. ازسوی دیگر افزایش استحکام دیواره سلولی پوست و ضدعفونی میوه تحت شرایط آب‌گرم افزایش می‌یابد، تیمارهای گرمایی علاوه بر کنترل عوامل بیماریزا با تشکیل مواد لیگنینی در بافت آسیب دیده، از کاهش آب و کاهش وزن جلوگیری کرده که در برخی از میوه‌ها باعث کاهش سرعت تنفس و همچنین سبب حفظ قند و مواد جامد محلول می‌گردد (۲۹، ۲۱، ۲۰، ۲).

استفاده از پوشش های پلی‌اتیلن[1](LDPE) جهت کاهش اتلاف آب، کاهش خسارت سرما و حفظ کیفیت میوه و سبزی‌ها در مقیاس وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. پوشش‌های پلی اتلین در گلابی (۲۲)، پلاستیک‌های پلمیری[2] در انار (۲۷) و خیار (۴) مورد استفاده قرار گرفته است در همه آن‌ها حفظ کیفیت و شادابی میوه‌ها را در پی داشته است. براین اساس پوشش‌های پلی‌اتیلنی نسبت به بخار آب نفوذ ناپذیر بوده و با به وجود آوردن اتمسفر اشباع از رطوبت وکاهش تبخیر و تعرق، از اتلاف آب جلوگیری کرده و باعث حفظ کیفیت، شادابی، کاهش تنفس و سفتی بافت میوه می‌شوند (۴ و ۲۵). بنابراین در تحقیق حاضر تأثیر تیمار آب گرم (۵۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد) و کاربرد و عدم کاربرد پوشش پلی اتیلن بر عمر انبارمانی انار رقم قندهار (پوست نازک) افغانستان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

میوه‌ها از استان قندهار افغانستان در مرحله کاملاً رسیده (آبان ماه) برداشت شده و بلافاصله با هواپیما به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. سن درختان باغ برابر ۸ سال بود و کلیه عملیات آبیاری و تغذیه مطابق با دستورالعمل‌های معمول صورت پذیرفت. پس از شستشو و اندازه‌گیری‌های اولیه، تیمارهای آب‌گرم (۲۵ و ۵۰ درجه سانتی گراد) در ظرف با نشانگر دمایی به مدت ۳ دقیقه اعمال شد (۲۴)، سپس نیمی از میوه‌های هریک از تیمارهای آب‌گرم در پوشش پلی‌اتلینی زیپ دار قرار داده شدند و نیمی دیگر به صورت بدون پوشش پلی اتیلن بودند. تمامی میوه‌های تیمار شده در جعبه های پلاستیکی قرار گرفته و به سرد خانه با دمای ۱±۵ و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد برای مدت ۴ ماه منتقل شدند. میوه‌ها در فواصل ۳۰ روز از انبار خارج و صفات فیزیکوشیمیایی هریک از آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. طرح آزمایشی اسپلیت فاکتوریل با پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. زمان به عنوان عامل اصلی و پوشش پلی اتیلن و آب گرم نیز به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تجزیه و آنالیز داده‌ها با نرم افزار (Jmp.8.0) انجام گرفت. صفات مورد اندازه گیری شامل دو دسته صفات کمی و کیفی بودند.

صفات کیفی

میزان پوسیدگی قارچی: میوه های مورد آزمایش در ماه های مورد نظر، با مشاهده ظاهری ارزیابی شده و برحسب میزان آلودگی از ۱ تا ۴ نمره گذاری شدند. ۱- سالم، ۲- کمی آلوده، ۳- آلوده، ۴- بشدت آلوده (۳۸).

علایم سرمازدگی: از علایم سرمازدگی لکه های قهوه‌ی رنگ موجود بر روی پوست میوه انار می‌باشد که بر اساس ارزیابی ظاهری در ۴ گروه جداگانه (۱: بدون علایم سرمازدگی، ۲: از ۱- ۲۵ درصد خسارت، ۳: از ۲۶-۵۰ درصد خسارت، ۴: از ۵۱ – ۱۰۰ درصد خسارت،) طبقه بندی شدند. بنابراین برای بررسی خسارات سرمازدگی بر اساس رابطه ذیل از شاخص سرمازدگی استفاده شد (۳۳).

$$CI = \frac{\sum(ni \times i)}{N}$$

در این رابطه ni بیانگر تعداد میوه هایی است که علایم سرمازدگی را در شدت های مختلف i (۱-۴) از خود نشان داده اند و N تعداد کل میوه ها را مشخص می‌کند.

اندازه گیری صفات

میوه‌های انار (۵ عدد برای هر تکرار) در زمان برداشت و فواصل زمانی ماهیانه طی ۴ ماه نگهداری، از انبار به آزمایشگاه منتقل شده و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

درصد کاهش وزن: تک تک میوه ها قبل از شروع آزمایش

1- Low-Density Polyethylene (LDPE)
2 - Shrink film or Shrink wrap

وزن شدند، سپس میوه های هر ماه دوباره وزن شده، درصد کاهش وزن آنها طبق رابطه زیر محاسبه شدند:

$$WL = \frac{W1 - Wn}{W1} \times 100$$

دراین رابطه WL، $W1$ و Wn به ترتیب کاهش وزن، وزن اولیه و وزن ثانویه در نظرگرفته شده اند (۳۸).

وزن صد دانه: تعداد صد عدد از آریل های سالم و آسیب ندیده شمارش و سپس وزن شدند.

اسیدیته به روش تیتراسیون: آب انار رقیق شده (۱:۹) با سود سوز آور ۰/۱ نرمال و برحسب گرم اسید سیتریک (اسید غالب در انار) در ۱۰۰ سی سی عصاره انار طبق رابطه زیر محاسبه گردید (۳۸).

$$T.A(\%) = \frac{V \times N \times meqwt}{y} \times 100$$

دراین رابطه ($T.A$)، V، N، $meqwt$، Y، به ترتیب اسیدیته قابل تیتر، میزان سود مصرفی بر حسب میلی‌لیتر، نرمالیته سود مصرفی (۰/۱ نرمال)، میلی‌اکی والان اسیدغالب و میلی‌لیتر حجم عصاره نمونه در نظرگرفته شده است.

pH: با قرار دادن سنسور pH متر در داخل آب انار رقیق شده (۱:۹) قرائت گردید (۳۸).

درصد مواد جامد قابل حل (TSS): با قرار دادن چند قطره از آب انار صاف شده بر روی صفحه منشور انکسار سنج (رفراکتومتر) دستی قرائت شد.

فنول کل: تعین فنول کل با استفاده از معرف Folin – ciocalteu در طول موج ۷۶۰ نانومتر انجام شد، که مقادیر فنول کل بوسیله کالیبره کردن منحنی استاندارد با گالیک اسید اندازه گیری گردید (۳۳).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن بود که اثر متقابل زمان و تیمارهای پوشش پلی‌اتیلن و آب گرم در کنترل کاهش‌وزن وکنترل خسارت سرمازدگی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل زمان و تیمار آب گرم از پوسیدگی قارچی در سطح احمال ۵ درصد جلوگیری کرد. ترکیبات فنولیک تحت تأثیر تیمار پوشش پلی‌اتیلن در مدت زمان انبارمانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اسیدیته قابل تیتر، pH و TSS تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای پوشش پلی اتیلنی و آب گرم قرار نگرفتند. در صورتی که اثر مدت زمان انبارمانی بر اسیدیته قابل تیتر ($p \leq ۰/۰۱$) و pH ($p \leq ۰/۰۵$) معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر پوشش‌پلی‌اتیلن و تیمار آب‌گرم بر صفات اندازه گیری شده در میوه‌های انار

Table1- Mean square of ANOVA of the effect of cover of polyethylene and warm water treatments on pomological traits of pomegranate fruit

منابع تغییرات source of variance	درجه آزادی df	pH	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته TA	ترکیبات فنولیک Phenolic compounds	میزان پوسیدگی Decay rate	شاخص سرمازدگی Frosting index	کاهش وزن Weight Loss
زمان Time (T)	4	0.5906**	2.1383*	1.4629**	2162**	4.6062**	7.7187**	691.501**
بسته بندی Packing (P)	1	0.1110ns	0.1531ns	0.0504ns	8489**	1.250ns	24.20**	4346.107**
آب گرم Warm water(W)	1	0.0002ns	2.2111ns	0.0208ns	1786ns	12.80**	5.000**	170.303**
T×P	4	0.0965ns	0.7534ns	0.0462ns	6603**	0.5312ns	3.356**	465.80**
T×W	4	0.0766ns	1.3545ns	0.1387ns	387.1ns	1.3312*	0.4687**	22.02**
P×W	1	0.0551ns	0.5281ns	0.0076ns	76.1ns	0.2000ns	1.800**	81.42**
T×P×W	4	0.01517ns	0.1346ns	0.0386ns	154.3ns	0.606ns	0.3312**	12.097**
خطا Error	55	0.0918	0.6094	0.08125	916.6	0.438	0.097	2.017

* و ** به ترتیب نشانگر معنی داری در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد می‌باشد و ns غیر معنی دار بودن را نشان می‌دهد

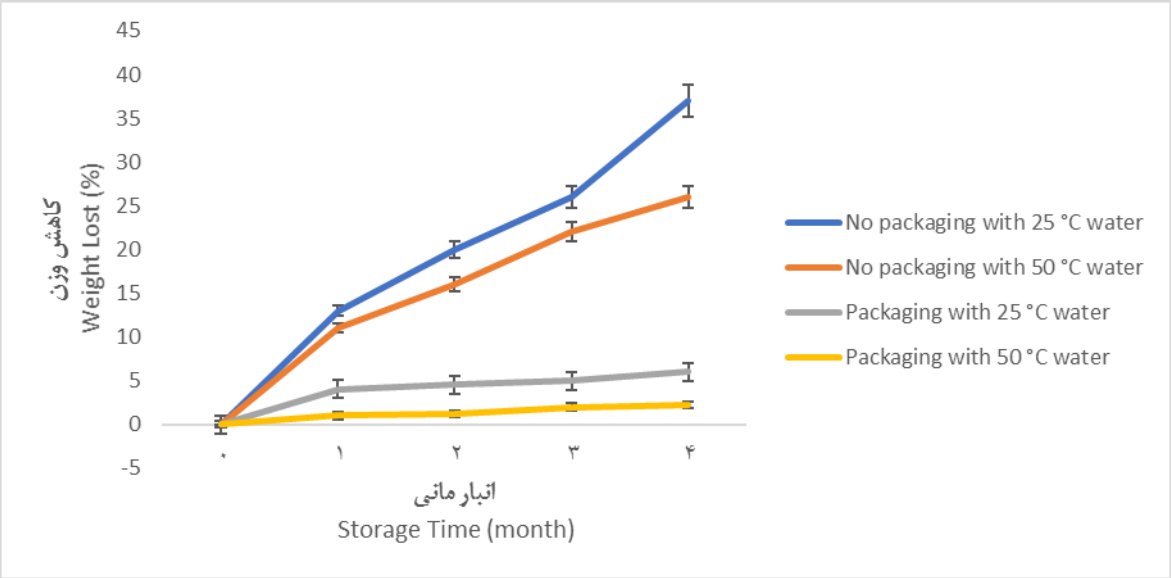
* and ** Significant difference at 5 and 1% respectively, and ns indicates no significant diffrence

کاهش وزن

پس از ۱۲۰ روز انبارمانی تیمارهای بدون پوشش همراه با ۲۵ درجه سانتی گراد با ۳۷ درصد بالاترین مقادیر کاهش وزن را نشان دادند، درحالیکه در تیمارهای با پوشش و ۵۰ درجه سانتی گراد در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده و کمترین مقادیر کاهش وزن ۲/۲٪ را نشان دادند، بصورت کل کاهش وزن یک روند خطی و

تدریجی را در زمان انبارمانی طی کرد (شکل ۱).

نتیجه مورد نظر در تحقیق حاضر مطابق بر یافته های محققین دیگر بوده که پوشش پلی‌اتیلن و تیمار آب گرم از کاهش وزن میوه‌ها در زمان انبارمانی جلوگیری کرده و باعث ماندگاری و حفظ کیفیت آنها می‌شود (۳، ۱۹، ۳۳، ۳۱، ۲۵، ۳۰، ۳۵). به نظر می رسد احتمالا میوه های انار به علت داشتن منافذ در پوست باعث حرکت آزادانه بخارات آب از آن شده که میوه را بسیار مستعد به از دست دادن آب و کاهش وزن می‌کند (۷).



شکل ۱- اثر پوشش و دمای آب بر کاهش وزن میوه انار رقم پوست نازک قندهاری طی دوره انبارمانی. بارها نشان دهنده خطای استاندارد می باشد

Figure1- The effect of water temperature and polyethylene packaging on the pomegranate (Post Nazuk Kandahar) weight lost during storage. Double bars indicate standard error

پوشش پلی اتیلنی با ایجاد لایه ای باعث تشکیل اتمسفر تغییر یافته (MAP)[1] در اطراف میوه شده که در این شرایط رطوبت و محتوای دی‌اکسیدکربن بالا واز سوی دیگر حجم کمتری از اکسیژن وجود خواهد داشت. از طرف دیگر پوشش پلی اتیلن با ایجاد میکرواتمسفری اشباع از رطوبت در اطراف میوه اختلاف فشار بخار آب بین محیط اطراف و میوه را کاهش داده و در نتیجه شرایط مذکور به طور معنی داری سبب کاهش تنفس در میوه های انار در طی انبارمانی در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش می‌گردد (۳۸، ۳۳ و ۵).

مطابق با تحقیق حاضر میردهقان و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند که تیمار آب گرم با تشکیل مواد لیگنینی در بافت آسیب دیده و تأخیر در سنتز آنزیم های تخریب کننده دیوار سلولی، سبب سفتی بافت پوست میوه‌ها شده در نتیجه از کاهش وزن جلوگیری می‌کند.

سرمازدگی

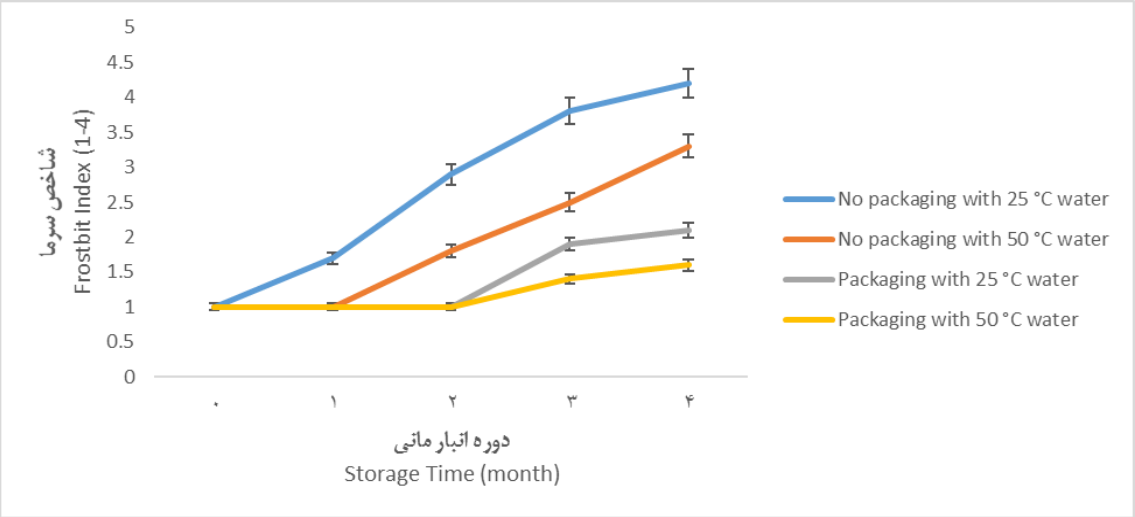
اثر متقابل تیمارهای پوشش و آب ۵۰ درجه سانتی گراد در سطح احتمال یک درصد از سرما زدگی میوه‌ها در مدت زمان ۴ ماه انبارمانی جلوگیری کردند. بیشترین خسارت سرمازدگی در تیمارهای بدون پوشش و آب ۲۵ درجه سانتی گراد با شاخص سرمازدگی ۴/۲ درصد و کمترین آن در تیمارهای با پوشش پلی اتیلن و آب گرم ۵۰ درجه سانتی گراد با شاخص سرمازدگی ۲/۴ درصد مشاهده شد (شکل ۲).

نتایج این تحقیق با تحقیقات برخی از محققین در این مورد مطابقت دارد، اینکه اتمسفر تغییر داده شده (MA)[2] مقدار جذب اکسیژن و تولید کربن دی اکسید را در یک حد متعادل حفظ کرده و احتمالا گازها مذکور در سرتاسر غشای میوه‌ها نفوذ پیدا می‌کند، که با سرکوب کردن مسیر تولید اتیلن از بیوسنتز آن و از بروز برخی اختلالات فیزیولوژکی (خسارت سرمازدگی و کاهش وزن) جلوگیری به عمل می آورد (۵، ۳۱، ۳۳ و ۳۴). تیمار آب گرم نیز به علت به تأخیر انداختن فرایند پیری با جلوگیری از سنتز اتیلن، سنتز انزیم های

1- Modified Atmosphere Packaging

2- Modified Atmosphere

تخریب کننده دیوار سلولی (تغییر در بیان ژن)، سنتز پروتئین، تأخیر در نرم شدن بافت ها و افزایش فلاونوئید ها بدون تغییر در مواد جامد محلول، باعث حفظ کیفیت، افزایش عمر انبارمانی و کاهش سرمازدگی می‌شود (۳۳، ۱۰، ۱۶ و ۲۳).



شکل ۲- اثر پوشش و دمای آب بر شاخص سرمازدگی میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) طی دوره انبارمانی. بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 2– Effect of water temperature and Polyethylene Packaging on the pomegranate frostbit index (PostNazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error

دمای مطلوب برای ذخیره میوه انار در سردخانه بین ۰ تا ۱۰ درجه سانتی گراد است که در دمای مذکور رسیدگی، پیری و فساد میوه کاهش پیدا کرده و سرعت فرایند پیری کنتدتر می‌شود (۱۷).

پوسیدگی

در تحقیق حاضر اگرچه پوشش پلی‌اتیلنی در تحریک رشد قارچ ها معنی‌دار نبوده ولی سبب افزایش پوسیدگی در زمان انبار داری شده است شکل(۳). اما استفاده از تیمار آب گرم ۵۰ درجه سانتی گراد در طی ۴ ماه انبارمانی به احتمال ۵ درصد در جلوگیری از فساد قارچی و پوسیدگی معنی دار بوده است، بیشترین میزان پوسیدگی در تیمار آب ۲۵ درجه سانتی گراد همراه با پوشش پلی اتیلن ۲/۱۵ شاخص پوسیدگی را داشته، در حالیکه کمترین شاخص پوسیدگی قارچی در تیمار آب گرم ۵۰ درجه سانتی گراد و بدون پوشش پلی اتیلنی ۱/۱ مشاهده شده است (شکل۴).

نتایج این تحقیق در مطابقت با نتایج طلایی و همکاران (۳۷) که گزارش کردند رشد اسپورهای قارچ در میوه‌های پوشش‌دار بیشتر بوده ولی تیمار آب گرم باعث کنترل پوسیدگی قارچی درآنها شدند. همچنین نتایج حاضر با تحقیقات آرتس و همکاران (۱) و مرادی نژاد (۲۴) در این مورد مطابقت دارد.

رشد و گسترش آلودگی های معمولا در دمای بالاتر از ۵ درجه سانتی گراد که جهت جلوگیری از سرمازدگی انار لازم است، تشدید می‌گردد، همچنین در پوشش های پلی اتیلنی با توجه به رطوبت بالا زمینه رشد و گسترش اسپورهای قارچی روی میوه ها فراهم می‌باشد (۳۱ و ۳۸).

واحد فارسی داخل پرانتز در عناوین محورها حذف شوند

فنل کل

تیمار پوشش پلی‌اتیلن در سطح احتمال یک درصد سبب کنترل سنتز فنول‌کل شده است که میوه‌های بدون پوشش نسبت به میوه‌های تیمار شده با پوشش پلی‌اتیلن دارای بیشترین سطح فنولیک بودند. محتوای فنولیک کل در آغاز انبارمانی ۸۶/۶ میلی گرم در لیتر بوده که بعد از ۱۲۰ روز انبارمانی، مقدار فنولیک کل در میوه‌های بدون پوشش ۴۴۳/۲۵ میلی‌گرم در لیتر و در میوه‌های با پوشش ۳۳۲ میلی‌گرم در لیتر افزایش داشته است (شکل۵).

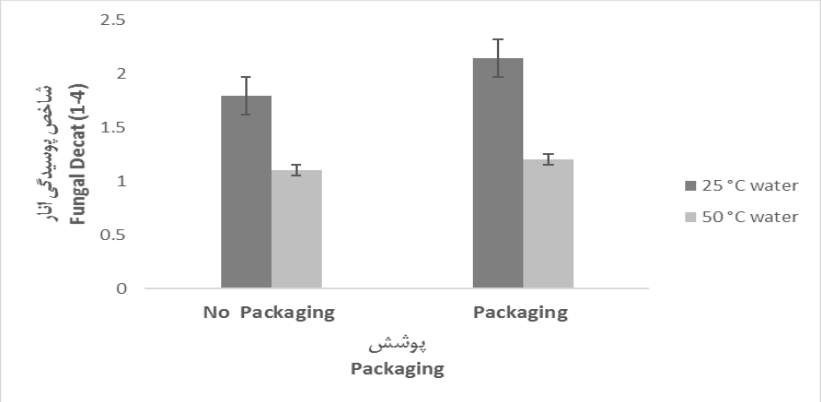
نتایج تحقیق حاضر با بررسی های انجام شده بر روی انبارمانی و تغییرات متابولیکی میوه‌های انار در رقم های مختلف مثل شیلن شاکا (Chilean Chaca)، بگوا (Bhagwa) و مولر دی الخه (Mollar de elche) مطابقت دارد (۲، ۹، ۳۳ و ۱۶).

برخلاف نتایج ما سیاری و همکاران (۳۳) گزارش کردند که محتوای ترکیبات فنولیک کل میوه انار در زمان انبارمانی با دمای ۲

درجه سانتی‌گراد برای ۸۴ روز کاهش داشته است. فاول و اوپارا (۱۴) نیز گزارش داده‌اند که محتویات فنولیک کل میوه ها در زمان انبارمانی در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد بعد از ۴ هفته کاهش داشته است. نتایج متناقض می تواند به رقم، شرایط انبار و مدت نگهداری میوه ها باز گردد. همچنین علت افزایش ترکیبات فنولیک میوه‌ها در زمان انبارمانی در اثر تحریک فعالیت بعضی از آنزیم های که در بیوسنتز فنولیک در دمای پایین درگیر هستند مربوط می‌شود. ترکیبات فنولیک همچنین می‌تواند در پاسخ به عوامل تنش‌زای مختلف از جمله دمای پایین، اکسیژن نامنظم و کربن‌دی‌اکسید بالا افزایش داشته و تأثیر زیادی در متابولیت‌ها و کیفیت فنولیک‌ها مثل کاهش آنتوسیانین انار دارد (۳۹). کاهش فنول‌کل در میوه‌های انار احتمالا مربوط به شکسته شدن ترکیبات‌فنولیک در نتیجه فعالیت‌های انزیمی در جریان انبارمانی می‌باشد (۹).

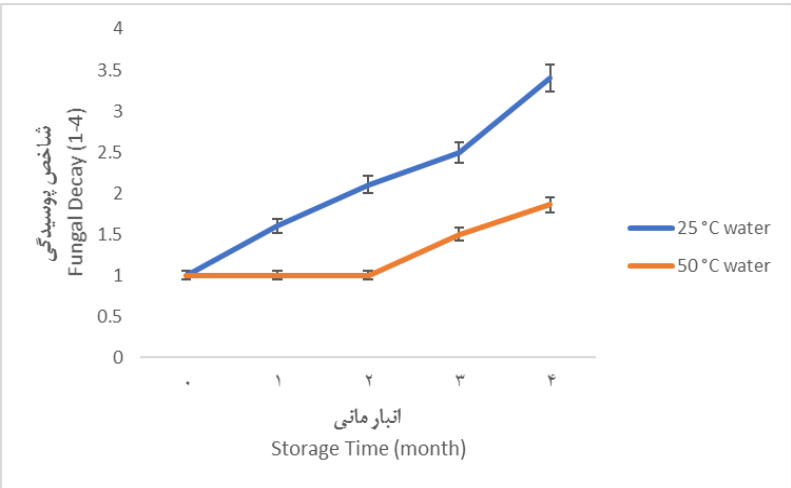
اسیدیته قابل تیتر (TA)

محتوایی اسیدیته میوه های انار در زمان برداشت ۱/۵ درصد بود که در زمان ذخیره و انبارمانی کاهش معنی داری را در همه تیمارها طی کرد. در بین تیمارها هیچ تفاوت معنی داری در جهت تغییرات اسیدیته مشاهده نشد. تغییرات اسیدیته بعداز ۱۲۰ روز ذخیره از ۱/۵ درصد به ۰/۸۵ درصد کاهش پیدا کرد شکل(۶).



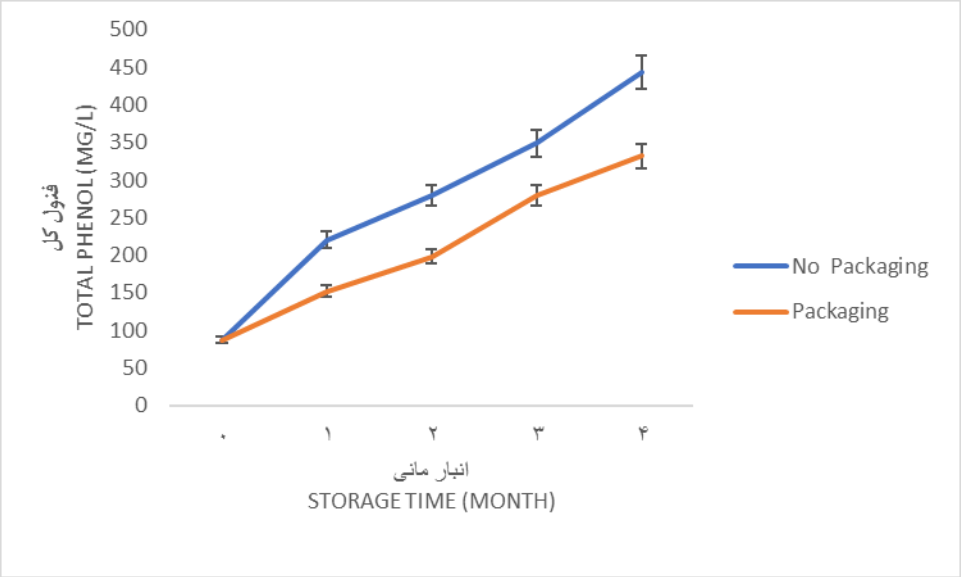
شکل ۳- اثر پوشش و دمای آب بر شاخص پوسیدگی میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) طی دوره انبارمانی. بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 3– Effect of water temperature and Polyethylene Packaging on the pomegranate Fungal decay (PostNazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error



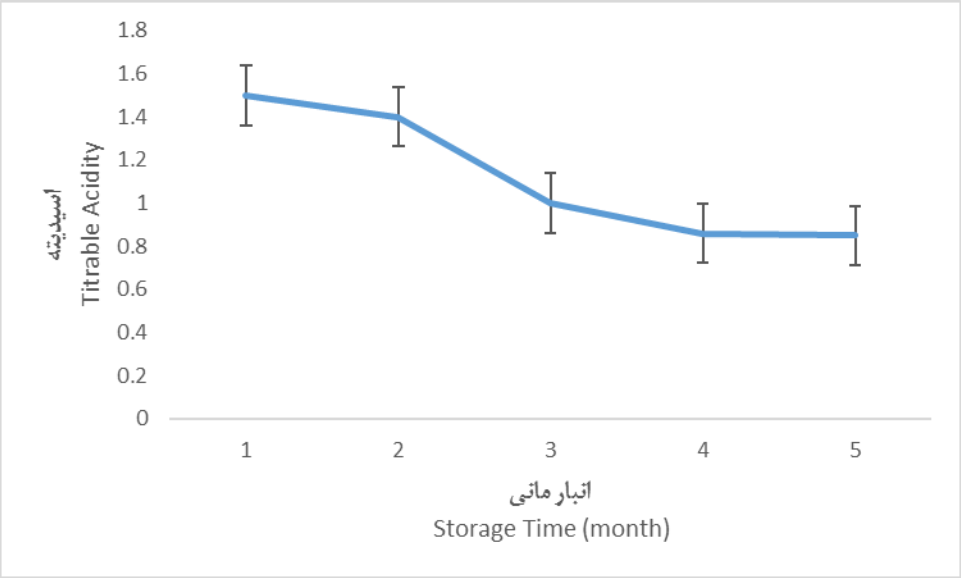
شکل ۴- اثر دمای آب بر شاخص پوسیدگی میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) طی دوره انبارمانی. بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 4– Effect of water temperature on the pomegranate Fungal decay (Post Nazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error



شکل ۵- اثر پوشش بر ترکیبات فنولیک آب‌میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) طی دوره انبارمانی. بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 5 – Effect of Packaging on the Phenolic compound pomegranate juice (PostNazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error



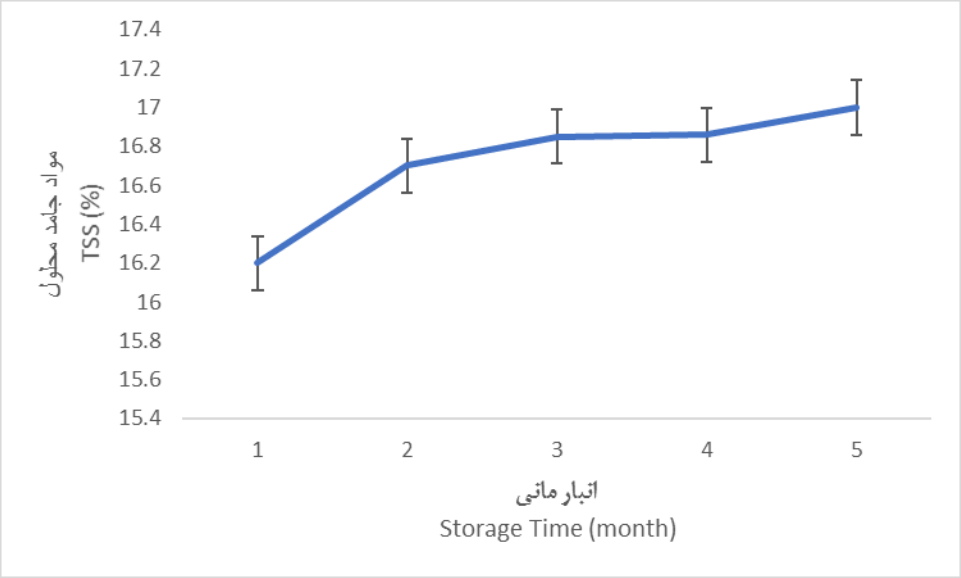
شکل ۶- اثر زمان انبارمانی بر اسیدیته قابل تیتر آب میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) ، بارها نشان دهنده ± خطای استاندارد می‌باشد

Figure 6 – Effect of Storage Time on titratable acidity pomegranate juice (PostNazuk Kandahar) during storage, bars indicate ± standard error

تغییرات اسیدیته قابل تیتر در این تحقیق با نتایج برخی از محققین مطابقت داشته و گزارش کردند که اسیدیته در شرایط اتمسفر تغییر یافته (MA) یا اتمسفیر کنترل شده (CA)[1] روند کاهشی را در مدت زمان انبارمانی طی می کند (۱، ۱۹ و ۲۸). برخلاف این یافته ها ناندا و همکاران (۲۵) گزارش از حفظ بقای اسیدیته، در میوه های انار با بسته بندی پلاستیک های پلیمر، در مقایسه با میوه های شاهد داشته است. تغییرات مشاهده شده در سطح اسیدیته بیانگر سوخت و ساز (متابولیسم) میوه‌های نافرازگرا در حال ذخیره است که میوه انار

1- Control Atmosphere

نیز شامل آنها می باشد. کاهش اسیدیته (TA) میوه‌های انار در انتهای زمان انبارمانی احتمالا مربوط به تغییرات متابولیک یا استفاده از ارگانیک اسید در فرایند تنفسی می‌باشد (۶).



شکل ۷- اثر زمان انبارمانی بر مواد محلول جامد آب‌میوه انار(رقم پوست نازک قندهاری) . بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 7 – Effect of storage time on total soluble solids pomegranate juice (PostNazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error

مواد جامد محلول TSS[1]

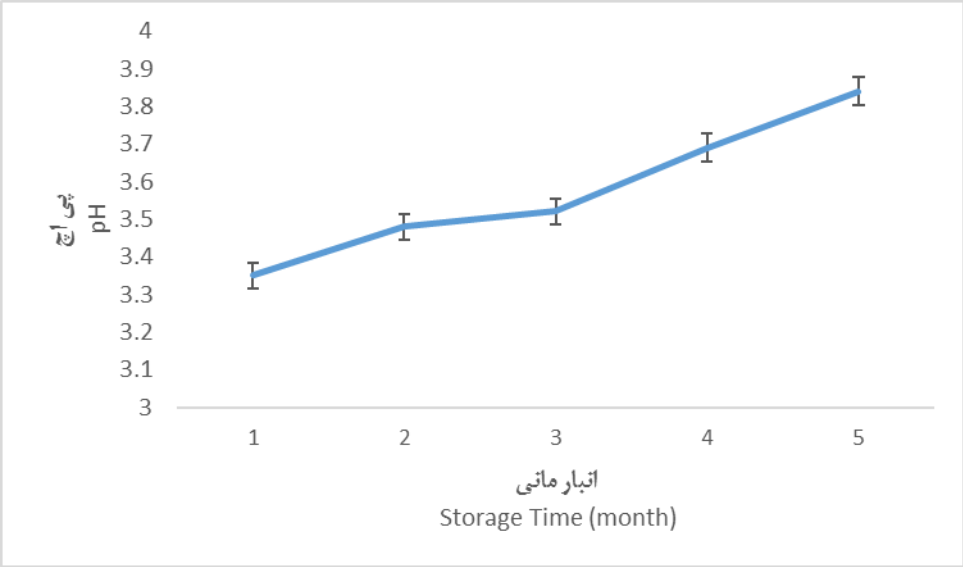
نتایج نشان میدهد فقط اثر زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱) . مواد جامد محلول (TSS) در زمان انبارمانی بصورت تدریجی درتمام تیمارها افزایش پیدا کرد. در ابتدا میانگین مواد جامد محلول میوه انار ۱۶/۲ درصد بود، اما بعداز ۱۲۰ روز ذخیره در سردخانه بیشترین محتوای مواد جامد محلول ۱۷درصد بود. هیچ تفاوت معنی داری در محتوای مواد جامد محلول بین تیمارها در جریان انبارمانی مشاهده نشد شکل (۷).

نتیجه تحقیق حاضر در این مورد با تحقیق ربیعی و رحمانی (۲۹) مطابقت دارد که روند افزایشی مذکور به علت کاهش آب میوه و تغلیظ محتویات آب میوه در طول زمان انبارداری بوده که در نهایت منجر به افزایش قند میوه می‌شود. برخلاف نتایج ما تعدادی از محققین گزارش کرده اند که مواد جامد محلول در اثر هیدرولیز ساکارز و استفاده بهینه از قند در تنفس میوه یک روند کاهش تدریجی را در در زمان انبارمانی طی می‌کند (۱، ۴، ۱۹، ۲۸، ۳۵).

pH آب میوه

نتایج برای پارامتر pH، اثر زمان را در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار نشان داد جدول (۱). در ابتدا میانگین pH آب میوه ۳/۳۵ و در انتهای زمان انبارمانی به ۳/۸۴ افزایش داشته است (شکل۸). هیچ تفاوت معنی داری در بین تیمارها در این مورد مشاهده نشده است. طلایی و همکاران گزارش (۳۷) دادند که pH آب میوه انار رقم ملس ساوه در طول آزمایش افزایش داشت. رستگاری و همکاران (۳۱) نیز گزارش از افزایش میزان pH آب میوه انار در زمان انبارمانی کردند که احتمالا به علت شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرایند تنفس می‌باشد. شکراله فام و همکاران (۳۵) اعلام کردند که انبارداری تا هفته چهارم انبارداری افزایش یافت که این افزایش احتمالاًبه واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس می باشد. طبق گزارش رنجبر و همکاران (۳۰) ، درصد مواد جامد محلول طی آزمایش کاهش و میزان پی اچ افزایش نشان داد، زیرا میوه های شاهد بیش ترین میزان مواد جامد محلول و کم ترین میزان پی اچ را دارا بودند.

1- Total Soluble Solids



شکل ۸- اثر زمان انبارمانی بر مواد محلول جامد آب‌میوه انار (رقم پوست نازک قندهاری) ، بارها نشان دهنده دو برابر خطای استاندارد می باشد

Figure 8 – Effect of storage time on pH pomegranate juice (PostNazuk Kandahar) during storage. Double bars indicate standard error

منابع

1. Arte´s F., Tudela J. A., and Villaescusa R. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. Postharvest Biology and Technology, 245-251.
2. Ben- Yehoshua, Sh. 1985. Individual seal packaging of fruits and vegetables in plastic film, new post harvest technique. Horticultural Science, 20(1): 32-37.
3. Caleb O.J., Opara U.L., Mahjan P. V., Manley M., Mokwena L., and Tredoux A. G.j. 2013. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-porcessed pomegranate arils (cvs. Acco. And Herskawitz). Postharvest Biology and Technology, 79: 61-54.
4. D'Aquino S., Palma A., Schirra M., Continella A., Tribulato E., and La Malfa S. 2010. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. Postharvest Biology and Technolog, 55, 121–128.
5. Danişman G., Arslan E., and Toklucu A. K. 2015. Kinetic Analysis of Anthocyanin Degradation and Polymeric Colour Formation in Grape Juice during Heating. Czech Journal of Food Sciences, 33: 103-108.
6. Dhall R. K., Sharma S. R., and Mahajan B. V. C. 2012. Effect of shrink wrap packaging for maintaining quality of cucumber during storage. Journal of Food Science and Technology, 49: 495-499.
7. Echeverria E., and Valich J. 1989. Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia organs. Journal of the American Society for Horticultural Science, 114, 445–449.
8. Elyatem S.M., and Kader A.A. 1984. Post-harvest physiology and storage behavior of pomegranate fruits. Scientia Horticulture, 24: 287-298.
9. Etherlands N., and Weusthuis M. 2009. Afghan Pomegranates in the Netherlands: Designing an International Pomegranate Supply Chain: an Inquiry Into the Design of the Pomegranate Supply Chain from Afghanistan to the Netherlands. Van Hall Larenstein, University of Applied Sciences.
10. Garcia J.M., Aguilera C., and Albi M.A. 1995. Postharvest Heat Treatment on Spanish Strawberry (Fragaria x ananassa cv. Tudla). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43:1489–1492.
11. Ghatge P.U., Kulkarni D.N., Rodge A. B., and Kshirsagar R.B. 2005. Studies on post – Harvest treatments for increasing storage life of pomegranate. Journal of Soils & Crops, 15: 319-322.
12. Gil M., and Tomas B. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:4581- 4589.
13. Glozer K., and Ferguson L. 2008. Pomegranate Production in Afghanistan. UCDAVIS.Coll. Journal of Agriculture and Environmental Sciences, P: 23.
14. Hamauzu Y. 2006. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. Stewart Postharvest Review, (2) 2:1-7.

15. Holland D., Hatib K., and Bar-Ya'akov I. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. Horticultural Reviews, Vol 35.
16. Klein, J.D., S. Lurie, and R. Ben Arie. 1990. Quality and Cell Wall Components of 'Anna' and 'Granny Smith' Apples Treated with Heat, Calcium and Ethylene. Journal of the American Society for Horticultural Science, 115:954-958.
17. Knee, M. (ed.). 2002. Fruit Quality and Its Biological Basis. Sheffield Academic Press. CRC Press. Sheffield. UK. 279 p.
18. Laribi, AI., Palou, L., Taberner, V., Pérez-Gago, M.B., 2012. Modified Atmosphere packaging to extend cold storage of pomegranate cv. 'Mollar de Elche'. http:// www.academia.edu/2500799/.
19. Lurie S. 1998. Postharvest heat treatments Review. Postharvest Biology and Technolog, 14: 257-269.
20. Maghoumi M., Gómez P. A., Mostofi Y., Zamani Z., Artés-Hernández F., and Artés F. 2013. Combined effect of heat treatment, UV-C and superatmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut pomegranate arils. LWT – Food Science and Technology, 30: 1-8.
21. Mahajan B.V. C., Singh N.P., and Kumar M. 2013. Effect of different packaging films on shelf life and quality of pear fruits under super market conditions. Flora Research Spectrum, 2: 68-71.
22. Mirdehghan S. H., Rahemi M., and Serrano M. 2006. Prestorage heat treatment to maintain nutritive and functional properties during postharvest cold storage of pomegranate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 8495-8500.
23. Mirdehghan S.H., Rahemi M., Mart´ınez-Romero D., Guill´en F., Valverde J.M., Zapata P.J., Serrano M., Valero D. 2007. Reduction of pomegranate chilling injury during storage after heat treatment: Role of polyamines. Postharvest Biology and Technology, 44: 19-25.
24. Moradinezhad F., and Khayyat M. 2014. Effects of Intermittent Warming and Prestorage Treatments (Hot Water, Salicylic Acid, Calcium Chloride) on Postharvest Life of Pomegranate Fruit cv. 'Shishe-Kab' during Long-Term Cold Storage. International Journal of Horticultural Science and Technology, 1: 43-51.
25. Nanda S., sudhakar Rao D.V., and Krishnamurthy S. 2001. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. Postharvest Biology and Technology, 22: 61-69.
26. Palou L., Crisosto C. H., and Garner D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of 'Wonderful' pomegranates. Postharvest Biology and Technology, 43: 133-142.
27. Paull R. E., and Chen N.J. 2000. Heat treatment and fruit ripening. Postharvest Biology and Technology, 21: 21-37.
28. Porat R., Weiss, B., Fuchs Y., Sandman A., and Ward G., 2008. Keeping quality of pomegranate fruit during prolonged storage and transport by MAP: new developments and commercial applications. Acta Horticulture, 804, 115–120.
29. Rabiei W., and Rahmani S. 2014. Effect of salicylic acid, calcium chloride and hot water treatments on quantitative, quality parameters and shelf life of pomegranate cv. 'Mey-khosh'. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 28(1): 107-115. (in Persian)
30. Ranjbar, H., Hasanpour, M., Asgari, M.A., Sameei Zadeh, H. and Baniasadi, A. 2007. The effects of calcium chloride, hot water treatment and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate (Cv Malas- Saveh). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 4 (2): 1-10.
31. Rastegari H. H., Tehranifar A., Nemati S. H., and Vazifeshenas M. R. 2014. The effect of Salicylic acid before harvest of fruit on post-harvest properties and shelf life of pomegranate. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 28(3): 360-368. (in Persian)
32. Salahvarzi Y., and Tehranifar A. 2012.The effects of some herbal essence and polyethylene packaging on shelf life and quality of pomegranate cv. 'Shishah-kap'. Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Technology), 27(3): 318-325. (In Persian)
33. Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Serrano, M., 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. Postharvest Biology and Technology, 60, 136–142.
34. Selcuk N., and Erkan M. 2015. Changes in phenolic compounds and antioxidant activity of sour–sweet pomegranates cv. 'Hicaznar' during long-term storage under modified atmosphere packaging. Journal of Postharvest Biology and Technology, 109: 30-29.
35. Shokrollah Fam, S., Hajilou, J., Zare, F., Tabatabaei, S.J. and Naghshiband Hasani, R. 2012. Effects of calcium chloride and salicylic acid on quality and shelf life of plum "golden drop" cultivar. Journal of Food Research, 2(1): 76-85
36. Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya', I., akov, Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D., Amir, R., 2009. Changes in chemical constituents during the maturation andripening of two commercially important pomegranate accessions. Food Chemistry, 115, 965– 973.

37. Talaie, A., M.A. Asgari Sarcheshmeh, and F. Bahadoran. 2004. The Effects of Hot Water Treatment and Polyethylene Bag Packaging on the Storage Life and Quality of Pomegranate cv. 'Malas-Saveh'. Iran. Journal of Agricultural Science, 35:2. (in Persian)
38. Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C., 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 853–876.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 181-193
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۳-۱۸۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Polyethylene Packaging and Hot Water Treatment on Shelf Life and Quality of Pomegranate Fruits Cultivar (Poost Nazuk Kandahar)

B. Abedy[1*]- M.H. Kazemi[2] - M. Shoor[3] – Y. Selahvarzi[4]

Received: 03-02-2016
Accepted: 30-06-2019

Introduction: Pomegranate (*Punica granatum L.*) is an important fruit crop of the world which native to Iran and Afghanistan. Pomegranate is produced throughout the Afghanistan. However, the most pomegranate orchard is in the south-west and the west region of Afghanistan, in the provinces of Kandahar, Helmand, Nimroz, Farah, Kapisa, Nangarhar and Herat. The major storage problems are desiccation of the fruit resulting in a brownish colored tough peel and arils, weight loss, chilling injury and fungi decay. Further, the storage temperature recommended for pomegranates has varied from 0 to 10°C from two weeks to seven months depending on the cultivar. Storing pomegranate at low temperature with packaging minimized chilling injury and maintained fruit quality. Heat treatment causes changes in fruit ripening, such as the inhibition of ethylene synthesis and action of cell wall degrading enzymes, due to changes in gene expression and protein synthesis. Pre-storage hot water treatment increases fruit quality and reduce fruit weight loss and chilling injury in pomegranate.

Method and Materials: Fully mature, pomegranate (*Punica granatum L.*) fruits cv. 'PoostNazuk Kandahar' was harvested form Kandahar province in 2014. They were immediately transported by plane to the laboratory of Horticultural Science, Ferdowsi University of Mashhad Iran. After washing and initial measurements, half of fruits were immersed in a hot water (50 and 25°C) bath for three minutes. Hot water treatment fruits were packaged in plastic zippers and the others half were without packaging. All the treated fruits were transferred to cold storage at 5±1°C and a relative humidity of 85 to 90% for four months. Every 30 days each the physico-chemical characteristics of pomegranate were evaluated. Experimental design was split factorial by completely randomized design with four replications. All analyses were performed with statistical software (JMP. 8.0, 2009).

Result and Discussion: The results demonstrated that the combination of hot water (HW) and polyethylene packaging was more effective in extending shelf life and reducing pomegranate fruit decay than the application of each treatment alone during long-term cold storage. The HW (50°C) treatment in combination with polyethylene packaging had significant effect ($p< 0.01$) on fruit weight loss and chilling injury index (CI) compared with the water (25°C) and without packaging during storage time. Most of fruit weight loss and *CI* were 37% and 24.7% that related to water (25°C) treatment and non-packaging, and the lowest were in order 1.6% and 2.2 % related to polyethylene packaging and HW (50 C°) treatments. Reduction in weight loss and CI by polyethylene packaging have been reported by other researchers [3, 4, 5, 9, 25 and 31]. HW (50°C) treatments reduced the expanding of fungi decay significant ($p< 0.01$) caused by use of polyethylene packaging after four months storage. This is agreement with Talaie et al [4], Artés et al [5] and Moradinezhad and Khayyat [31]. The effect of packaging on total phenolic compounds was also significant ($p< 0.01$). The total phenolic compounds of pomegranates showed an increase during the 120 days storage. Fruit without packaging had higher (443.25 mg/Lit) total phenolic compounds than the fruit stored in polyethylene package (332 mg/Lit), reaching a maximum accumulation, which is in agreement with the findings of other researchers [15, 24, and 38]. The HW treatment alone or in combination with packaging had no significant effect on TSS, TA and pH as compared to the water (25°C) and without packaging. At the end of storage, there was a significant increase in TSS and pH, and significant decreased in TA fruit juice after 4-month storage. Our finding is in agreement with previous reports [4, 5, 25 and 34], however was in contrast with the results of Nanda et al [33] who reported higher retention of TA in shrink film wrapped pomegranates, when compared to control fruit. One of the reasons for increase in TSS probably is decrease of fruit juice and its increase in concentration, during the storage time [1]. Rastegari et al [2] reported the increase in pH of fruit juice during storage, which is probably due to the breakdown of organic acids during the respiratory process.

Conclusions: Combined pre-storage treatments of HW and polyethylene package have more benefits than their individual application on maintaining quality and extending pomegranate fruit shelf life in prolonged cold

1, 2, 3 and 4- Assistant Professor, Graduated MSc in Horticulture, Associated Professor and Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: abedy@um.ac.ir)

storage. The pomegranate fruit cv. ‘PoostNazuk Kandahar’ could be stored for at least 20 weak under this combined treatment, effectively extending their marketing period with less decay. However, the unpackaged fruit, spoiled totally by 13 weak. Therefore, it is concluded that a combination of HW and polyethylene package treatment is a simple and low-cost method that has the ability to improve quality and postharvest life of pomegranate fruit cv. ‘PoostNazuk Kandahar’ during cold storage. However, more research is needed in this regard.

Keywords: Acidity, Decay rate, Soluble solids, Total phenol, Weight loss

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 195-205
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۰۵-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی اثرات پایه و محلول‌پاشی با مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ'

نادر یعقوبی اکرم[۱]- علی ایمانی[۲]- داود صادق‌زادهٔ اهری[۳]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

چکیده

تولید سیب، در اقتصاد باغبانی ایران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این پژوهش با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌منظور بررسی اثرات پایه و محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر برخی صفات کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ' طی سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در منطقه خرم‌دره انجام شد. عامل پایه در دو سطح (EM 9 و MM 106) و عامل غلظت محلول‌پاشی در سه سطح (صفر، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ پی.پی.ام) مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بود و درختان آزمایشی در سن ۹ سالگی قرار داشتند. عملیات محلول‌پاشی در طول دوران رشد و نمو رویشی درختان و در سه نوبت به فاصله ۲۲ روز انجام شد. نتایج نشان داد که عامل غلظت محلول‌پاشی بر عملکرد تک‌درخت، عملکرد در واحد سطح، طول و قطر شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر درخت، میزان افزایش سالانه قطر درخت، میزان مواد جامد محلول، اسیدیته و سفتی بافت میوه اثر معنی‌دار و بر میزان اسیدیته کل قابل تیتراسیون میوه‌ها اثر غیر معنی‌داری داشت. اثر پایه بر صفات طول رشد شاخه‌های جدید، قطر تنه درخت و میزان افزایش سالانه آن و همچنین میزان اسیدیته میوه معنی‌دار بود. اثر متقابل غلظت محلول‌پاشی× نوع پایه فقط در مورد صفت طول رشد شاخه‌های جدید معنی‌دار بود. جمع‌بندی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور با غلظت ۵۰۰۰ پی.پی.ام موجب بهبود خواص کمی و کیفی سیب رقم 'استارکینگ' بر روی پایه‌های M9 و MM106 می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته میوه، سفتی میوه، طول رشد شاخه جدید، عملکرد تک‌درخت، مواد جامد محلول میوه

مقدمه

سیب به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین درختان میوه شناخته و اهلی‌شده توسط انسان به دلیل داشتن تنوع زیاد در سازگاری اقلیمی، وسیع‌ترین میوه مورد کشت در مناطق معتدله است (۲۶ و ۲۷). تولید سیب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی در کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. میوه سیب علاوه بر مصارف داخلی از جمله مهم‌ترین محصولات صادراتی کشور محسوب شده و به همین دلیل افزایش بازده تولید و کیفیت آن ضرورت دارد. در میان کشورهای عمده تولید کننده سیب، ایران همواره در بین ده کشور اول قرار داشته و این محصول با سطح زیر کشت بالغبر ۲۳۱۰۰۰ هکتار و تولید سالانه ۳ میلیون تن در بین محصولات باغی، مقام اول را از نظر میزان تولید در کشور به خود اختصاص داده است. اگرچه ایران در امر تولید سیب جایگاه نسبتاً مناسبی در دنیا دارد، اما متوسط عملکرد آن در کشور حدود ۱۳ تن در هکتار گزارش شده است (۱). یکی از دلایل این امر تغذیه نامناسب و عدم توازن عناصر غذایی در خاک است. از این رو، عناصر غذایی مختلف در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه سیب از اهمیت خاصی برخوردارند (۱۵).

کلسیم مهم‌ترین عنصر در بهبود کیفیت و افزایش طول عمر انباری میوهٔ سیب است. انتقال کلسیم از برگ به میوه با تعرق گیاه کنترل می‌شود و در شرایط خشک و نیمه‌خشک ایران که اغلب با دمای بالا نیز همراه است این انتقال به شدت کاهش می‌یابد. با درشت‌تر شدن میوه به دلیل اثر رقّت (dilution effect)، روند کاهش کلسیم در میوه مخصوصاً در دمای بالا تشدید می‌شود (۳۰).

۱ - دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ایران
۲ - دانشیار موسسهٔ تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳ - دانشیار موسسهٔ تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
(*- نویسندهٔ مسئول: Email: dsadeghzade@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.54745

ناهنجاری‌ها و اختلالات فیزیولوژیکی متعددی مانند لکه تلخی، آردی شدن، پوسیدگی داخلی و آبگزشدن در سیب با کمبود کلسیم ارتباط دارد (۶، ۱۵، ۲۰ و ۲۷).

معلوم شده است که با افزایش نسبت پتاسیم به کلسیم کیفیت میوه پایین می‌آید و اگر در محلول‌پاشی متوالی کلرور کلسیم به فواصل دو هفته در طول دوره رشد، مقدار مناسب کلسیم به میوه انتقال یابد این نسبت تعدیل شده و در نتیجه کیفیت میوه و عمر انباری آن نیز افزایش می‌یابد (۱۷).

مطابق گزارش‌های مختلف، کلسیم از مؤثرترین مواد معدنی در ارتقای کیفیت میوه سیب است و نیاز به کلسیم را هیچ‌یک از عناصر دیگر تأمین نمی‌کند. ثابت شده است که در میوه سیب، غلظت کلسیم با تنفس کل رابطه معکوسی دارد (۲۷) و به همین دلیل کلسیم اثر مهمی در به تأخیر انداختن رسیدن میوه دارد. میوه‌هایی که محتوی کلسیم بیشتری هستند دارای قابلیت حمل و نقل و ماندگاری بهتری نسبت به سایر میوه‌ها می‌باشند .بنابراین، حضور کلسیم به مقدار کافی در استحکام بافت میوه و کاهش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی نقش بسیار موثری دارد. با افزایش کلسیم در سیب میزان فسادپذیری آن تا حد زیادی کاهش می‌یابد. محلول‌پاشی شاخ و برگ درختان با کلرید کلسیم ($Ca\ \ Cl_2$) و نیترات کلسیم ($Ca(NO_3)_2$) از رایج‌ترین روش‌های رفع کمبود این عنصر در مرحله قبل از برداشت میوه درختان است (۲۰، ۲۹ و ۳۶).

ناصری و همکاران (۲۱) در بررسی اثر محلول‌پاشی برگی برخی ریزمغذی‌ها(بور، مس و منگنز) و نگهداری در انبار سرد بر کیفیت میوه سیب رقم گلدن دلیشز روی پایه‌های M9 و B9 نشان دادند که این عمل باعث افزایش فوق‌العاده سطح عناصر برگ گردید ولی در افزایش عناصر غذائی میوه بی‌اثر بود. بر اساس نتایج پژوهش مذکور معلوم گردید که نوع پایه تاثیر معنی‌داری بر میزان جذب عناصر غذائی محلول‌پاشی شده بر روی برگ، کیفیت میوه و میزان آفتاب سوختگی میوه‌ها ندارد.

عنصر بور یکی از عناصر ریزمغذی لازم برای بهبود و افزایش کمیت و کیفیت محصول در درختان سیب است. بالا بودن pH خاک سبب ممانعت از جذب عنصر بور توسط درختان سیب می‌شود (۱۳). ساده‌ترین اثر کمبود بور در سیب بی‌مزه شدن میوه است. کمبود بور سبب کاهش تحرک کلسیم در درختان میوه می‌شود. ظهور لکه‌های خشک چوب‌پنبه‌ای در نسج میوه که به‌تدریج در اواخر فصل و نزدیک رسیدن میوه ترک می‌خورند از بارزترین علایم کمبود عنصر بور در سیب است. به‌دلیل نزدیک بودن مقدار کمبود و سمیت بور به یکدیگر، مصرف آن به‌صورت محلول‌پاشی بر شاخ و برگ گیاهان مناسب‌تر از مصرف خاکی آن است (۲۲). نتایج تحقیقات نشان داده است که مناسب‌ترین زمان کاربرد کودهای حاوی بور به‌صورت محلول‌پاشی روی درختان سیب در اوایل تابستان (۴ هفته پس از ریزش گلبرگ‌ها) می‌باشد (۲۷). اصغرزاده و بابائیان (۳) در سیب رقم شیخ امیر نشان دادند که محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها همراه با کلسیم‌بورات تاثیرات معنی‌داری روی عملکرد میوه، سختی میوه‌ها، مواد جامد محلول، اسیدیته و میزان عناصر بر و کلسیم در میوه‌ها دارد. همچنین افزایش میزان قند میوه انگور در اثر محلول‌پاشی با بور گزارش شده است (۲).

پایه‌های سیب در نقاط زیادی از جهان ارزیابی شده و به میزان وسیع و به شیوه‌های مختلف در دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پایه‌ها تفاوت‌های زیادی در سازگاری با انواع خاک‌ها و شرایط آب و هوایی دارند (۱۸و۱۹). در سال‌های اخیر استفاده از دو پایه EM 9 و MM 106 در باغ‌های سیب کشور رایج گشته است. EM 9 به دلیل داشتن قدرت رشد بسیار کم تا متوسط، آغاز رشد و خزان زودرس به‌ترتیب در بهار و پاییز، القای باردهی به رقم پیوندی از سال سوم و چهارم مشهور است. MM 106 دارای قدرت رشد متوسط بوده و القای زود باردهی آن به رقم پیوندی شبیه EM 9 است. داشتن تطابق خوب با ارقام تجاری مانند گلدن دلیشس از خصوصیات بارز این پایه محسوب می‌شود (۱۰، ۲۳ و۲۷). سیب رقم استارکینگ از زیر رقم‌های رد دلیشس است که دارای گوشت میوه زرد و محکم، آبدار، شیرین با اسیدیته کم است و حدود ۲ هفته زودرس‌تر از گلدن دلیشس است (۲۷)

با توجه به مشکلات موجود در خاک باغات زیر کشت سیب کشور که سبب بروز مشکل جدی در جذب عناصر غذایی شده و از طرف دیگر اهمیت بهبود کمی و کیفی تولید و بررسی امکان برطرف کردن نسبی آن این پژوهش اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی بهار و تابستان ۱۳۹۴در باغ شرکت کشت و صنعت دشت خرّم درّه (طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و به ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح دریای آزاد) انجام شد. در جدول ۱ برخی مشخصات مربوط به خاک باغ آزمایشی آمده است.

بررسی با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. عامل پایه در دو سطح (EM9 و MM106) و عامل غلظت محلول‌پاشی در سه سطح (صفر، ۳ و ۵ در هزار) مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور (به نسبت مساوی از هر یک یعنی ۳۳/۳۳ درصد) بود. درختان آزمایشی از رقم استارکینگ پیوند شده روی پایه‌های EM9 و MM106 بوده و در سن ۹ سالگی قرار داشتند. فاصله درختان در باغ ۱/۵ ×۳ متر و هدایت آن‌ها به صورت داربستی دو طرفه(شرقی – غربی) با محور تغییر یافته بوده و آبیاری باغ به روش قطره‌ای بود.

قطر اولیه تنه و ارتفاع درختان آزمایشی در اواخر زمستان (۲۰ اسفند) به‌ترتیب توسط کولیس ورنیه و خط کش چوبی اندازه‌گیری و

ثبت گردید. عملیات محلول‌پاشی در طول دوران رشد و نمو رویشی درختان و در سه نوبت به فاصله ۲۲روز انجام شد. تاریخ اولین محلول‌پاشی در ۷ تیر (پس از اتمام ریزش جودروی درختان) و تاریخ آخرین محلول‌پاشی ۲۰ مرداد (۲۰ روز قبل از برداشت) بود. برای تیمار شاهد، از آب خالص استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از آفتاب‌سوزی میوه‌ها در اثر تجمع قطرات محلول بر روی آن‌ها و نیز جلوگیری از تاثیر حرارت زیاد بر تبخیر محلول از سطح شاخ و برگ درختان، عملیات محلول‌پاشی در ساعات بعد از ظهر (۷ عصر به بعد) انجام گردید. همچنین به هنگام محلول‌پاشی با استفاده از پوشش نایلونی در اطراف درختان مورد تیمار، از پاشش محلول به درختان مجاور جلوگیری گردید.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ آزمایشی

Table 1. Some physical and chemical characteristics of experimental garden soil

شیب زمین Slop (%)	بافت خاک Soil Texture	قابلیت هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (ds/m)	اسیدیته pH	درصد کربن آلی Organic Carbon%	درصد مواد خنثی شونده Total Neutralize Volume%
0-2	لومی Loam	0.47	7.7	0.62	1.4

بعد از محلول‌پاشی، از دو طرف شرقی و غربی درختان یک شاخه به طول تقریبی ۸۰ تا ۱۰۰سانتی‌متر و قطر تقریبی ۱ الی ۱/۵سانتی‌متر انتخاب و علامت‌گذاری شد. پس از رسیدگی محصول (قهوه‌ای شدن رنگ بذور داخل میوه) عملیات یادداشت‌برداری از صفات و خصوصیات مختلف انجام شد. ابتدا صفات مربوط به رشد رویشی و عملکرد درختان آزمایشی شامل عملکرد تک درخت، طول و قطر شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر تنه درخت اندازه‌گیری و سپس از هر تیمار آزمایشی تعداد ۱۰ عدد میوه رسیده و سالم به تصادف انتخاب و در آزمایشگاه اقدام به اندازه‌گیری اسیدیته (pH)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و میزان مواد جامد محلول (TSS) آن‌ها شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی توسط نرم افزار MSTAT-C انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصله در بین خصوصیات مورد بررسی در این پژوهش فقط صفات طول رشد شاخه‌های جدید، قطر تنه درخت و میزان افزایش آن ، و همچنین میزان اسیدیته میوه تحت تاثیر معنی‌دار پایه قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین اثر پایه نشان داد که بیشترین رشد طولی شاخه‌های جدید (۳۰/۵۶ سانتی‌متر) مربوط به پایه MM 106 بود که در مقایسه با میزان رشد شاخه‌های درختان پیوندی بر روی پایه M9 (۲۰/۷۸ سانتی‌متر) ۴۷ درصد افزایش داشت (شکل ۱). القای رشد طولی کم شاخه‌های جدید در درختان پیوندی روی پایه M9 در این بررسی با نتایج گزارش شده توسط پژوهشگران دیگر مطابقت دارد(۱۹). همچنین بر اساس نتایج حاصل متوسط قطر تنه درختان پیوندی بر روی پایه M9 در این پژوهش برابر ۱۱/۵۰سانتی‌متر بود که در مقایسه با قطر تنه درختان پیوندی بر روی پایهMM 106 با ۲۲/۴۲ سانتی‌متر حدود ۵۱ درصد کاهش داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که متوسط افزایش قطر تنه درخت در طول سال زراعی در پایهM9 برابر ۴/۴ میلی‌متر بود در حالی‌که پایه MM 106 موجب افزایش قطری ۶/۸ میلی‌متر گردید و بر اساس آزمون دانکن(سطح احتمال ۵ درصد) در کلاس‌های جداگانه‌ای قرار داشتند (شکل ۱). بر اساس گزارش‌ها کنترل میزان رشد و اندازه درختان یکی از مهم‌ترین اثرهای پایه به شمار می‌رود (۱۹). تاثیر معنی‌دار پایه بر میزان رشد قطری درختان در مطالعات دیگر نیز اثبات شده است (۳۲). همچنین معلوم شده است که پایه M9 در مقایسه با پایه MM 106 رشد کمتری به درختان پیوندی القا نموده و ضعیف‌تر است (۱۰، ۲۳، ۲۷ و ۳۲).

نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که پایه‌های مختلف اثر معنی‌داری روی عملکرد رقم پیوندی دارند (۶، ۱۹ و۲۷) به‌عنوان مثال، مطالعات انجام شده در سیب رقم دلبار استیوال پیوند شده بر روی پایه‌های M9 ، MM106 وMM111 نشان داد که بیشترین عملکرد از پایه M9 حاصل می‌گردد (۱۹). ولی در این پژوهش نوع پایه بر عملکرد(عملکرد تک درخت و عملکرد در واحد سطح) درختان آزمایشی تاثیر معنی‌داری نداشت. تحقیقات انجام شده در پاکستان بر روی خواص کمی و کیفی سیب رقم استارکینگ نشان داد که عملکرد و متوسط وزن میوه آن روی پایه MM106 بیشتر از پایه M9 است (۳۱) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، نوع پایه به غیر از میزان اسیدیته(pH) میوه بر هیچ‌کدام از صفات و خصوصیات کیفی مربوط به میوه (میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و میزان سفتی بافت میوه) از نظر آماری تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی درختان سیب

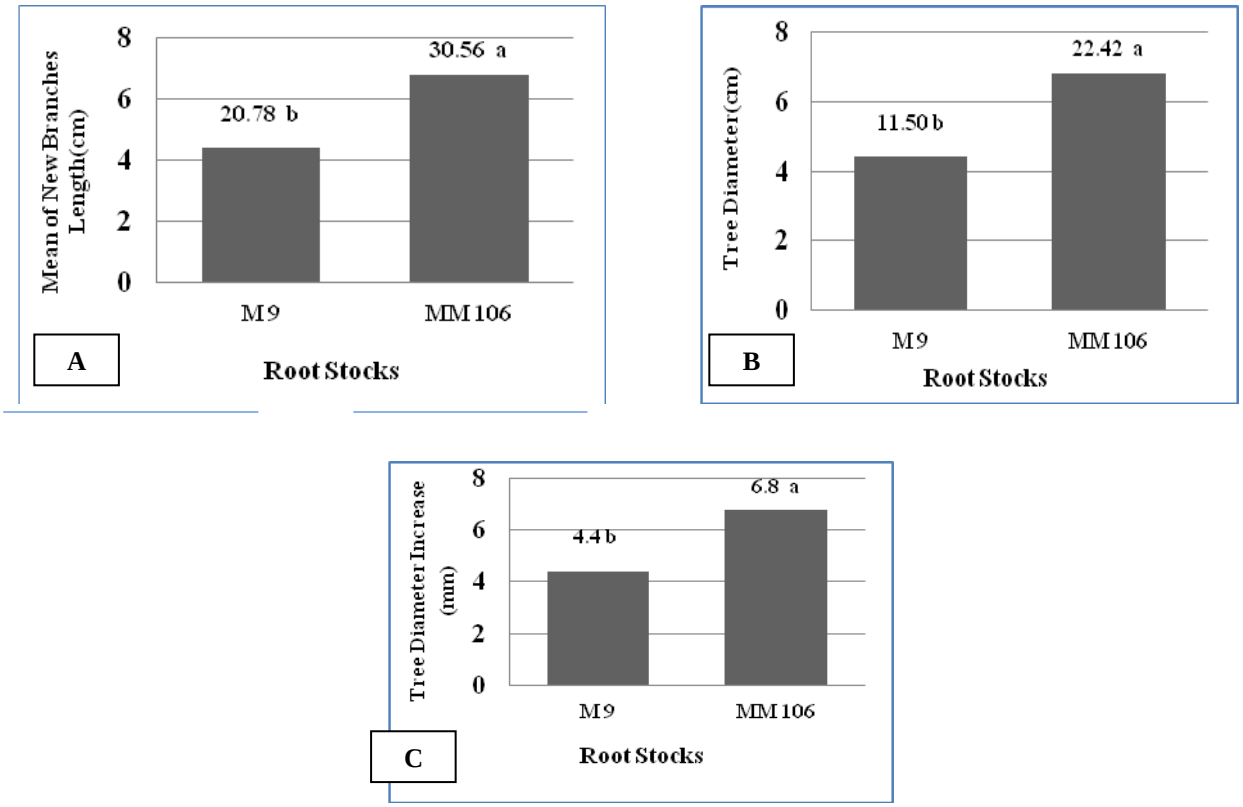
Table2. Analaysis of variance results for qualitative and quantitative traits of apple trees cv. 'Starking'

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares										
		عملکرد تک‌درخت ITY †	عملکرد در هکتار TY	طول شاخه‌های جدید NBL	قطر شاخه‌های جدید NBD	ارتفاع درخت TH	قطر تنه درخت TD	میزان افزایش قطر تنه TDI	مواد جامد محلول میوه TSS	اسیدیته میوه F pH	اسیدیته قابل تیتراسیون میوه FTA	سفتی بافت میوه FTH
تکرار Replication	2	1.09 ns	2.13 ns	2.17 ns	3.39 ns	0.0003 ns	0.17 ns	5.79 **	1.40 ns	0.26 ns	0.05 ns	0.04 ns
پایه (Ro) Rootstock	1	0.13 ns	0.025 ns	430.22 **	1.39 ns	0.003 ns	280.1 **	25.7 **	0.29 ns	0.18 **	0.09 ns	0.03 ns
غلظت محلول‌پاشی Spraying concentration (S)	2	11.62 *	22.78 *	132.67 **	57.72 **	0.015 **	85.5 **	36.5 **	26.14 **	0.56 **	0.02 ns	34.8 **
Ro×S	2	3.76 ns	7.35 ns	9.56 *	0.39 ns	0.0001 ns	2.72 ns	0.51 ns	0.38 ns	0.02 ns	0.01 ns	0.003 ns
خطا Error	10	2.94	5.77	1.90	0.99	0.001	5.97	0.63	1.64	0.01	0.04	0.11
ضریب تغییرات C.V (%)	--	6.03	6.15	5.37	9.57	1.65	5.29	14.20	8.79	2.59	5.61	2.72

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ، ns = عدم وجود اختلاف معنی‌دار

* and ** significantly different in 5% and 1% probability level, respectively and ns= not significant.

† ITY= Individual tree yield, TY= Yield per hectare, NBL= New branches length, NBD= New branches diameter, TH= Tree height, TD= Tree diameter, TDI=Tree diameter increase, TSS= Total soluble solids, F pH= Fruit pH, FTA= Fruit total titrable acidity, FTH= Fruit texture hardiness.



شکل ۱- اثر پایه بر طول رشد شاخه‌های جدید (A)، قطر تنه درخت (B) و میزان افزایش قطر تنه درخت (C) سیب رقم' استارکینگ'

Figure1. The rootstock effect on new branch length (A), tree diameter (B) and tree diameter increase (C) of apple cv. 'Starking'

برخی گزارش‌ها مبنی بر عدم تاثیر معنی‌دار پایه بر میزان، سفتی بافت و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه وجود دارد (۲۱ و ۲۸) که با نتایج این مطالعه مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مقدار اسیدیته میوه‌های رقم استارکینگ روی پایه M9 برابر ۴/۷ بود که در مقایسه با اسیدیته میوه روی پایه MM 106 (۴/۵) بیشتر بود (نتایج مقایسه میانگین ارایه نشده است). با توجه به این‌که میزان اسیدیته میوه نشانگر ترشی و شیرینی محصول تولیدی است نتایج حاکی از شیرینی بیشتر میوه‌های سیب استارکینگ تولیدی بر روی پایه M9 است.

پژوهشگران معتقدند که اغلب خصوصیات کیفی میوه نظیر سفتی بافت میوه تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده و بسته به نوع رقم متفاوت است. نوع پایه ممکن است بر روی سفتی بافت میوه سیب تأثیرگذار باشد که مقدار آن بسته به نوع رقم پیوندک متفاوت است (۸). متقابلاً گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر پایه بر سفتی بافت میوه و میزان مواد جامد محلول در سیب وجود دارد (۵) که با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

عامل غلظت محلول‌پاشی بر روی تمامی صفات مورد بررسی در این مطالعه به‌غیر از اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش غلظت مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور، صفات و خصوصیات مذکور افزایش می‌یابند. بیشترین عملکرد تک‌درخت (۲۹/۸۰ کیلوگرم)، بیشترین عملکرد در واحد سطح (۴۱/۸ تن در هکتار)، بیشترین مقدار رشد طولی شاخه‌های جدید (۳۰/۷ سانتی‌متر)، بیشترین قطر شاخه (۱/۳۷سانتی‌متر)، بیشترین ارتفاع درخت (۲/۴۰ متر)، بیشترین قطر تنه درخت (۱۹/۷ سانتی‌متر)، بیشترین افزایش قطر تنه(۸/۲ میلی‌متر)، بیشترین مقدار مواد جامد محلول (۱۶/۶ درصد)، بیشترین مقدار اسیدیته میوه (۴/۹) و بیشترین مقدار سفتی بافت میوه (۱۴/۱) متعلق به محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بود (جدول۳).

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت محلول‌پاشی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور در این بررسی، عملکرد میوه(عملکرد تک‌درخت و عملکرد در واحد سطح) افزایش می‌یابد(جدول ۳). این امر را می‌توان به نقش عناصر نیتروژن، کلسیم و بور در افزایش اندازه سلول‌ها در بافت میوه‌ها ارتباط داد که نهایتاً در افزایش عملکرد موثر بوده است. گزارش‌هائی مبنی بر افزایش وزن میوه با محلول‌پاشی کلسیم و بور وجود دارد (۱۴) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت

داشته و آن را تایید می‌کند. همچنین نتایج تحقیقات دو ساله پژوهشگران نشان داد که محلول‌پاشی جداگانه و یا مخلوط اسید بوریک و کلرید کلسیم سبب افزایش عملکرد و بهبود خواص فیزیکی میوه (وزن، طول، عرض، قطر، نسبت طول بر عرض و سفتی بافت)، و شیمیایی (درصد مواد جامد محلول، اسیدیته کل، مقدار قند و آنتوسیانین میوه) میوه‌های سیب رقم آنا (Anna) پیوندی بر روی پایه بالادی (Balady) می‌گردد. برترین تیمار در بررسی مذکور مخلوط ۰/۱ درصد اسید بوریک و ۰/۴ درصد کلرید کلسیم بود (۱۳) که تا حدودی با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

افزایش غلظت ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور در این بررسی سبب افزایش رشد (رشد طولی و قطری شاخه‌های جدید، ارتفاع و قطر تنه درختان) گردید. معلوم شده است که این ترکیبات محرک رشد بوده و سبب افزایش تقسیم سلولی و رشد طولی شاخه‌ها می‌گردند. عنصر نیتروژن به عنوان مهمترین عنصر غذایی در تغذیه درختان میوه مطرح است که علاوه بر تحریک مقدار رشد رویشی سالانه درختان در گلدهی، تشکیل میوه، بهبود عملکرد محصول و رسیدگی میوه‌ها دخالت دارد (۱۶و ۲۷). گزارش شده است که وجود کلسیم و بور به مقدار لازم موجب افزایش فعالیت‌های مرتبط با تقسیم سلولی در گیاهان شده و این امر سبب افزایش و تحریک رشد طولی می‌گردد (۲۲). گزارش‌های زیادی مبنی بر بهبود خصوصیات کیفی و جلوگیری از ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی میوه درختان سیب و گلابی توسط محلول‌پاشی با ترکیبات کلسیم وجود دارد (۲۰). گزارش شده است که سه یا چهار بار محلول‌پاشی سالانه با کلرید کلسیم به غلظت ۴/۷۹ تا ۳/۶۰ گرم در هر لیتر آب، سبب افزایش ده درصدی غلظت کلسیم میوه‌های درختان دلیشس و گلدن دلیشس می‌گردد. نتایج مشابهی نیز در درختان گلابی رقم آنجو تحت تاثیر محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت ۲/۳۸ گرم در لیتر گزارش گردیده است (۲۴). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که کاربرد مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور موجب بهبود برخی صفات کیفی میوه نظیر اسیدیته، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت میوه نسبت به عدم کاربرد آن (تیمار شاهد) می‌گردد (جدول ۳).

بررسی نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور میزان سفتی بافت میوه افزایش یافت به طوری‌که حداقل میزان این صفت در تیمار شاهد(محلول‌پاشی با آب خالص) و برابر ۹/۳۰ بوده و حداکثر آن (۱۴/۱۰) متعلق به تیمار ۵ در هزار ترکیب بود که حدود ۵۲ درصد افزایش داشت. علت افزایش سفتی میوه در تیمارهای ۳ و ۵ در هزار که حاوی کلرید کلسیم بودند را می‌توان به خاصیت جفت کنندگی پکتین‌ها توسط عنصر کلسیم نسبت داد که در نهایت این امر باعث استحکام بافت میوه می‌شود. نتایج پژوهش‌های متعددی نشان داده است که سفتی بافت میوه سیب تحت تاثیر محلول پاشی عنصر کلسیم بهبود قابل ملاحظه‌ای دارد. گزارش شده است که افزایش سفتی بافت میوه می‌تواند ناشی از افزایش میزان پکتات‌ها باشد که با کاربرد کلسیم افزایش می‌یابند. کلسیم باعث جفت شدن پکتین‌ها در دیواره سلولی و تشکیل پل‌های کاتیونی بین اسید پکتیک و یا بین اسید پکتیک و سایر پلی ساکاریدهای اسیدی موجود در میوه می‌گردد و این پل‌ها، موجب جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیک می‌گردند. در نهایت این فرآیند موجب استحکام و مقاومت بیشتر بافت میوه در برابر عوامل مخرّب آن می‌شود (۲۰ و ۳۳).

با توجه به این‌که در اغلب گزارش‌ها برای محلول‌پاشی با کلرور کلسیم و بهبود کیفیت انبارمانی میوه‌های سیب اولین مرحله محلول‌پاشی چهار هفته بعد از مرحله تمام گل و استفاده از غاظت ۵ در هزار و ۴ نوبت محلول‌پاشی توصیه شده است (۱۷و۲۷) ولی نتایج این پژوهش موید این امر بود که ۳ نوبت محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار مخلوط مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور موجب بهبود برخی صفات کیفی میوه (اسیدیته، میزان مواد جامد محلول و سفتی بافت) می‌گردد. یعنی می‌توان ضمن کاهش تعداد محلول‌پاشی و صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های تولید به این هدف دست یافت.

نتایج برخی مطالعات حاکی از بی تأثیر بودن محلول پاشی کلرور کلسیم بر درصد مواد جامد قابل حل و pH میوه است (۲۵ و ۳۴) که با یافته‌های این پژوهش مغایرت دارد. ولی در برخی درختان میوه دیگر گزارش شده است که محلول‌پاشی با کلرید کلسیم موجب افزایش میزان مواد جامد محلول میوه می‌گردد (۹، ۱۲ و ۳۵) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. به نظر می‌رسد دلیل افزایش مواد جامد محلول در میوه‌ها به علت وجود ترکیبات بور و کلسیم در ترکیب به کار رفته در این پژوهش باشد. حسن و همکاران (۱۱) نیز تاثیر ترکیبات مذکور در افزایش میزان مواد جامد محلول نسبت به شاهد را در آلو معنی‌دار گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. نتایج مطالعات دو ساله در مصر نیز حاکی از تاثیر مثبت مصرف مخلوط اسید بوریک و کلرید کلسیم بر افزایش مقدار مواد جامد محلول میوه‌های سیب رقم آنا بود (۱۳) که با نتایج این بررسی مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند. متقابلاً در برخی تحقیقات گزارش شده است که محلول‌پاشی با نیترات کلسیم موجب تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول میوه‌های سیب نمی‌گردد (۲۹).

هرچند گزارش‌هایی مبنی بر افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب در اثر تیمار با ترکیبات کلسیم وجود دارد (۲۰) ولی بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد ترکیب کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های سیب رقم استارکینگ تاثیری نداشت (جدول ۲).

گزارشات مشابهی مبنی بر عدم تاثیر محلول‌پاشی در مرحله قبل از برداشت با کلرید کلسیم بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در سایر میوه‌ها وجود دارد(۹، ۱۲ و ۳۵). نتایج پژوهش انجام یافته بر روی سیب رقم رداسپار در منطقه مشهد نشان داد که تیمار توام اسید بوریک و ساکارز سبب افزایش معنی‌داری در برخی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی میوه مانند سفتی میوه، pH، نسبت مواد جامد محلول بر اسید، ضخامت، حجم و میانگین قطر هندسی میوه نسبت به تیمار شاهد(بدون محلول‌پاشی) می‌گردد(۴) که در برخی موارد با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که اثر متقابل پایه×غلظت محلول‌پاشی فقط بر میزان رشد طولی شاخه‌های سال جاری معنی‌دار بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار رشد طولی شاخه‌های سال (۳۷ سانتی متر) متعلق به تیمار با غلظت ۵ در هزار مخلوط و در پایه MM106 بود که در مقایسات به روش دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) در رتبه اول جای داشت. کمترین مقدار رشد طولی شاخه‌های سال (۱۷ سانتی متر) متعلق به تیمار غلظت صفر مخلوط و پایه M9 بود که در مقایسات به روش دانکن در پایین‌ترین رده آماری قرار داشت (شکل ۲). با توجه به این نکته که همواره پایه M9 نسبت به پایه MM106 رشد رویشی کمتری به پیوندک القا می‌نماید این یافته نیز نشان می‌دهد که به طور کلی مقدار رشد رویشی سالانه رقم استارکینگ بر روی پایه M9 کمتر بوده است (شکل ۲).

اطلاعات مندرج در شکل ۲ نشان می‌دهد که با افـزایش غلظـت ماده مورد استفاده برای محلول‌پاشی در هـر دو پایـه بـر مقـدار رشـد رویشی طولی شاخه‌های جدید نیز افزوده شد. به نظر می‌رسد اثرهـای تحریکی کلسیم، بور و نیتروژن بر افزایش فعالیت‌های مرتبط با تقسیم سلولی در گیاهان سبب افزایش رشد طولی شاخه‌هـا در اثـر تیمـار بـا ماده شیمیایی (مخلوط کلرید کلسیم، نیتـرات کلسـیم و بـور) در ایـن بررسی گردید که با گزارشات سایر پژوهشگران مطابقت داشته و آن را تایید می‌کند (۲۲).

جمع‌بندی نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که محلـول‌پاشـی مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور با غلظت ۵ در هزار موجب بهبود خواص کمی و کیفی سیب رقم استارکینگ بروی پایه‌های M9 و MM106 می‌گردد.

جدول ۳- اثر غلظت محلول‌پاشی با مخلوط کلرید کلسیم، نیترات کلسیم و بور بر صفات و خصوصیات مورد مطالعه در سیب رقم 'استارکینگ'

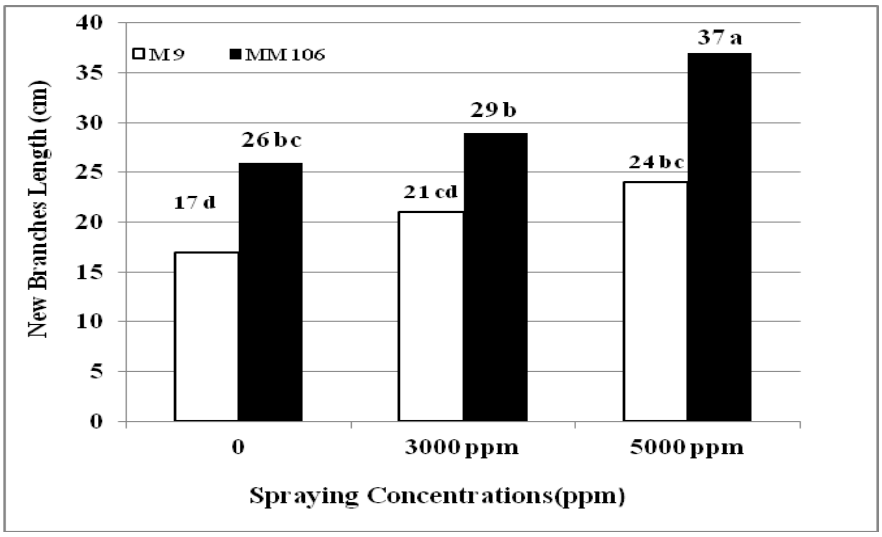
Table3. Spraying with calcium chloride, calcium nitrate and bore mixture concentration effect on studied traits of apple cv. 'Starking'

غلظت محلول‌پاشی Spraying Concentration (ppm)	صفت Trait								
	عملکرد تک‌درخت ITY (Kg) †	عملکرد در هکتار TY (t/ha)	طول شاخه‌های جدید NBL (cm)	قطر شاخه‌های جدید NBD (cm)	ارتفاع درخت TH (m)	قطر تنه درخت TD (cm)	میزان افزایش قطر تنه TDI (mm)	درصد مواد جامد محلول میوه TSS (%)	اسیدیته میوه F pH	سفتی بافت میوه FTH
0	27.10 b*	37.90 b	21.3 b	0.75 b	2.14 ab	12.20 b	3.3 c	12.40 c	4.32 b	9.30 c
3000	28.50 ab	39.90 ab	25.0 b	1.0 b	2.21 a	16.70 a	5.3 b	14.70 b	4.450 b	12.32 b
5000	29.80 a	41.18 a	30.7 a	1.37 a	2.40 a	19.70 a	8.2 a	16.60 a	4.90 a	14.10 a
LSD 5%	2.20	3.09	5.60	3.30	0.04	3.14	1.02	0.65	0.15	0.42

* 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.

† ITY= Individual tree yield, TY= Yield per hectare, NBL= New branches length, NBD= New branches diameter, TH= Tree height, TD= Tree diameter, TDI=Tree diameter increase, TSS= Total soluble solids, F pH= Fruit pH, FTH= Fruit texture hardiness.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل پایه× غلظت محلول‌پاشی بر طول رشد شاخه‌های جدید درختان سیب رقم' استارکینگ'

Figure2. Mean comparison of rootstock × spraying concentration interaction effect on tress new branches length apple cv. 'Starking'

منابع

1- Anonymous.2012.Statistical information of agricultural crops production in Iran. Department of Statistics. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi, Vol 3. pp: 138. (In Persian).

2- Arshad M., Grigorian V., Nazemyyeh A., Mostofi Y., and Khalighi, A.1996. Investigation on effects of spraying nitrogen and boron on fruit qualitative and quantitative characteristics and bearing of *Vitis vinifera* L.Soltani. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 7(2): 123-134. (In Persian).

3- Asgharzade A., and Babaeian M.2012. Foliar application of calcium borate and micronutrients effects on some characters of apple fruits in Shirvan region. Annals of Biological Research, 3 (1):527-533.

4- Atashi S.2011. Effects of boron and sacarose spraying on qualitative and quantitative characteristics of Red Spur apple cultivar. M.Sc. thesis. University of Ghorghan Agricultural science and natural resources, pp: 110. (In Persian).

5- Barden JA., and Michel EM.1992. Maturity and quality of golden delicious apple as influence by rootstocks. Journal of American Society of Horticultural Science, 117(4): 457- 550.

6- Demuth B., and Sundrud O.2012. Determination of calcium, magnesium, and potassium in various apple samples using ICP-AES. Journal of Analytical Chemistry, 3: 19-23.

7- Dilmaghani Hassanloui MR., Taheri M., and Malakouti MJ.2004. The interactive effects of potassium and calcium on the K/Ca and quality of apple fruits (In Naghadeh). Journal of Agricultural Engineering Research, 5(20):71-84.

8- Farahi H., Aboutalebi AH., Panahi Kordlaghari Kh.2008. Study on the changes of post harvest red and golden delicious apple flesh firmness in relation with rootstock, cultivar and calcium chloride treatments. Pajouhesh and Sazandegi, 78:74-79. (In Persian).

9- Ghani MAA., Awang Y., and Sijam K.2010. Disease occurrence and fruit quality of pre-harvest calcium treated red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). African Journal of Biotechnology, 10(9): 1550-1558.

10- GrigorianV.2002. Graft physiology and methods of grafting. Morvarid Publication. pp: 351. (In Persian).

11- Hassan HSA., Sarrwy SMA, and Mostafa EMA. 2010. Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micro-nutrients, and giberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of "Hollywood" plum trees. Agriculture and Biology Journal of North America: 638-643.

12- Khalaj K., Ahmadi N., and Souri MK.2015. Effect of calcium and boron foliar application on fruit quality in Asian pear cultivar 'KS10'. Journal of Crop Production and Processing, 4 (14):89-97.

13- Khalifa RKhM., Hafez MO., and Abd El Khair H. 2009. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. World Journal of Agricultural Sciences, 5(2):237-249.

14- Khoshgalb H.2008. The effects of calcium, zinc and boron on the chemical composition of fruits postharvest shelf life and reduce symptoms of internal browning of fruits of two varieties of Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) in

Tehran climate. PHD. Tnesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University Iran. (In Persian).
15- Malakoti MJ., and Tabatabaei SJ. 2001. Innovative Approaches to Balanced Nutrition of Fruit Tree. Sana Publications, Tehran, Iran. 654 pp. (In Persian).
16- Malakouti M J., Shahabi AA., Golchin A., Bybordi A., and Keshavarz P.2000. Recognizing nutritional inadequacies in apple trees and providing practical solutions to improve its yield and quality. Iranian Journal of Soil and Water Science (Special issue: Horticulture), 12(8):1-9. (In Persian).
17- Malakouti M J., Tabatabai SJ., Shahabi A., and Fallahi E. 1999. Effects of calcium chloride on apple fruit quality of trees grown in calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 22 (9):1451 - 1456.
18- Marini RP., Barden JA., Cline JA., Perry RL., and Robinson T. 2002. Effect of apple rootstocks on average Gala fruit weight at four locations after adjusting for crop load. Journal of American Society of Horticultural Science, 127: 749-753.
19- Moharrami R., Rabiei V., Amiri ME., and Azimi MR.2010. Rootstock effects on some characteristics of apple cv. Delbarstival. Seed and Plant Improvement Journal, 27(3): 323-337. (In Persian).
20- Naradisorn M.2013. Effect of calcium nutrition on fruit quality and postharvest diseases. International Journal of Science Innovations and Discoveries, 3 (1):8-13.
21- Naseri L., Babalarm M., Askari, MA., and Talaei A.R.2001. Effects of foliar sprays of some micronutrients and cold storage on fruit quality of Golden Delicious apple. Iranian Journal of Agricultural Science, 32(3):591-597.(In Persian).
22- Rab A., and Ul-Haq I.2012. Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. Turkish Journal of Agriculture, 36:695-701.
23- Radnia, H.1996. Rootstocks for fruit crops. Nashre Amoozesh Keshavarzi Publication. pp: 637. (In Persian).
24- Raese JT., and Drake SR.1993. Effects of preharvest calcium sprays on apple and pear quality. Journal of Plant Nutrition, 16:1807-1819.
25- Raese JT., Drake SR. and Staiff DC. 1999. Calcium sprays, time of harvest and duration in cold storage affects fruit quality of d'Anjou pears in a critical year. Journal of Plant Nutrition, 22 (12):1921 - 1929.
26- Rasolzadeghan Y.1990. Temperate-zone pomology (translated). Isfehan University Publication. (In Persian).
27- Sadeghzadeh Ahari D.2009. Collection of pomology knowledge. Vol 1. Pome fruits. Shahrab and Ayandeh sazan publication. pp: 122. (In Persian).
28- Shaeri M., Rabiei V., and Taheri M.2014.Rootstock and cultivar effects on mineral elements uptake efficiency and some quantitative and qualitative characteristics of apple cvs. Golden Delicious, Fuji and Delbarestival. Seed and Plant Production Journal, 30(4): 357-373. (In Persian).
29- Swiatkiewicz ID., Błaszczyk J.2009. Effect of calcium nitrate spraying on mineral contents and storability of ‘Elise’ apples. Polish Journal of Environmental Studies, 18(5):971-976.
30- Talaei AR. 1998. Physiology of temperate zone fruit trees. Tehran University Publications. Tehran, Iran. 423 pp.(In Persian).
31- Tareen MJ., Tareen AQ., Kamal JA., and Siddiqui BN.2003.Influence of MM-106 and M-9 root stocks on Star king Delicious apple. International Journal of Agriculture and Biology, 5(3): 339-340.
32- Tworkoski T., and Miller S.2007. Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits. Scientia Horticulturae, 111:335-343.
33- Veltman RH., Sanders MG., Persijn ST., Peppelenbos HW and Oosterhaven J.1999. Decreased ascorbic acid levels and brown core development in pears (*Pyrus communis* cv. ‘Conference’). Physiologia Plantarum, 107: 39-45.
34- Wojcik P. 2001. Jonagold apple fruit quality as influenced by fall sprays with calcium chloride at high rates. Journal of Plant Nutrition, 24 (12):1925-1936.
35- Wojcik P., and Lewandowski M. 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of 'Elsanta' strawberry. Journal of Plant Nutrition, 26: 671-682.
36- Yamane T.2014. Foliar calcium applications for controlling fruit disorders and storage life in deciduous fruit trees. Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 48 (1):29 – 33.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 195-205
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۰۵-۱۹۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Rootstock and Foliar Application of Calcium chloride, Calcium nitrate and Boron Mixture on some Qualitative and Quantitative Traits of "Starking" Apple Cultivar

N.Yaghubi Akram[1]- A. Imani[2]- D. Saedghzadeh Ahari[3]*

Received: 01-06-2016
Accepted: 30-06-2019

Introduction: Apple tree is one of the widely grown fruit crops in Iran. Apple is not only consumed as fresh fruit in Iran but also it is one of the most important export products in country. Iran has a good ranking among the first world ten apple producing countries and it annual production is about three million tons. Although Iran has acceptable ranking in the case of apple production in the world, but its mean yield is about 13 tons per hectare. Unsuited nourishing and unbalancing of the nutrients in the soils is one of the reasons for reducing of apple yields in most parts of Iran.

Calcium (Ca) is one of the plant nutrients that most closely related to improvement of fruit quality and increasing of fruits shelf life. Calcium mobilization from leaf to fruit is controlling by transpiration of plant. With growing of fruits, calcium deficiency will be increase especially in high temperature and drought condition because of dilution effect.

Calcium ions bind tightly to the pectins in the cell walls and produce cationic bridges between pectic acids, or between pectic acids and other acidic polysaccharides. These bridges make the cell walls less accessible to the action of pectolytic enzymes.

It is suggested that addition of calcium to fruit can either enhance resistance of fruit to postharvest pathogens or reduce susceptibility to postharvest diseases and disorders.

Calcium chloride ($Ca\ Cl_2$) and calcium nitrate [$Ca\ (NO_3)_2$] are commonly used for foliar sprays. Application of calcium chloride has been reported to control fruit disorders and improve fruit quality of apples and pears. Calcium chloride solution by immersion did not significantly differ from the untreated control in pH, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TA).

Boron is an essential micronutrient required for optimal yield and quality of apple fruit. Its availability to plants decreases with increasing of soil pH and under drought condition. Boron deficiencies may reduce Ca movement in a tree. Boron plays a significant role in pollination success and it plays a role in the trees ability to translocation of Ca from the roots to other parts of the tree. Foliar application of boron is preferred over soil application because of the very narrow range from deficient to toxic levels. Efficiency of calcium and boron increases plant height by increasing mitotic activity in the terminal meristems.

Dwarfing rootstocks have been used in most parts of the world. They have more differences in adaptability with different soils and agro-climatologically conditions. Recently using from East Maling 9 (M9) and Maling Merton 106 (MM106) has been extended in Iranian apple gardens.

Regarding to the difficulties of apple growing gardens in Iran that due to appearing serious difficulties in nutrients absorption by plants and importance of improvement of qualitative and quantitative apple production on the other hand, this study carried out.

Materials and Methods: The research study was conducted at the Khorramdarreh region located in $36^{\circ}.13'$ eastern longitude and $49^{\circ}.12'$ northern altitude and 1560 meter above the free seas levels, during spring and summer 2014 to determine the influence of foliar calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture application on growth and yield performance of Star King apple cultivar grafted on M 9 and MM 106 rootstocks. Trees were nine years old. The experiment was laid out in factorial based on randomized complete blocks design with 3 replications. Factor A was rootstock in two level(M 9 and MM 106) and factor B was foliar spraying of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture with three levels(0, 3000 and 5000 ppm).

Mixture of calcium chloride, calcium nitrate and borax (3000 and 5000 ppm), were applied as foliar spray in four times with 22 days interval started from 28 of June (after June drop). A back-held spray pump was used for

1 - Former MSc. Student, Department of Horticultural Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2 - Associate Professor, Horticultural Sciences Research Institute, AREEO, Karaj, Iran
3 - Associate Professor, Dryland Agricultural Research Institute, AREEO, Maragheh, Iran
(* Corresponding Author Email: dsadeghzade@yahoo.com)

foliar application of the chemicals. After spraying two branches were selected at two eastern and western directions with 80-100 centimeter length and 1-1.5 centimeter diameter for noting the growing related traits such as length and diameter of new branches also the tress height and diameter were noted. After ripening of the fruits, ten randomly selected fruit were picked around the tree canopy from each treatment and in laboratory some qualitative characteristics such as pH, titrable acid and total soluble solids of them were tested.

The data were analyzed using MSTAT-C software and treatment means were separated by the Duncans Multiple Range Test (DMRT) at a 0.05% level of significance.

Results and Discussion: Results showed that effect of rootstock factor was significant on length of new branches, tree diameter, annual increasing of tree diameter and fruit pH. The highest length of new branches (30.56 cm) belonged to MM 106 rootstock that 47% increased comparing with M9 new branches length. The lowest tree diameter was 11.50 cm and belonged to M 9 rootstock that decreased about 51% comparing with MM 106 rootstock. The highest annual increasing of tree diameter (6.8 mm) belonged to MM 106. The maximum fruit pH (4.7) belonged to M9 rootstock that had significantly differences with fruit pH in MM 106(4.5).Concentration factor had significantly effect on individual tree fruit yield, yields per hectare, length and diameter of new branches, trees height and diameter, annual increasing of tree diameter, fruit total soluble solid, fruit juice and fruits texture hardiness. Interaction effect of rootstock × concentration was significant only on length of new branches. With increasing of solution mixture (calcium chloride + calcium nitrate and boron) concentration, growing of new branches (in length and diameter), trees height and diameter were increased.

Conclusion: It can be concluded from these results that three time foliar application of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture on Star King apple cultivar grafted on M 9 and MM 106, results in a significant increase in tree and fruit qualitative and quantitative production. According to the results of study spraying of Star King apple cultivar with 5000 ppm concentration of calcium chloride + calcium nitrate and boron mixture, recommended in Khorramdarreh region.

Keywords: Fruit pH, Fruit texture hardiness, Individual tree yield, New branches growth, Total soluble solids

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 207-218
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۱۸-۲۰۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مطالعه میکروسکوپی اثر محلول‌پاشی بور بر روند رشد لوله گرده در دگرگرده‌افشانی برخی ارقام سیب

سکینه فلاح معافی[۱]- یاور شرفی[۲] *- آیت ا... رضایی[۳] - محمد حسین فتوکیان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۳

چکیده

در گیاه سیب برای میوه‌نشینی مطلوب باید دانه گرده‌ی کافی رقم سازگار به سطح کلاله منتقل و لوله‌های گرده در مادگی رشد کرده و تخمک‌ها را تلقیح نماید. بور از جمله فاکتورهای مهم رشد و نمو لوله‌های گرده می‌باشد. در این تحقیق اثر محلول‌پاشی بور در سه سطح شاهد (صفر)، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر روی روند رشد لوله گرده در دگرگرده‌افشانی چهار رقم سیب شامل Fuji، Golden delicious، Red delicious و Gala در دو زمان ۷۲ و ۱۲۰ ساعت پس از تلاقی، با میکروسکوپ فلورسنت مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده مشاهده شد که اثر هریک از فاکتورهای بور، زمان و ترکیب تلاقی بر درصد جوانه‌زنی در سطح کلاله و نفوذ لوله گرده در ابتدا، میانه‌ی خامه و ابتدای تخمدان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۳۳درصد) در ترکیب تلاقی (♀Golden delicious × Gala ♂) با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور در زمان ۱۲۰ ساعت در سطح کلاله مشاهده شد و بیشترین نفوذ لوله گرده به قسمت ابتدایی تخمدان با ۳۲/۰۶درصد در ترکیب تلاقی (♀Red delicious × Golden delicious ♂) با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. بیشترین نفوذ لوله گرده به قسمت ابتدایی تخمدان در ترکیب تلاقی (♀Red delicious × Golden delicious ♂) با ۱۹/۲۷درصد مشاهده شد که نشانه اثر بیشتر بور روی نفوذ لوله گرده آن‌ها همچنین، سازگاری بهتر آنها بود. گذشت زمان بیشتر در همه ترکیب تلاقی‌های تیمار شده با بور موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و افزایش میزان نفوذ لوله‌های گرده به ابتدای تخمدان شد.

واژه‌های کلیدی: اسید بوریک، تخمدان، تلاقی، درخت سیب، نفوذ لوله گرده

مقدمه

سیب با نام علمی (*Malus domestica*) یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی ایران به شمار می‌رود که از نظر میزان تولید با ۱۷۰۰۰۰۰ میلیون تن دارای جایگاه هفتم تولید سیب در جهان می‌باشد (۶). مهم‌ترین هدف برای تولیدکنندگان میوه، دستیابی به عملکرد بالای محصول همراه با کیفیت مناسب است. میزان نهایی تولید محصول در درختان میوه، نتیجه برهم‌کنش تعدادی از عوامل است. از جمله عوامل مهم در درختان میوه خودناسازگار میوه‌نشینی است که معمولاً به موفقیت فرایند گرده‌افشانی و لقاح بستگی دارد (۴، ۷، ۱۱، ۱۷، ۱۹ و ۲۰). از آنجایی که بیشتر ارقام سیب خودناسازگاری دارند لذا برای تشکیل میوه مطلوب نیازمند به دگرگرده‌افشانی با ارقام گرده‌زای مناسب، با گرده کافی و با کیفیت مناسب می‌باشند. همچنین، شرایط فیزیولوژیکی درختان گرده‌زا که به شدت تحت تأثیر تغذیه با عناصر معدنی می‌باشد و بر کیفیت گرده از نظر درصد جوانه‌زنی، قدرت زنده‌مانی و سرعت رشد لوله گرده در خامه مؤثر است (۱ و ۱۷). در مطالعات مختلفی که با کاربرد محلول‌پاشی بور بر گل‌های درختان میوه صورت گرفته، مشاهده شده که این عنصر دارای تاثیرات مثبتی در تشکیل میوه و بهبود عملکرد آن است (۲، ۸، ۱۲ و ۱۳) که دلایل آنرا داشتن نقش مثبت این عنصر بر درصد جوانه‌زنی گرده دانسته‌اند. بر اساس مطالعات صورت گرفته با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت و کاربرد غلظت‌های مختلف بور بر رشد لوله گرده و تأثیر آن در تشکیل میوه در شرایط طبیعی و درون شیشه‌ای بر روی درختان بالغ زردآلو مشاهده شده که کاربرد محلول‌پاشی بور در شرایط طبیعی باعث افزایش رشد لوله گرده به سمت تخمدان شده است. همچنین، کاربرد بور در شرایط درون شیشه‌ای باعث افزایش

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد میوه کاری، استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
۴- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: y.sharafi@shahed.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.67287

جوانه‌زنی گرده‌ها شده و در غلظت‌های بالاتر باعث کاهش آن گردیده است (۸). در مطالعه ای دیگر با کاربرد محلول پاشی بور در مرحله شکوفه‌دهی در توت فرنگی مشاهده شد که بور بکار رفته در این مرحله سریعاً توسط گل‌ها جذب شده و موجب بهبود رشد رویشی آن می‌شود. همچنین، با تأثیر بر جوانه‌زنی گرده و لقاح، موجب بهبود باروری گیاه توت فرنگی شده است (۹). در مطالعه ای دیگر با محلول‌پاشی عنصر روی و بور بر درخت پرتقال گزارش شد که کاربرد روی سبب افزایش طول لوله گرده پرتقال و همچنین باروری و افزایش زنده‌مانی تخمک و نیز افزایش ساکارز و نرمی پوست میوه می‌شود، درحالی که بور باعث افزایش رشد لوله گرده، اندازه میوه و میزان قند میوه می‌شود (۱۴).

بر اساس مطالعات صورت گرفته محلول‌پاشی بور برای محصولات مختلف میوه، در مرحله‌ی شکوفه‌دهی که در دوره‌های بحرانی از تشکیل گرده، جوانه‌زنی و تلقیح که قبل از تشکیل میوه قرار دارد بسیار مؤثر واقع می‌باشد. محلول پاشی بور در این مرحله سریعاً توسط گل جذب شده در نتیجه گل‌ها حاوی مقادیر کافی از بور در مراحل گلدهی و تشکیل میوه می‌باشند همچنین، بور در این مرحله تولید گل‌ها و جوانه‌زنی لوله گرده را افزایش می‌دهد و به افزایش توسعه میوه کمک می‌کند (۱۵، ۱۶ و ۱۸). بنابراین، با توجه به تاثیراتی که عنصر بور بر جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده و در نتیجه تشکیل میوه دارد، در این تحقیق تأثیر این عنصر بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در دگرگرده‌افشانی چند رقم سیب شامل: (Red delicious،Golden delicious، Gala و Fuji) با استفاده از روش میکروسکوپ فلورسنت مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در اسفند ماه سال ۱۳۹۳ ابتدا ارقامی خودناسازگار از درختان سیب ۱۲ ساله روی پایه EM126 شامل (Red delicious، Golden delicious، و Fuji) انتخاب و بعد از اتیکت‌زنی ارقام، وضعیت جوانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله‌ی بعد محلول پاشی در زمان دو هفته قبل از باز شدن جوانه‌های گل با بور در سطح شاهد (۰)، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ (میلی‌گرم بر لیتر) روی ارقام سیب صورت گرفت. برای جذب بهتر مواد، محلول پاشی در ساعت خنک بعد از ظهر انجام گرفت. محلول پاشی روی جوانه‌ها تا زمانی ادامه پیدا کرد که شاخه‌ها کاملاً خیس شده و محلول از شاخه‌ها چکه کرد. به منظور جمع‌آوری دانه گرده، قبل از باز شدن گلها، شاخه‌هایی که حاوی غنچه کافی بودند به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر از درختانی که محلول پاشی شده بودند تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند. در مرحله بعد، زمانی که غنچه‌ها در پایان مرحله بالونی (Ballon Stage) قرار داشتند، بساک‌های آنها با استفاده از پنس به آرامی جدا شد و به مدت ۱۸-۱۲ ساعت روی یک برگ کاغذ در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده تا خشک شوند. پس از جمع‌آوری گرده‌های خشک شده، تا زمان انجام آزمایش در شیشه‌های آزمایشگاهی مخصوص در یخچال نگهداری شدند. جهت اطمینان از قدرت جوانه‌زنی دانه‌های گرده جمع آوری شده همچنین، اثر عنصر بور اقدام به کشت دانه‌های گرده جمع آوری شده در محیط کشت شد. برای کشت دانه گرده از محیط کشت حاوی ۳۰ درصد ساکاروز، یک درصد آگار و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید بوریک استفاده شد. محیط کشت‌های حاوی گرده به مدت ۱۲ ساعت به انکوباتور با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. بعد از این مدت جهت توقف رشد لوله‌های گرده در زمان مورد نظر از کلروفرم استفاده شد تا رشد لوله‌های گرده متوقف گردد و طول لوله‌های گرده در تیمارهای مختلف مورد مقایسه قرار گیرد.

در پایان، جوانه‌زنی گرده‌ها در زیر میکروسکوپ مورد شمارش قرار گرفت و درصد جوانه‌زنی محاسبه شد. به منظور جلوگیری از اثر توده‌ای شمارش دانه گرده در میدان‌هایی از پتری دیش صورت گرفت که توزیع دانه گرده‌ی تا حد امکان به صورت یکنواخت انجام شده بود.

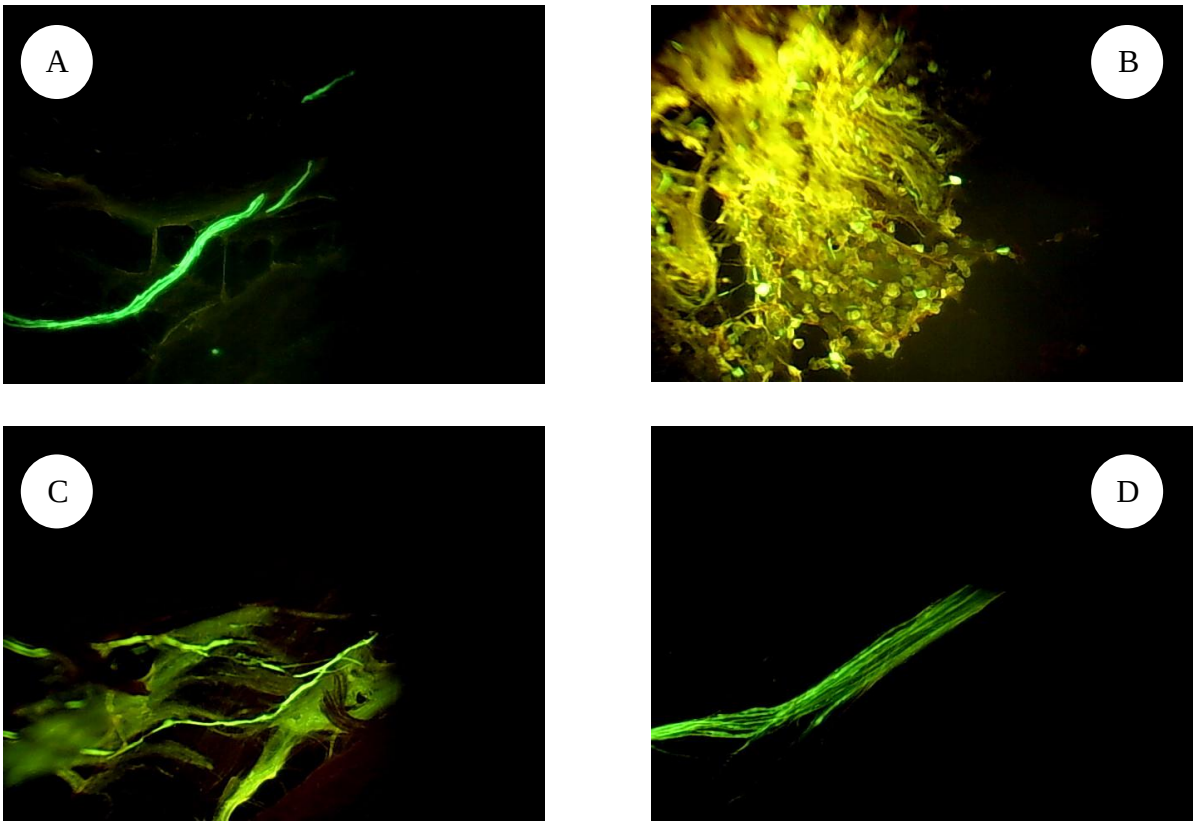
شش ترکیب تلاقی از چهار رقم سیب بصورت (♀Red delicious × Golden delicious ♂، ♀Red delicious × Gala ♂ ،Fuji♂ ♀Golden delicious × Gala ♂ ،Fuji ♂ و ♀Gala× Fuji ♂) در نظر گرفته شدند. برای انجام هر تلاقی، روی پایه‌های مادری چند شاخه با تعداد جوانه گل مناسب در نظر گرفته شده و با کیسه‌های مخصوص گرده افشانی ایزوله شدند تا از ورود گرده های خارجی جلوگیری شده و در زمان گرده‌افشانی با گرده‌های والد پدری تلاقی داده شوند. گرده‌افشانی شاخه‌های انتخاب شده روی پایه‌های مادری یک روز پس از اخته کردن و زمانی صورت گرفت که کلاله‌ها آماده پذیرش گرده بودند. گرده‌افشانی با قلم‌مویی مخصوص گرده‌افشانی در صبح انجام و یک روز بعد جهت اطمینان، گرده‌افشانی تکمیلی با همین روش انجام شد و برای جلوگیری از ورود گرده های ناخواسته، درختان گرده افشانی شده با ایزولاتور بسته شدند.

بعد از انجام تلاقی‌های مورد نظر روی ارقام سیب، اقدام به جمع آوری مادگی‌های تلقیح شده گردید. بدین منظور از هر ترکیب تلاقی حداقل ۲۰ مادگی سالم انتخاب شد و داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۱۰ سی‌سی فیکساتور قرار داده شدند. زمان نمونه برداری طی دو زمان ۷۲ و ۱۲۰ ساعت پس از گرده‌افشانی تکمیلی صورت گرفت. محلول تثبیت کننده شامل ۵ درصد فرمالدئید ۵۰ درصد، ۵ درصد اسیداستیک‌گلاسیال و ۹۰ درصد الکل ۷۰ درصد بود که برای تثبیت مادگی‌های تلقیح شده مورد استفاده قرار گرفت. ترکیبات مختلف موجود در محلول فوق باعث توقف رشد لوله گرده تا زمان بررسی میکروسکوپی گردید. نمونه‌ها تا انجام آزمایشات بعدی در دمای چهار

درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در این مرحله مادگی‌ها از داخل فیکساتور خارج و با آب مقطر سه بار به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده شدند. در مرحله بعد مادگی‌ها در داخل ویال‌های شیشه‌ای حاوی ۱۰ میلی‌لیتر سولفیت سدیم ۵ درصد قرار داده شدند. به منظور نرم شدن بافت مادگی در داخل اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و با فشار ۱/۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. پس از خنک شدن ویال‌ها تا زمان انجام رنگ آمیزی داخل یخچال نگهداری شدند. رنگ‌آمیزی نمونه‌ها توسط محلول آنیلین‌بلو (Aniline Blue) صورت گرفت. روند رشد لوله گرده تلاقی‌های مختلف با میکروسکوپ فلورسنت در چهار قسمت سطح کلاله، یک سوم بالای خامه، وسط خامه، یک سوم پایین خامه و ابتدای تخمدان مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که سیب پنج برچه‌ای بوده و هر مادگی آن دارای ۵ کلاله و خامه می‌باشد میانگین درصد جوانه‌زنی و نفوذ لوله‌های گرده‌ها در هر ۵ کلاله و خامه محاسبه شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۲ عامل بور و شش ترکیب تلاقی با پنج تکرار (پنج نمونه مادگی در هر تکرار) در دو زمان مختلف (۷۲ و ۱۲۰ ساعت پس از انجام تلاقی‌ها) صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن) همچنین، برآورد ضریب همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌ها در جدول (۱) نشان داد که ترکیب تلاقی چهار رقم Gala, Golden Delicious, Red Delicious,Fuji بر درصد جوانه‌زنی گرده‌ها و تعداد لوله‌های گرده نفوذ کرده به قسمت ابتدایی، میانه خامه و ابتدای تخمدان اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد نشان داد. همچنین، غلظت بور بر صفات درصد جوانه‌زنی گرده، تعداد لوله‌های گرده نفوذ کرده به ابتدا و قسمت میانی خامه و قسمت ابتدایی تخمدان در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. اثر زمان نیز مشابه اثر غلظت بور بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود.



شکل ۱- به ترتیب سطح کلاله ، اول خامه ، وسط خامه و اول تخمدان در تلاقی ارقام 'گلدن دلیشز' و 'رد دلیشز'
Fig 1-A;Stigma surface, B; upper part of style, C; middle of style and D; ovary beginning respectively

نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر متقابل زمان × تلاقی‌ها روی هیچ کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبوده همچنین، اثر متقابل غلظت بور × تلاقی‌ها بر درصد جوانه‌زنی در سطح کلاله معنی‌دار نبوده، ولی بر میزان نفوذ لوله گرده در قسمت ابتدایی خامه

در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و در سایر صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل زمان × تلاقی × غلظت بور بر هیچ یک از صفات درصد جوانه‌زنی گرده‌ها، تعداد لوله‌های گرده نفوذ کرده به قسمت میانی و انتهایی خامه همچنین، تعداد لوله گرده نفوذ کرده به ابتدای تخمدان معنی‌دار نشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر زمان، ترکیب تلاقی و عنصر بور بر درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و درصد نفوذ لوله گرده در ابتدا، میانه‌ی خامه و ابتدای تخمدان در برخی ارقام سیب

Table 1. ANOVA for the effect of time, crosses and boron on the pollen germination on the stigma and tube penetration to upper and middle part of the style and beginning of the ovary of some apple cultivars.

Source of Variation منابع تغییرات	Df درجه آزادی	Stigma سطح کلاله	Upper Ppart of the Sstyle قسمت بالایی خامه	The Mmiddle Ppart of the Sstyle قسمت میانی خامه	Bbeginning of the Oovary ابتدای تخمدان
Cross تلاقی	5	84.44 **	59.166**	88.88**	09.60**
Concentration of Boron غلظت بور	2	** 81.1967	98.4676 **	52.3349**	02.2891**
Time زمان	1	** 93.5259	40.1352 **	42.1394**	75.1809**
Cross × time زمان× تلاقی	5	7.711ns	86.46 ns	20ns.22	82.8 ns
Cross × Boron تلاقی×بور	10	94ns.22	96.50*	39.22 **	57.38**
Boron ×Time بور × زمان	2	76.741 **	68.33 ns	82.70**	81.114**
cross × Boron ×Time بور×زمان×تلاقی	10	57.9 ns	70.32 ns	09.30 ns	34.16 ns
Error خطا	144	87.20	42.24	52.16	20.12
Total کل		23	3.20	6.20	9.2

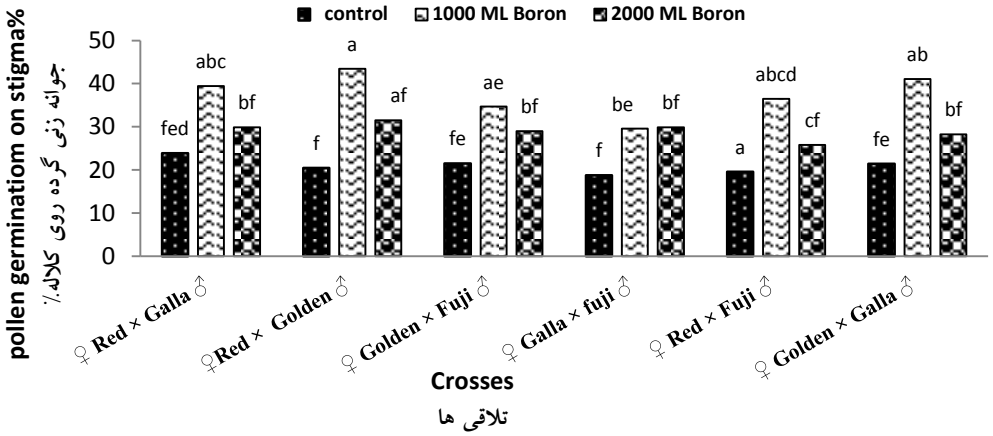
ns= غیر معنی دار ، *= معنی‌دار در سطح پنج درصد و **= معنی دار در سطح یک درصد

ns= Non Significant , * = Significant levels 1%, ** = Significant levels 5%

مطابق نتایج این بررسی، در مطالعه‌ای گزارش شده که کاربرد محلول‌پاشی بور در شرایط طبیعی باغ زردآلو موجب افزایش رشد لوله گرده به سمت تخمدان می‌شود. همچنین، کاربرد بور در شرایط درون شیشه‌ای باعث افزایش جوانه‌زنی گرده‌ها شده و در غلظت‌های بالاتر موجب کاهش آن می‌شود. حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در سطح کلاله در زمان ۴۸ ساعت پس از گرده‌افشانی با گرده‌های تیمار شده با سطح بور ۲۴۵ و ۴۹۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد. بیشترین میزان نفوذ لوله گرده در خامه و تخمدان نیز در زمان ۴۸ ساعت پس از گرده‌افشانی با گرده‌های تیمار شده با بور در سطح‌های ۲۴۵ و ۴۹۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد که با گذشت زمان در ۱۴۴ و ۱۶۶ ساعت پس از گرده‌افشانی به طور معنی داری، لوله‌های گرده بیشتری به ابتدای تخمدان رسیدند (۶). بر اساس آزمایشات صورت گرفته در این مطالعه با کاربرد گرده‌های والد پدری روی مادگی‌های والد مادری تیمار شده با بور در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و زمان ۱۲۰ ساعت پس از انجام گرده‌افشانی، بیشترین درصد جوانه‌زنی و نفوذ لوله گرده در سطح کلاله و ابتدای تخمدان مشاهده شد که با نتایج گزارش شده در مطالعات فوق مطابقت داشت. این نتایج به احتمال زیاد به اثر بور در افزایش تقسیمات سلولی و در نتیجه افزایش طول لوله گرده و نهایتاً تسریع رسیدن لوله‌های گرده بیشتر به تخمدان مربوط می‌شود. زیرا بور در تشکیل دوک‌های کروموزومی و تقسیم میتوز و همچنین در تشکیل دیواره‌ی سلولی مؤثر است (۵).

بر اساس نتایج شکل (۲) سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور بیشترین تأثیر را بر افزایش درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در سطح کلاله نشان داد. در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور مشاهده شد درصد جوانه‌زنی گرده‌ها به شدت کاهش یافته و اثر سمیّت را بر گرده‌ها نشان داده است. در واقع گرده‌هایی که از درختان تیمار شده با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور جمع‌آوری شده‌اند بعد از گرده‌افشانی کنترل شده روی کلاله مادگی‌هایی که آنها نیز سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم

بر لیتر بور را دریافت کرده‌اند موجب افزایش واکنش‌های فیزیولوژیکی در گرده‌ها شده، که بور در آنها نقش داشته و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی در این غلظت مشاهده شد. همچنین، تعداد زیادی از گرده‌ها فاقد حیات بوده و قوه‌ی نامیه‌ی خود را از دست داده بودند که نداشتن حیات گرده به معنی از دست دادن قابلیت غشا در سلول‌های رویشی برای حفظ ساختار طبیعی سلول و فرایند آبرسانی و تنظیم فشار اسمزی می‌باشد (۱۲).



شکل ۲- اثر متقابل غلظت بور (میلیگرم بر لیتر)× ترکیب تلاقی بر درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله برخی ارقام سیب

Figure 1. The interaction between Boron concentration (mg L^{-1}) ×crosses on the pollen germination on the stigma of some apple cultivars

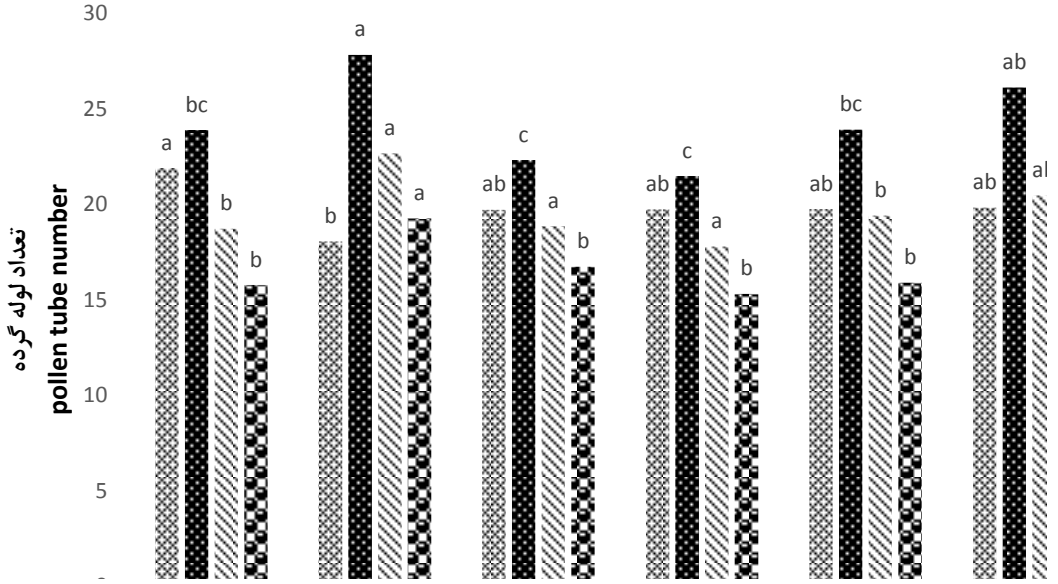
بور نقش مهمی را در حفظ یکپارچگی غشای پلاسما سلول‌های رویشی ایفا می‌کند که احتمالاً از طریق ایجاد پیوند بین اجزاء گلیکو پروتئین و گیلیکو لیپید از لایه‌های غشا پلاسما به واسطه‌ی قابلیت کمپلکس پلی‌ساکاریدهای محتوای OH بوده و یا بواسطه‌ی مشارکت در سیستم‌های آنزیمی، از جمله ATPase یا استرازها که تحت هیدراته شدن گرده‌ها فعال می‌شوند (۷).

غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور از نظر درصد جوانه‌زنی و میزان نفوذ لوله‌های گرده در صفات مورد مطالعه و همچنین در حفظ و یکپارچگی غشای پلاسمایی سلول‌های رویشی گرده‌ها مؤثر بوده و از طرفی در حفظ و پایداری لوله‌های گرده نفوذ کرده به درون خامه و تخمدان تأثیر گذار بوده است. به نظر می‌رسد که استفاده از این غلظت بور همزمان در درختانی‌که که گرده‌ی آنها به عنوان والد پدری بوده همچنین، در درختانی که مادگی آنها به عنوان والد مادری بوده در روش مزرعه(In vivo) موجب افزایش جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده می‌شود. اگرچه در درختانی که غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور را دریافت کرده بودند به صورت قابل ملاحظه‌ای شکفتن لوله‌های گرده و تورم نوک لوله‌ها کاهش یافته بود که با نتایج مطالعات نیمورا و همکاران (۶) که گزارش کردند کاربرد غلظت ۲۴۵ میلی‌گرم بر لیتر بور موجب کاهش درصد جوانه‌زنی گرده‌ها و شکفتن لوله‌های گرده در زردآلو شده است، مطابقت داشت.

از آنجایی که بیشتر ارقام سیب خودناسازگاری دارند، لذا برای تشکیل میوه مطلوب نیازمند به دگرگرده‌افشانی هستند (۲). همچنین، بر اساس مطالعات صورت گرفته گزارش شده است که خودگرده‌افشانی کمتر از دگرگرده‌افشانی در ارقام سیب رخ می‌دهد (۳). در خود گرده‌افشانی در ارقام Fuji و Golden Delicious مشاهده شد که تشکیل میوه در این ارقام تنها بین ۱/۸–۱٪ بود. در مطالعه‌ی دیگری که روی خودناسازگاری ارقام Gala و Golden Delicious در آمریکا انجام شد، گزارش شده است که به ترتیب آلل‌های S_2S_5 و S_2S_3 عامل خودناسازگاری در این ارقام می‌باشند. اگرچه رقم Golden Delicious تا حدی خودبارده می‌باشد اما دگرگرده‌افشانی موجب بهتر شدن محصول آن می‌شود (۱۰).

بر اساس نتایج بین ترکیب تلاقی‌های چهار رقم سیب از نظر درصد جوانه‌زنی و نفوذ لوله گرده به ابتدا، میانه‌ی خامه و ابتدای تخمدان در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در ترکیب تلاقی ♀ Red delicious × ♂ Gala با ۲۱/۹۱٪ و بیشترین نفوذ لوله گرده در ترکیب تلاقی♀Red delicious × Golden delicious♂ با ۱۹/۲۷٪ مشاهده شد. نتایج بدست آمده از اثر ترکیب تلاقی بین چهار رقم سیب بر صفات مورد مطالعه با نتایج مطالعات فوق مطابقت داشته و بیان می‌کند کاربرد گرده رقم Golden delicious به عنوان والد پدری بر پایه مادری Red delicious موجب افزایش میزان نفوذ لوله

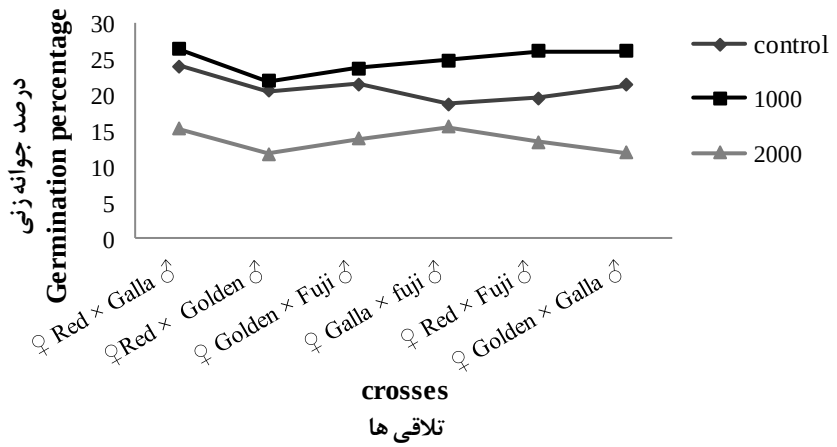
گرده شده و متعاقباً موجب بهبود تلقیح تخمک و تشکیل میوه در این رقم می‌شود. (شکل ۳)



شکل ۳- درصد جوانه‌زنی دانه گرده روی کلاله و درصد نفوذ لوله‌های گرده به ابتدا، میانه خامه و ابتدای تخمدان در برخی ارقام سیب.

Figure 2. Pollen germination percentage on the stigma and percentage of pollen tube penetration into the beginning and middle of the style and the beginning of the ovary of some apple cultivars.

بر اساس نتایج بین اثر متقابل بور و ترکیب تلاقی در سطح کلاله اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که احتمالاً بدلیل اثر سمیت بور می‌باشد.



شکل ۳- اثر متقابل غلظت بور (میلیگرم بر لیتر)× ترکیب تلاقی بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده در سطح کلاله در برخی ارقام سیب

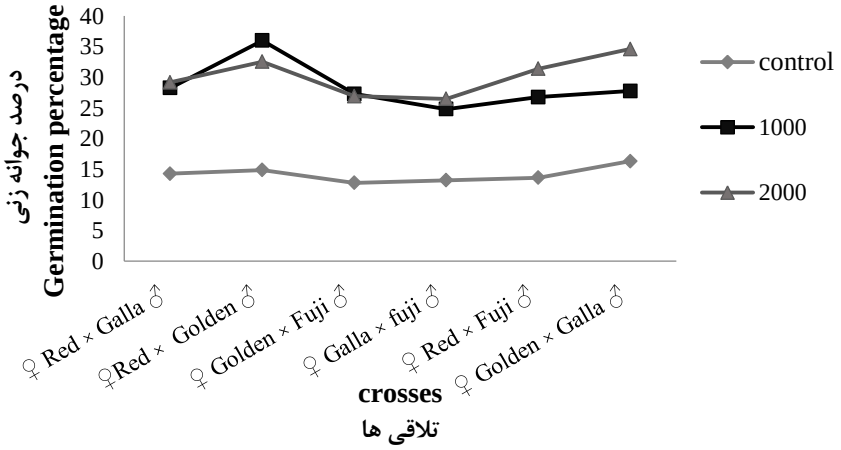
Figure 3. The interaction effect between boron concentration (mg L^{-1}) ×crosses on the pollen germination on the stigma of some apple cultivars.

همچنین، بین اثر متقابل بور و ترکیب تلاقی بر میزان نفوذ لوله گرده به ابتدای تخمدان در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد (شکل ۴).

بین اثر متقابل بور و ترکیب تلاقی در میزان نفوذ لوله گرده در میانه خامه و ابتدای تخمدان در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد (شکل ۵ و ۶).

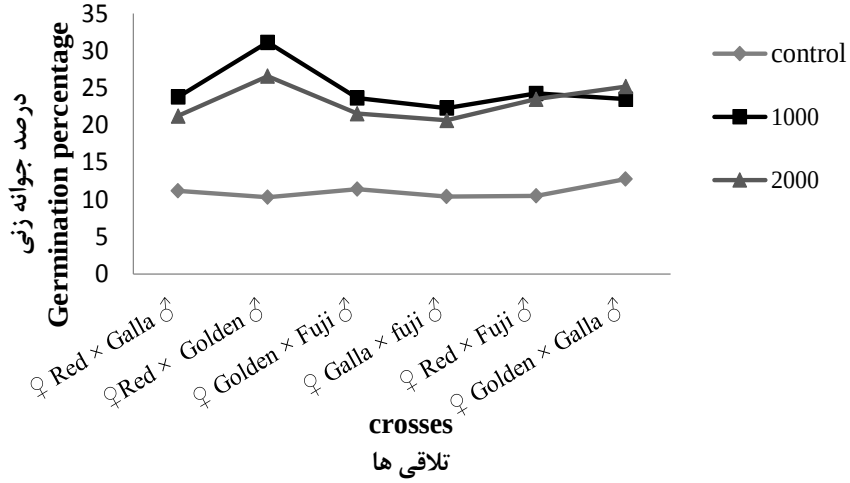
بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۷) مشاهده شد بین اثر متقابل بور در زمان در سطح کلاله اختلاف معنی دار در سطح احتمال

۱ درصد دیده شد. همچنین، بین اثر متقابل زمان در بور بر درصد نفوذ لوله گرده در ابتدای خامه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (شکل ۸). ولی بین اثر متقابل زمان در بور بر میزان نفوذ لوله گرده در میانه خامه و ابتدای تخمدان در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۹ و ۱۰).



شکل ۴- اثر متقابل بور (میلیگرم بر لیتر) × ترکیب تلاقی بر میزان نفوذ لوله گرده در ابتدای تخمدان در برخی ارقام سیب

Figure 4. The interaction effect of between boron concentration (mg L^{-1}) ×crosses on the pollen tube penetration into the beginning of the ovary of some apple cultivars

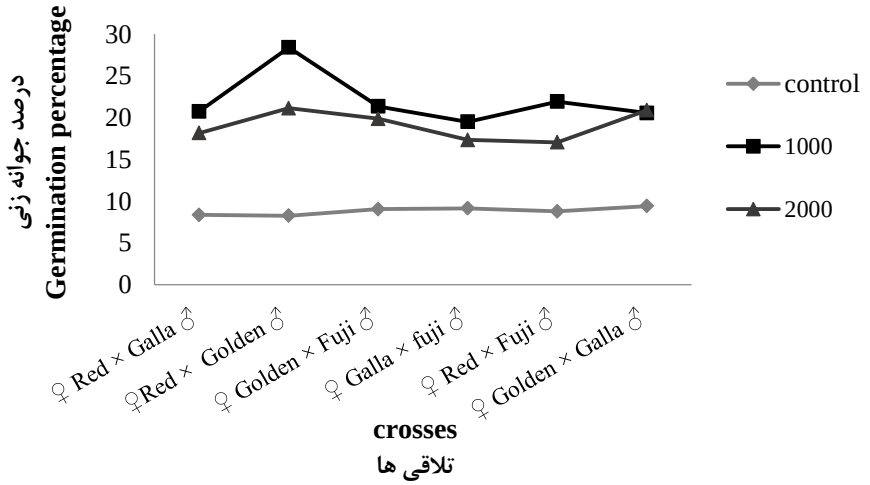


شکل ۵- اثر متقابل غلظت بور (میلیگرم بر لیتر)× ترکیب تلاقی بر میزان نفوذ لوله گرده در میانه خامه در برخی ارقام سیب.

Fig 5. The interaction effect between boron concentration (mg L^{-1}) ×crosses on the pollen tube penetration into the middle part of the style of some apple cultivars.

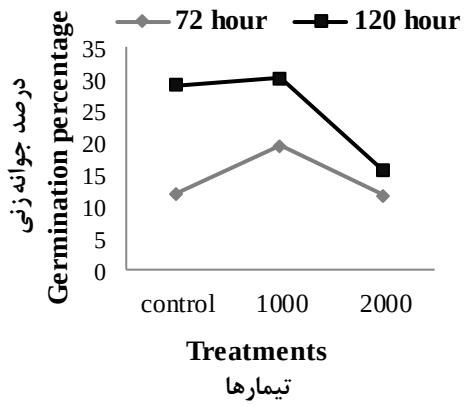
به منظور مطالعه رابطه‌ی بین بور با درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و میزان نفوذ لوله گرده در ابتدا، میانه‌ی خامه و ابتدای تخمدان ضریب همبستگی برای تمام داده‌ها محاسبه شد. بین غلظت‌های بور با درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و میزان نفوذ لوله گرده به ابتدا و میانه خامه رابطه‌ی معنی‌داری مشاهده نشد، که احتمالاً به دلیل اثر سمیّت بور بر کاهش میزان درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله می‌باشد. بین غلظت‌های بور و درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و میزان نفوذ لوله گرده در ابتدای تخمدان همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. رابطه بین غلظت‌های بور با میزان نفوذ لوله گرده در ابتدا و میانه خامه همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد. همچنین رابطه بین غلظت‌های بور با میزان نفوذ لوله گرده در میانه خامه و ابتدای تخمدان نیز همبستگی

معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد (جدول ۲).



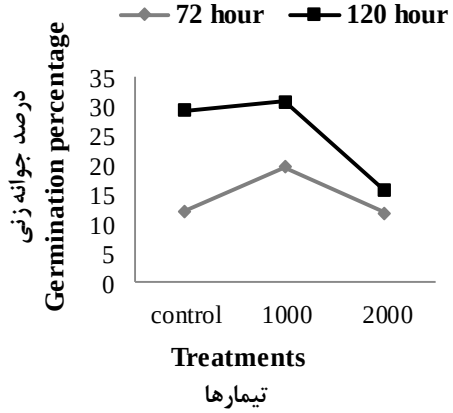
شکل ۶- اثر متقابل غلظت بور (میلیگرم بر لیتر) و ترکیب تلاقی در میزان نفوذ لوله گرده در ابتدای تخمدان در ارقام مختلف سیب

Figure 6. The interaction effect between boron concentration (mg L^{-1}) and crosses on the pollen tube penetration into the beginning of the ovary of some apple cultivars



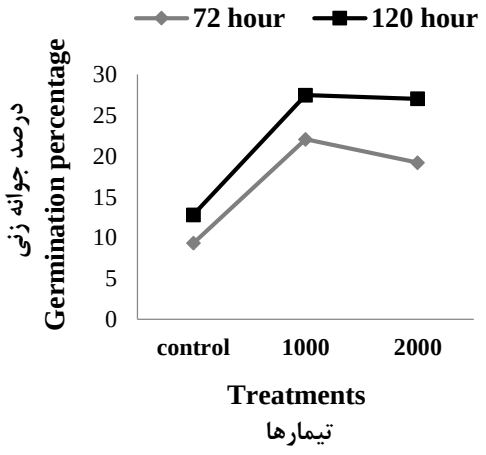
شکل ۷- اثر متقابل زمان × غلظت بور (میلیگرم بر لیتر) بر درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله در ارقام مختلف سیب.

Figure 7. The interaction effect between time×boron concentrations (mg L^{-1}) on the pollen germination percentage on the stigma of some apple cultivars.



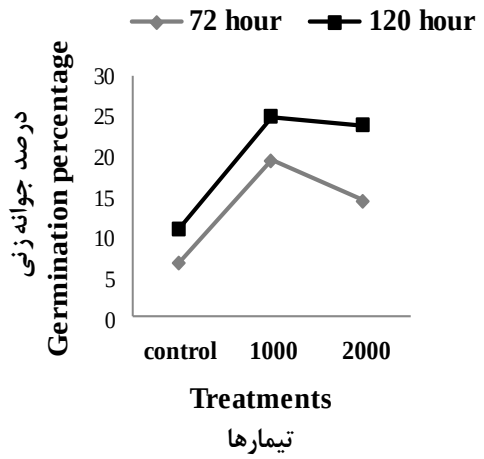
شکل ۸- اثر متقابل زمان × غلظت بور (میلیگرم بر لیتر) بر درصد جوانه‌زنی در ابتدای خامه در ارقام مختلف سیب.

Figure 8. The interactio effect between time× boron concentrations (mg L^{-1}) on the pollen germination percentage on the beginning of style of some apple cultivars.



شکل ۹- اثر متقابل زمان × غلظت بور (میلیگرم بر لیتر) بر درصد نفوذ لوله گرده در میانه خامه در برخی ارقام سیب

Figure 9. The interaction effectbetween time× boron concentrations (mg L^{-1}) on the pollen tube penetration of style of some apple percentage on the middle part cultivars



شکل ۱۰- اثر متقابل زمان × غلظت بور (میلیگرم بر لیتر) بر درصد نفوذ لوله گرده در ابتدای تخمدان در برخی ارقام سیب

Figure 10. The interaction between time× boron concentration s (mg L^{-1}) on the pollen tube penetration percentage on the beginning of the ovary of some apple cultivas

جدول ۲- ضرایب همبستگی پیرسون برای اثر بور بر درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و نفوذ لوله گرده به ابتدا و میانه خامه و ابتدای تخمدان در برخی ارقام سیب

Table 2. Pearson correlation coefficients for the effect of the boron on the pollen germination percentage on the stigma and pollen tube penetration to the upper and middle parts of the style and so the beginning of the ovary for some apple cultivars

	Stigma level سطح کلاله	Upper part of the style قسمت بالای خامه	Middle part of the style قسمت میانی خامه	Beginning of the ovary ابتدای تخمدان
Stigma level سطح کلاله	–	0.00	0.129	0.209 **
Upper part of the style قسمت بالای خامه	0.00	–	0.927**	0.880**
Middle part of the style قسمت میانی خامه	0.129	0.927**	–	0.951**
Beginning of the ovary ابتدای تخمدان	0.209**	0.880**	0.951**	–

ns= غیر معنی دار ، *= معنی‌دار در سطح پنج درصد و **= معنی دار در سطح یک درصد

ns= Non Significant , * = Significant levels 1%, ** = Significant levels 5%

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج کلی بدست آمده در این مطالعه در ترکیب تلاقی‌های تیمار شده با سه سطح بور، مشاهده شد که ترکیب تلاقی‌هایی که در آن هم والد پدری و هم والد مادری با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور تیمار شدند بیشترین درصد جوانه‌زنی را در بین سطوح مختلف بور نشان دادند. در حالیکه در ترکیب تلاقی‌هایی که هم والد پدری و هم مادری با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور تیمار شده بودند کاهش درصد جوانه‌زنی را نشان دادند که ناشی از اثر سمیّت بور در غلظت‌های بالا می‌باشد. اگرچه کاهش درصد جوانه‌زنی در ترکیب تلاقی‌های تیمارشده با سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد اما نهایتاً در میزان نفوذ لوله‌های گرده در خامه و تخمدان در هر دو سطح ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور اثر افزایشی قابل ملاحظه‌ای را در ترکیب تلاقی‌ها مشاهده شد که موجب بهبود روند تلقیح شده که متعاقباً افزایش کمیت همراه با کیفیت محصول را در پی خواهد داشت. بنابراین، محلولپاشی عنصر بور در باغات سیب جهت افزایش کمی و کیفی عملکرد توصیه می‌گردد.

منابع

1. Ahmed F F., Darwish, O. H., Gobara, A. A., & Ali, A. H. 2002. Physiological studies on the effect of ascorbic and citric acids in combined with some micronutrients on Flame seedless grapevine. *Minia Journal Agricultural Research Dev*elopment, 22(1), 105-114.
2. Alva O., Roa-Roco R N, Pérez-Díaz R, Yáñez M., Tapia J., Moreno Y., González E. 2015. Pollen morphology and boron concentration in floral tissues as factors triggering natural and GA-induced parthenocarpic fruit development in grapevine. PloS one, 10(10), 0139503.
3. Broothaerts W, & Van Nerum I. 2002. Apple self-incompatibility genotypes: an overview. In XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts 622 (pp. 379-387).
4. Dafni A., Hesse M., Pacini E. 2012. Pollen and pollination: Springer Science & Business Media.
5. De Wet, H. T., & Esme, R. (1988). The influence of temperature and boron on pollen germination in Mangifera indica L. *South* African Journal of Plant and Soil, 6(4), 228-234.
6. FAO STAT. (2012). Food and agriculture organization of the United Nations. FAO Statisticsdivision. http://faostat.fao.org/site/567.
7. Hegedűs,A,J., Lénárt,J Halász. (012. 'Sexual incompatibility in Rosaceae fruit tree species: molecular interactions and evolutionary dynamics', Biologia plantarum, 56: 201-09.
8. Iwai, H., Hokura, A., Oishi, M., Chida, H., Ishii, T., Sakai, S., Satoh, S. 2006. The gene responsible for borate cross-linking of pectin Rhamnogalacturonan-II is required for plant reproductive tissue development and fertilization. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(44), 16592-16597.
9. Lewis D H., (1980). Are there inter-relations between the metabolic role of boron, synthesis of phenolic phytoalexins and the germination of pollen? New Phytologist, 84(2): 261-270.
10. Mularczyk-Oliwa M., Bombalska A., Kaliszewski M., Włodarski M., Kopczyński K., Kwaśny M., Trafny E. A. 2012. Comparison of fluorescence spectroscopy and FTIR in differentiation of plant pollens. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 97, 246-254.
11. Nyomora A M. S., Brown P H., Pinney K., & Polito, V S. 2000. Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality. Journal of the American Society for Horticultural Science. 125(2): 265-270.
12. Pereira M. R., Ribeiro H., Cunha M., Abreu I. 2018. Comparison of pollen quality in *Vitis vinifera* L. cultivars. Scientia horticulturae, *227*, 112-116.
13. Pilbeam D J., & Kirkby E. A. 1983. The physiology of boron in plants. Journal of Plant Nutrition, 6(7): 563-582.
14. Qin X. 1996. Foliar spray of B, Z and Mg and their effect on Fruit production and quality of jincheng orang. Journal of Southwest Agricultural University, 18(1): 40-45.
15. Radunić, M., Jazbec, A., Ercisli, S., Čmelik, Z., Ban, S. G. 2017. Pollen-pistil interaction influence on the fruit set of sweet cherry. Scientia horticulturae, *224*, 358-366.
16. Rafeii S., & Pakkish, Z. 2014. Effect of Boric acid spray on growth and development of Camarosa'strawberry(*Fragaria×ananassa* Duch). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2(4): 1060-1063.
17. Ramírez F., Davenport T L. 2013. Apple pollination: a review. Scientia horticulturae, 162, 188-203.
18. Sakurai K., Brown S K., & Weeden N. 2000. Self-incompatibility alleles of apple cultivars and advanced selections. HortScience, 35(1), 116-119.
19. Sanzol J., and Herrero M. 2001. The Effective pollination period" in fruit trees. Scientia Horticulturae. 90(1): 1–17.
20. Shivanna K R., and Heslop-Harrison J. 1981. Membrane state and pollen viability. Annals of Botany. 47(6): 759-770.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 207-218
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۱۸-۲۰۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Microscopic Study of the Effect of Boron Spraying on the Pollen Tube Penetration in Apple Crosses

S. Fallah Moafi[1]- Y. Sharafi[2*]- A. Rezaei[3]- M. H. Fotokian[4]

Received: 16-10-2017
Accepted: 03-06-2019

Introduction: Favorable pollen transition on the stigma and pollen tube penetration is the most important for fruit setting in the apple. Boron is the main factor for pollen tube growth. A probable responsibility for boron in pollen tube growth may include vesicle making, transportation, fusion or the successive formation of the pollen cell wall. Pollen tube cell walls are rich in polypeptides, glycoprotein, polysaccharides and arabino furanosyl which are known to form physically potent complexes with boron. Maximum cell boron content is located in the cell wall where it is associated with pectin compounds. However, under definite field conditions, foliar applications of boron have been resulted to raise fruit set by as much as 100% in many researches.

Materials and Methods: In this study effects of acid boric by 0 (as a control), 1000 and 2000 ppm concentrations was studied on the pollen tube penetration percentage to style and ovary in six crosses among four apple cultivars including "Fuji", "Gala", "Goldn delicious" and "Red delicious' by florescence microscopy method, 72 and 120 hours after pollination. All of the trees were 12 year old on EM126 rootstocks and foliar sprayed by H_3BO_3 as the boron source (0, 1000 and 2000 mg.L) in the October. Crosses among the cultivars were programmed as ♀Red delicious × Golden delicious ♂, ♂ ♀Gala× Fuji, ♀Red delicious × Fuji♂, ♀Red delicious × Gala ♂, ♂ ♀Golden delicious × Fuji and ♀Golden delicious × Gala ♂. For each cross four repeats in all direction of the tree were regarded and in each repeat at least two branches with 60 – 100 were labeled in winter. Selected female cultivar's flower buds at 'D' stage were bagged to prevent the entrance of foreign pollens on the closed pistils. Pollens collected from the male cultivar flower buds and maintained in freezer until using in the field pollination time. Pollen germination was tested in an *in vitro* medium before field application on the pistils. Selected female cultivar's flowers were pollinated with selected male parent pollen when the pistils were acceptable for pollens and repeated after 24 hours**.** Determination of pollen germination percentage and tube growth on the pistil and different parts of the styles was studied by the florescence microscopy method 72 and 120 hours after pollination healthy pistils were separated from the branches and fixed in FAA solution and prepared for fluorescence microscopy observation as indicated in Ortega and Dicenta (2006). In each pistil the number of germinated pollen grains on the stigma, the number of pollen tubes in the first, second and third section and so, in the ovary were determined by a fluorescent microscope. Because of the five partitions of the apple flower stigma and style; the mean of the five parts was evaluated for each of them. The experiment was carried out as a factorial based on completely randomized design with three factors including B in three levels (0, 1000 and 2000 mg.L), time (0, 72 and 120 hr after pollination) andsix crosses in five replications (at least 10 style per cross). Data was analyzed following SAS (26) software. Mean values were analyzed by Duncan's multiple range test.

Results and Discussion: Results showed that all of the boron concentrations, time after pollination and crosses were significantly affected pollen germination percentage on the stigma and tube penetration to different parts of the style and ovary at P<.01 level. Maximum pollen germination percentage on the stigma (33%) was observed in ♀Goldn delicious × Gala ♂ cross which treated by 1000 ppm boron 120 hr after pollination. Also, maximum pollen tube penetration to ovary was observed in ♀Red delicious × Golden delicious ♂ cross (32.06%). However, best compatibility between them and boron effects on the pollen germination percentage and tube growth in the style. It was revealed that in all of the crosses pollen germination percentage and tube growth in the style was increased by boron treatments.

Conclusion; However, boron is one of the main growth elements by its role in the cytokinin biosynthesis which is the most important hormone affects pollen tube growth and penetration. In this research the foliar

1, 2 and 3- M.Sc. Student of Pomology and Assistant Professors, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed Unversity, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: y.sharafi@shahed.ac.ir)
4- Associate Professor, Department of agronomy, Faculty of agriculture, Shahed unversity, Tehran, Iran

application of boron increased pollen germination and pollen tube growth in all of the studied four apple cultivars crosses. However, increasing the boron concentration led to increased pollen germination and pollen tube growth linearly.

Keywords: Boric acid, Crosses, Florescence microscopy, Pollen tube, Ovary

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 219-232
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۳۲-۲۱۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد بر رشد، صفات کیفی و عملکرد گل گیاه دارویی آرنیکای چامیسو (*Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa*)

مژده اسدی[۱]- جواد هادیان[۲]* - صمد نژاد ابراهیمی[۳] - قاسم کریم‌زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۱۹

چکیده

آرنیکای چامیسو با نام علمی *Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa* گیاهی چندساله، ریزوم‌دار، با مصارف دارویی از خانواده آفتابگردان و بومی آمریکای شمالی و کانادا است. با توجه به نیاز این گیاه به مناطق خنک و خاک‌های با pH اسیدی و با هدف بررسی سازگاری این گیاه در ایران، تأثیر سطوح مختلف کود گوگرد بر کاهش pH خاک و عملکرد آرنیکای چامیسو مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تیمار شامل سطوح مختلف کود گوگرد بنتونیتی (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه باکتری *Thiobacillus thiooxidans* در سه تکرار انجام شد. صفاتی از جمله ارتفاع، سطح مقطع بوته، تعداد گل در بوته، قطر گل‌آذین، عملکرد وزن تر و خشک گل در بوته و در مترمربع، هم‌چنین محتوای فنل و فلاونوئید کل، روتین، لوتئولین و آپی‌جنین عصاره گل‌ها اندازه‌گیری شدند. نتایج این بررسی نشان داد که آرنیکای چامیسو با منطقه مورد پژوهش سازگاری داشته و می‌توان آن را در اقلیم‌های مشابه، در مقیاس وسیع کشت کرد. در گیاهان تغذیه شده با تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بیش‌ترین ارتفاع بوته (۲۵/۶ سانتی‌متر)، سطح مقطع بوته (۲۵/۴۸ سانتی‌متر)، قطر ساقه (۳/۴۹ میلی‌متر)، قطر گل (۲۹/۶۱ میلی‌متر)، تعداد کل گل در بوته (۵۸/۶۶) و عملکرد گل (۲۰/۶۷ گرم در بوته) نسبت به شاهد مشاهده شد. مصرف سطوح بالای گوگرد سبب کاهش صفات رشدی و عملکردی و افزایش فنل کل، فلاونوئید کل، روتین، لوتئولین و آپی‌جنین عصاره گل‌ها شد که این امر با افزایش قابل ملاحظه هدایت الکتریکی خاک همراه بود.

واژه‌های کلیدی: اصلاح خاک، تغذیه گیاه، سازگاری، کود گوگرد

مقدمه

دو گونه گیاه دارویی *Arnica chamissonis* Less و *A. montana* L. گیاهانی بسیار جذاب برای صنایع دارویی و آرایشی - بهداشتی بوده که تقاضای جهانی برای گل‌های آن در حال افزایش است (۲۳ و ۴۹). این گونه‌ها در ساخت بسیاری از محصولات دارویی (بیش از ۳۰۰ مورد در اروپا و حدود ۲۰ محصول در کانادا) مورداستفاده قرار می‌گیرند (۳۸). اثرات دارویی گل‌ها عمدتاً به‌دلیل حضور سزکوئی‌ترپن لاکتون‌ها، فلاونوئید و فنولیک اسیدها در گل‌های انتهایی گزارش شده است (۲۳، ۴۳ و ۴۴). گل‌های آرنیکا به‌طور گسترده برای درمان عوارضی ازجمله کبودی، رگ به رگ شدن، دردهای عضلانی، درد مفصل، تورم ناشی از شکستگی استخوان و بهبود زخم استفاده می‌شود (۱۳ و ۳۰).

آرنیکای چامیسو با نام علمی *A. chamissonis* ssp. *foliosa* گیاهی چندساله، ریزوم‌دار از خانواده آفتابگردان[۵] و بومی آمریکای شمالی و کانادا است. این گیاه از طریق کشت بذر و تقسیم بوته تکثیر می‌شود (۱۸ و۲۷). به‌دلیل نیازهای اکولوژیک خاص، کشت و کار گیاهان جنس آرنیکا به‌خصوص *A. montana* به راحتی امکان‌پذیر نیست (۱۴ و ۴۸). حساسیت آرنیکا به شرایط خاک به‌ویژه pH خاک، زهکش نامناسب، پوسیدگی طوقه، بیماری‌های قارچی نظیر فیتوفتورا[۶] و فوما[۷] از عوامل عمده محدودکننده کشت آن است (۷). آرنیکای چامیسو در طبیعت پراکنش گسترده‌تری داشته و کشت و کار آن به دلیل نیازهای اکولوژیکی محدودتر نسبت به *A. montana* راحت‌تر

۱، ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: J_hadian@sbu.ac.ir)
۳- استادیار گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران
۴- دانشیار گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.71858

5- Asteraceae or Compositae
6- *Phytophthora*
7- *Phoma*

است (۴۲). این گیاه خاک‌هایی با زهکش مناسب و مخلوطی از شن، لوم و پیت را ترجیح می‌دهد و حساسیت بالایی به خشکی و شوری دارد. مهم‌ترین محدودیت کشت این گیاه در مناطق مختلف، حساسیت آن به pH خاک است و محدوده‌ی مناسب pH خاک برای آن ۵/۵ تا ۶/۵ است (۳۹).

تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه کشت و تولید *A. montana* انجام شده است. رادانوویک و همکاران (۳۳) سازگاری و عملکرد دو ژنوتیپ *A. montana* و *A. chamissonis* را در مناطقی از رشته کوه‌های غرب صربستان مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق، کشت پاییزه آرنیکای چامیسو با نشاء در مقایسه با گیاهان مستقر شده با ریزوم، عملکرد بالاتری داشت. عملکرد گل خشک گیاهان مستقرشده با نشاء، ۳۴۳ و ۴۲۶ کیلوگرم در هکتار برای سال دوم و سوم ثبت گردید و در سال چهارم عملکرد به ۴۵ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. اسمالفیلد و همکاران (۳۹) کشت *A. montana* را در نیوزیلند بررسی نموده و بیان کردند که نیازهای محیطی رشد این گیاه در نیوزیلند هنوز به‌طور واضح شناخته نشده است، زیرا اکثر گیاهان برای تولید گل در طول سه فصل پی‌درپی با شکست مواجه شدند که فقدان گل‌دهی به دلیل عدم دریافت نیاز سرمایی مورد نیاز گیاهان نسبت داده شد. سوگیر (۴۳) در پژوهشی کشت و سازگاری *A. montana* و *A. chamissonis* را در لهستان مورد مطالعه قرار داد. دوره گل‌دهی آرنیکای چامیسو در لهستان ۲۰ تا ۲۵ روز طول کشید. عملکرد گل خشک هر دو گونه تا سال سوم کشت افزایش یافت، اما کاهش قابل‌توجهی در سال چهارم مشاهده شد.

امروزه گوگرد متداول‌ترین و اقتصادی‌ترین ماده‌ای است که برای اسیدی کردن خاک به‌کار می‌رود. اثرات مفید کاربرد گوگرد در خاک شامل کاهش اسیدیته خاک، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی، افزایش کمیت و بهبود کیفیت محصول می‌باشد (۱۷). تأثیر گوگرد به‌منظور تأمین نیاز گیاه به این عنصر و یا بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه زمانی مؤثر خواهد بود که گوگرد به میزان قابل توجهی در خاک اکسید شود (۱۹). اکسیداسیون کودهای گوگردی به سولفات تحت تأثیر دمای خاک، رطوبت، تهویه و pH خاک قرار دارد (۱۶). باکتری‌های جنس تیوباسیلوس به‌ویژه *Thiobacillus thiooxidans* با اکسید کردن گوگرد ضمن تأمین سولفات موردنیاز گیاه، با کاهش pHخاک به‌طور غیرمستقیم در اطراف ریشه‌ها باعث افزایش جذب عناصری چون فسفر، روی، آهن و دیگر عناصر غذایی کم‌مصرف شده و موجب افزایش کمّی و کیفی محصول می‌شوند (۲۹). بررسی تأثیر کود گوگرد بر تغییرات pH خاک‌های آهکی نشان داد که بیش‌ترین میزان کاهش pH مربوط به تیمار گوگرد همراه تیوباسیلوس بود که pH خاک را طی ۱۸ هفته از ۹/۸ به ۷/۶ کاهش داد، درحالی‌که مصرف گوگرد به‌تنهایی در این مدت pH خاک را از ۹/۸ به ۷/۹ کاهش داد (۵). خاوازی و همکاران (۲۲) اظهار داشتند که اکسایش گوگرد توسط باکتری تیوباسیلوس به جذب گوگرد و سایر عناصر غذایی مانند فسفر، آهن و روی کمک می‌کند و با مصرف کود گوگرد غلظت آهن نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. با عنایت به وجود منابع فراوان گوگرد در کشور و قلیایی بودن اکثر خاک‌ها و با هدف فراهم نمودن خاک با محدوده pH مناسب رشد گیاه دارویی با ارزش آرنیکای چامیسو، در این تحقیق تأثیر کاربرد سطوح مختلف گوگرد به همراه کود بیوسولفور بر سازگاری، رشد و عملکرد این گیاه بررسی شده است.

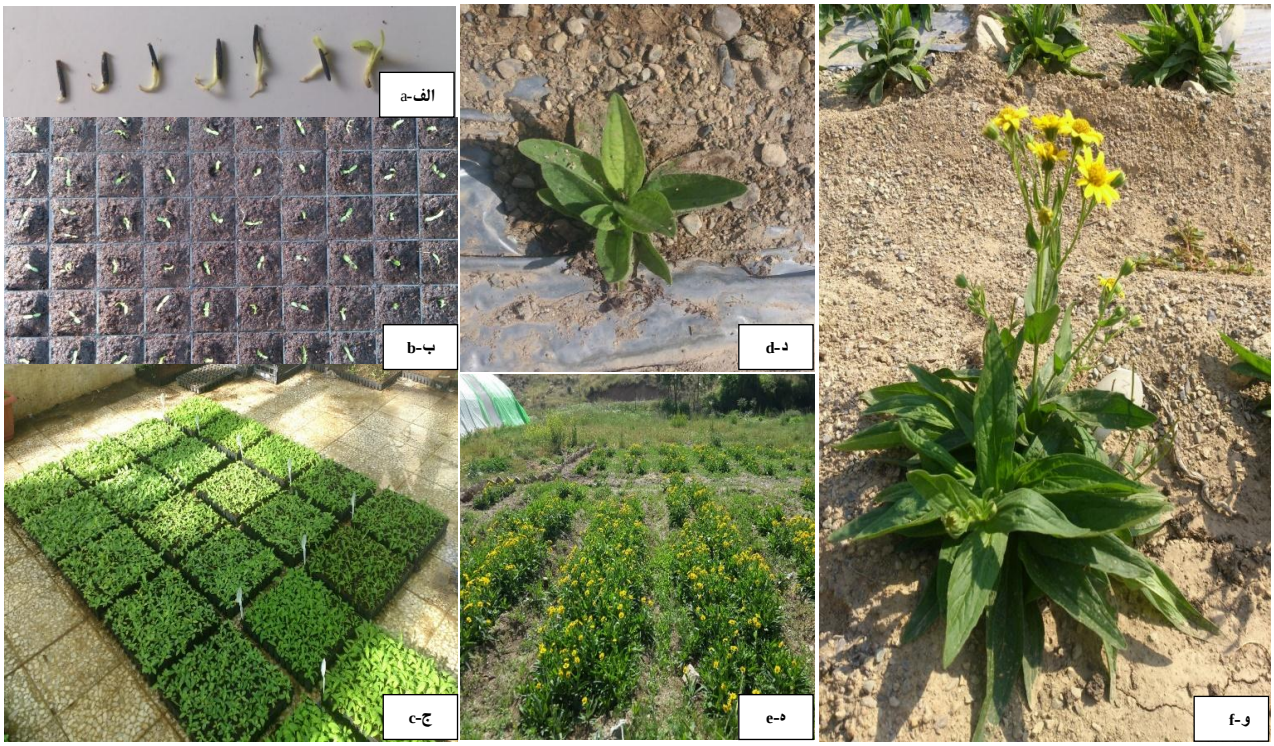
مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زارعی ۹۵-۱۳۹۴ در کلکسیون پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهران با طول جغرافیایی ″۲۳ -′۲۵ -°۵۱، عرض جغرافیایی ″۴۶ -′۴۱ -°۳۵، متوسط ارتفاع ۱۷۷۶ متر از سطح دریا با آب و هوای معتدل انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۴۲۰/۵ میلی‌متر، میانگین حداکثر دمای سالیانه ۲۰/۸ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالیانه ۱۰/۵ درجه سلسیوس می‌باشد. این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل تلقیح خاک با گوگرد بنتونیتی در چهار سطح (صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) انجام شد. جهت اکسیداسیون گوگرد به ازای هر ۵۰ کیلوگرم گوگرد بنتونیت‌دار یک کیلوگرم کود بیوسولفور (حاوی *T. thiooxidans*) استفاده شد (۲۲). به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1- Physical and Chemical Characteristics of the experimental Location (Depth 0-30 cm)

بافت خاک Soil Texture	EC (dS/m)	اسیدیته pH	مواد آلی Organic Material	پتاسیم قابل جذب Potassium	فسفر قابل جذب Phosphor	منگنز Manganese	آهن Iron	روی Zinc	مس Copper
				(mg/g)					
لومی‌شنی Loam-Sand	1.54	7.38	0.38	334.9	59.4	20.94	2.07	2.3	0.8



شکل ۱- مراحل مختلف فنولوژی گیاه آرنیکای چامیسو الف) جوانه زنی بذر ب) کاشت بذر در سینی نشا ج) گیاهان چهاربرگی د) استقرار نشا در زمین ه) مرحله گلدهی و) بوته کامل

Figure1- Different phenological stages of *Arnica chamissonis* a) seed germination b) sowing seeds in trays c) 4-leaf stage d) plant establishment in field e) flowering stage f) mature plant

بعد از آماده‌سازی زمین، کود دامی پوسیده به مقدار شش تن در هکتار به زمین اضافه شد. عناصر غذایی اصلی شامل فسفر و پتاسیم به‌ترتیب از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم به مقدار ۲۴ و ۶۶/۴ کیلوگرم در هکتار و کود ازته اوره به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار طی دو مرحله (اوایل بهار و بعد از جمع‌آوری گل‌ها) به‌طور یکسان در اختیار گیاهان قرار گرفت (۳۳). بذرهای آرنیکای چامیسو با قوه نامیه ۸۷ درصد از شرکت ژلیتو[1] آلمان تهیه شدند. در تاریخ ۲۰ اسفندماه ۱۳۹۴ در خزانه سرپوشیده و داخل سینی کشت با بستری شامل پیت ماس، کوکوپیت و ماسه به نسبت ۱:۱:۲ کشت شدند. جوانه‌زنی بذرها پس از ۱۰ تا ۱۴روز آغاز شد. انتقال نشاء در ۱۲ اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵، پس از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله چهار برگی و اعمال تیمارهای کود گوگرد، با فاصله‌ی بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و بین بوته ۴۰ سانتی‌متر صورت گرفت. کود گوگرد به همراه بیوسولفور مطابق مطابق با سطوح تعیین‌شده به‌صورت جداگانه آماده شد و در شیارهای کوچکی به عمق ده سانتی‌متر و با فاصله پنج سانتی‌متر از خطوط کاشت در تیمارهای موردنظر جایگذاری و سپس روی آن با خاک پوشانیده شد. بلافاصله پس از انتقال نشا، آبیاری به‌صورت غرقابی (جوی و پشته) انجام شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، آبیاری کرت‌ها و بلوک‌ها به‌صورت جداگانه انجام گرفت. در مرحله گلدهی کامل دراواسط مردادماه صفات کمی مانند ارتفاع و سطح مقطع بوته‌ها با کمک خط‌کش و قطر ساقه به‌وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. اولین جمع‌آوری گل‌آذین‌ها در مرحله بلوغ کامل و در تاریخ چهارم مردادماه انجام شد. کپه‌های گل هر هفت روز یک بار تا پایان فصل رشد جمع‌آوری شدند. تعداد گل در بوته با شمارش تمامی گل‌های تولیدشده در هر بوته در طول دوره‌ی زایشی محاسبه گردید. وزن تر و خشک گل برای تک بوته مربوط به گل‌های جمع‌آوری شده در طول دوره‌ی زایشی گیاه محاسبه شد. قطر گل با کولیس اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عناصر، هدایت الکتریکی و pH خاک

بافت خاک به‌روش هیدرومتر تعیین گردید. pH خاک در سوسپانسون دو به یک آب به خاک و هدایت الکتریکی در عصاره دو به یک آب تعیین شد (۲۶). میزان سولفات با استفاده از عصاره‌گیر مونوکلسیم فسفات (۳۷) و مقادیر روی، منگنز و آهن قابل جذب به روش عصاره‌گیری با DTPA (دی اتیلن تری آمین پنتا استیک اسید) انجام گرفت. جهت تعیین مقدار عناصر کم مصرف خاک، پس از

1- *Jelitto*

تنظیم دستگاه فلیم اسپکترومتری اتمیک[1] و کالیبراسیون استانداردها، میزان جذب و غلظت عناصر تعیین شد (۴۱).

تهیه عصاره و اندازه‌گیری فنل و فلاوونوئید کل

برای عصاره‌گیری، ابتدا ۲۰۰ میلی‌گرم از گل‌های خشک آرنیکای چامیسو برای هر تیمار وزن شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر متانول به آن اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک[2] مدل پاورسونیک ۴۰۵[3]، در دمای اتاق قرار گرفت. پس از سونیکِیشِن[4]، عصاره متانولی حاصل جمع‌آوری و در دستگاه سانتریفیوژ یخچال‌دار مدل R۵۷۰۲ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. محتوی فنل کل بر اساس واکنشگر Folin Ciocalteus Reagent (FCR) تخمین زده شد. میزان فنل کل گیاه معادل اسید گالیک اندازه‌گیری شد. از واکنش‌گر کلرید آلومینیوم ($AlCl_3$) برای سنجش فلاونوئیدها استفاده شد. از ترکیب فلاونوئیدی روتین برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد (۲۱ و ۳۴).

به‌کارگیری کروماتوگرافی مایع با کارکرد بالا[5] (HPLC)

روش مورد استفاده جهت جداسازی و تعیین مقادیر روتین، آپی‌جنین و لوتئولین، کروماتوگرافی مایع با کارکرد بالا بود. دستگاه اچ‌پی‌ال‌سی به کار گرفته شده، مدل Waters 2695 ساخت آمریکا، مجهز به دتکتور UV 2487 Dual λ Absorbance Detector و ستون c18، با ابعاد ۴/۶ در۱۵۰ میلی‌متر و ۳/۵ میکرومتر و نرم افزار Millennium 32 بود. برای تهیه فاز متحرک جهت تزریق به دستگاه و جداسازی پیک‌ها در سیستم گرادیانت[6]، از حلال متانول با درجه خلوص اچ‌پی‌ال‌سی به همراه ۰/۰۲ درصد تری فلورو استیک اسید[7] (حلال A) و آب به همراه ۰/۰۲ درصد تری فلورو استیک اسید (حلال D) استفاده شد. حلال متانول از شرکت مرک آلمان و استانداردهای روتین، آپی‌جنین و لوتئولین از شرکت سگیما آلدریچ تهیه شدند. برای تهیه محلول استاندارد با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام، مقدار ۰/۲ میلی‌گرم از استانداردها جداگانه توزین و هر کدام در یک میلی‌لیتر متانول با خلوص اچ‌پی‌ال‌سی حل شدند. از محلول پایه، غلظت‌های مناسب جهت رسم منحنی‌های کالیبراسیون مربوط به سه استاندارد تهیه و هر کدام طبق روش بهینه شده به ستون C18 تزریق شدند. حجم هر بار تزریق برابر ۲۰ میکرولیتر بود و خوانش در طول موج ۲۷۵ نانومتر صورت گرفت. برای شناسایی ترکیبات از مقایسه زمان بازداری (Rt) پیک مربوط به ترکیب استاندارد با ترکیبات حاصل از عصاره استفاده شد. تعیین کمیت ترکیبات نیز با استفاده از روش اندازه‌گیری سطح زیر منحنی و مقایسه با استانداردهای مربوطه انجام گرفت.

آنالیز

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (با روش LSD) صفات مورد بررسی بوسیله نرم افزار SAS نسخه 9.1 انجام شد. نمودارها بوسیله نرم افزار EXCEL رسم شد.

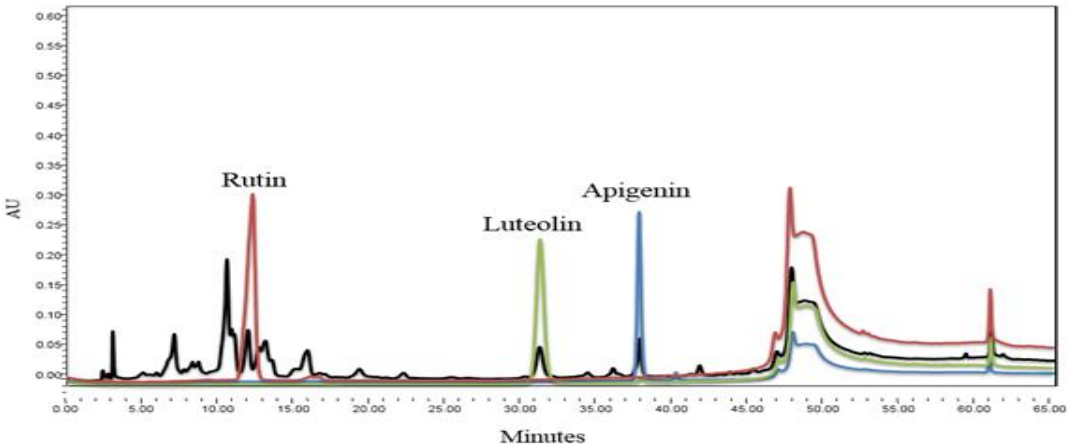
نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی خاک

داده‌های حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود گوگرد بر تغییرات اسیدیته خاک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کاربرد ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به همراه تیوباسیلوس باعث کاهش اسیدیته خاک (حدود ۰/۹ واحد) شد که با سایر سطوح گوگرد اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان pH خاک (۶/۳۳) در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و بعد از آن در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار (۶/۳۸) و بالاترین مقدار آن (۶/۴۱) در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. کود گوگرد اسیدیته خاک را به مقدار قابل‌توجهی در مقایسه با شاهد به دلیل اکسید شدن و تولید اسید سولفوریک، حداقل در مقیاس ذرات اطراف خود کاهش می‌دهد (۱۶). هدایت الکتریکی خاک در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر سطوح مختلف کود گوگرد قرار گرفت (جدول ۳).

استفاده از گوگرد سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک از ۱/۵۸ دسی‌زیمنس در متر (تیمار شاهد) به ۷/۴۳ دسی‌زیمنس در متر (تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) شد. علت افزایش هدایت الکتریکی را می‌توان ناشی از تجمع نمک‌های حاصل از اکسایش گوگرد (یکی از یون‌های مؤثر در شوری خاک) دانست (۱۱). استفاده از گوگرد و اکسایش تدریجی آن منجر به تولید یون سولفات (SO_4^{-2}) می‌شود. افزایش غلظت یون سولفات به همراه کلسیم و منیزیم موجود در خاک باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌گردد (۲۹). معمولاً تجمع نمک‌های حاصل از افزایش گوگرد در سطوح فوقانی خاک باعث شوری آن می‌شود (۱۱). سطوح مختلف کود گوگرد تأثیر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بر میزان در دسترس عناصر گوگرد، آهن، روی و منگنز داشت. در طول زمان میزان سولفات خاک در نتیجه اکسیداسیون کودهای گوگردی به‌صورت خطی افزایش یافت. در پایان آزمایش سطوح کودی ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در مقایسه با شاهد به‌ترتیب منجر به افزایش ۱/۲۳، ۱/۶۳ و ۲/۴۸ برابری سولفات شدند.

1- Flame Spectrophotometry Atomic
2- Ultrasonic
3- Power Sonic 405
4- Sonication
5- High Performance Liquid Chromatography
6- Gradient
7- Trifluoroacetic acid



شکل ۲-کروماتوگرام عصاره‌ی گل آرنیکا (تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار) و استانداردهای روتین، لوتئولین و آپی‌جنین (طول موج ۲۷۵ نانومتر)

Figure 2- Chromatogram of *Arnica chamissonis* flower extract (250 Kg/ha Sulfur treatment) and Rutin, Luteolin and Apigenin standards (275 nm Wavelength)

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر کودهای گوگرد در غلظت‌های مختلف بر میزان عناصر قابل جذب در خاک

Table 2- Analysis of variance of sulfur fertilizers in different concentrations on soil absorbable elements

منبع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی df	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC	گوگرد Sulfur	آهن Iron	روی Zinc	منگنز Manganese
بلوک Block	2	0.007^{ns}	0.031^{ns}	2.92^{ns}	0.0003^{*}	0.001^{ns}	1.94^{ns}
تیمار Treatment	3	0.63^{**}	28.65^{**}	790.95^{**}	0.054^{**}	1.36^{**}	20.62^{**}
خطا Error	6	0.005	0.047	2.48	0.00005	0.0005	0.71
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		1.08	4.2	3.99	0.32	0.75	3.43

^{ns} و * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار ، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

^{ns}, * and ** represent nonsignificant, significant at $p \leq 0.05$ and 0.01, respectively

جدول ۳- نتایج تأثیر کودهای گوگرد در غلظت‌های مختلف بر میزان عناصر قابل جذب در خاک

Table 3- Effects of Different concentrations of Sulfur fertilizers on Soil Absorbable Elements

تیمار گوگرد Sulfur treatment	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	گوگرد Sulfur ($mg.kg^{-1}$)	آهن Iron ($mg.kg^{-1}$)	روی Zinc ($mg.kg^{-1}$)	منگنز Manganese ($mg.kg^{-1}$)
شاهد Control	7.29a	1.58d	24.86d	2.06c	2.31d	18.94c
250 kg	6.41b	2.92c	30.6c	2.28b	3.26c	24.11b
500 kg	6.38b	5.02b	40.72b	2.3b	3.6b	27.28a
750 kg	6.33b	7.43a	61.77a	2.38a	3.84a	27.94a

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترکند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

In each column, data having at least one similar letter are not significantly different ar 5% level using LSD test

بیش‌ترین میزان قابل جذب عناصر آهن، روی و منگنز در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به‌ترتیب ۳/۳۸، ۳/۸۴ و ۲۷/۹۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک اندازه‌گیری شد. در بین عناصر کم‌مصرف منگنز بیش‌ترین پاسخ را به افزودن گوگرد نشان داد که با نتایج داود و همکاران (۶) و گودرزی و همکاران (۱۵) مطابقت داشت. میزان آهن، روی، مس و منگنز قابل عصاره‌گیری با DTPA به‌طور متفاوتی تحت تأثیر مقادیر گوگرد قرار می‌گیرد و اکسیداسیون گوگرد عنصری با جمعیت و فعالیت میکروبی همبستگی داشته و به‌صورت خطی افزایش

می‌یابد (۳۲). گوگرد بنتونیتی توسط باکتری‌های تیوباسیلوس و سایر میکروارگانیسم‌ها اکسید شده و اسید سولفوریک تولید می‌شود (۲۴ و ۲۹). کاهش اسیدیته و درنتیجه آزاد شدن عناصرغذایی تثبیت شده و نامحلول، می تواند باعث افزایش قابلیت جذب آنها شده و سبب بهبود رشد و نمو گیاه شود (۳۱).

صفات رویشی و عملکردی

کشت آرنیکای چامیسو در خاک‌هایی با pH بالا جذب عناصر غذایی را مختل و رشد آن را محدود می‌کند (۷ و ۳۹). در چنین شرایطی می‌توان با افزودن گوگرد، pH خاک را برای رشد آرنیکای چامیسو متناسب کرد. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که سطوح مختلف کود گوگرد در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع و سطع مقطع گیاه داشتند. گیاهان تغذیه شده با تیمارهای کودی ۲۵۰ و ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع ساقه را دارا بودند. با افزایش میزان کود گوگرد از سطح ۲۵۰ کیلوگرم به بالا ارتفاع بوته‌ها کاهش یافت (جدول ۵). بیش‌ترین سطح مقطع (۲۵/۴۸ سانتی‌متر) گیاه در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد و کم‌ترین سطح مقطع (۱۲/۵۲ سانتی‌متر) گیاه در تیمار شاهد مشاهده شد. سطوح مختلف کود گوگرد تأثیر معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بر قطر ساقه داشت. بیش‌ترین قطر ساقه (۳/۴۹ میلی‌متر) در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۴۹ میلی‌متر) مشاهده شد که افزایش ۱/۷ برابری نسبت به شاهد (۱/۹۷ میلی‌متر) داشت، اما بین سطوح مختلف کود گوگرد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

برخی پژوهشگران تأثیرات مثبت کود بیوسولفور را بر شاخص‌های فیزیولوژیک و مرفولوژیک گندم، ذرت، چغندرقند و کلزا گزارش نموده اند (۱۶، ۲۲، ۲۹ و ۴۶)، ولی برخی دیگر بر عدم تأثیر آن‌ها تاکید کرده‌اند (۴۵). کسب این نتایج متضاد ممکن است از متفاوت بودن شرایط خاکی و اقلیمی، میزان گوگرد مصرفی و شرایط محیطی متفاوت مکان‌های آزمایش ناشی شود (۲۵ و ۴۰). درودیان و همکاران (۸) گزارش کردند که تولید اکسین یکی از مکانیسم‌های تاثیر باکتری تیوباسیلوس است که نقش مؤثری بر افزایش طویل شدن سلول دارد. ممکن است افزایش ارتفاع گیاه در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد درهکتار به تأثیر تولید اکسین توسط این باکتری‌ها مربوط باشد، که در نتیجه افزایش ارتفاع ساقه را به دنبال داشته است. همچنین ترشح اکسین از باکتری‌های تیوباسیلوس و به‌تبع آن افزایش تشکیل آوندهای چوبی منجر به افزایش قطر ساقه می‌شود (۱۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف کود گوگرد بر صفات مورفولوژیک و عملکردی آرنیکای چامیسو

Table 4- ANOVA of sulfur fertilizer in different concentrations on *Arnica* morphological and yield characteristics

منبع تغییرات Source of Variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares (MS)							
		ارتفاع بوته Plant Height	سطح مقطع بوته Plant Width	قطر ساقه Stem Diameter	قطر گل Flower Diameter	تعداد کل گل بوته Flower Count Per Plant	وزن گل تر در بوته Wet Flower Weight Per Plant	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight Per Plant	عملکرد Yield
بلوک Block	2	1.28ns	5.17ns	0.511ns	1.66ns	4ns	0.8ns	0.04ns	0.64ns
تیمار Treatment	3	142.66**	108.91**	1.18*	158**	653.86**	245.56**	12.13**	197.24**
خطا Error	6	0.77	3.53	0.21	1.62	32.13	0.24	0.01	0.2
ضریب تغییرات Coefficient of Variation (%)		5.54	10.96	16.43	5.81	2.4	4.98	5.09	5

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

ns, * and ** represent nonsignificant, significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر غلظت‌های مختلف کود گوگرد بر صفات مورفولوژیک و عملکردی آرنیکای چامیسو

Table 5- Means comparison of the effect of sulfur fertilizer on *Arnica* morphological and yield characteristics

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	سطح مقطع بوته Plant Width (cm)	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	قطر گل Flower Diameter (mm)	تعداد کل گل بوته Flower Count Per Plant	وزن گل تر در بوته Wet Flower Weight Per Plant (g)	وزن گل خشک در بوته Dry Flower Weight Per Plant (g)	عملکرد گل Yield ($g.m^{-2}$)
شاهد Control	11.57c	12.52c	1.98b	14.52c	29.33c	4.09c	0.91c	3.66c
250 kg	25.6a	25.48a	3.49a	29.61a	58.66a	23.07a	5.16a	20.67a
500 kg	15.93b	17.65b	3a	26.41b	42.66b	8.96b	2b	8.03b
750 kg	10.43d	12.93b	2.72ab	17.04c	26.33c	3.77c	0.84c	3.37c

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترکند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد هستند

In each column, data having at least one similar letter are not significantly different at 5% level using LSD test

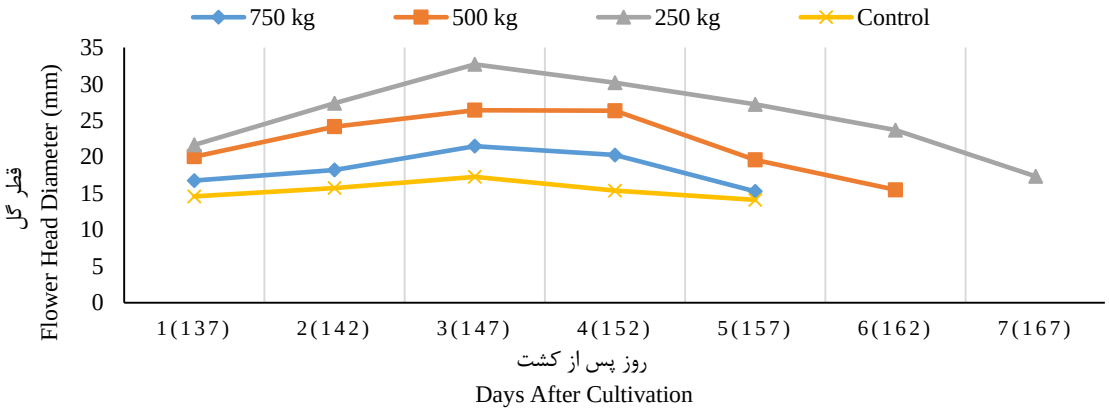
سطوح مختلف کود گوگرد تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر تعداد کل گل در بوته داشت. استفاده از ۲۵۰ کیلوگرم کود گوگرد موجب افزایش تعداد گل نسبت به تیمار شاهد شد. اما سایر سطوح کود گوگرد، تعداد کل گل در بوته را کاهش دادند. بیش‌ترین تعداد کل گل در بوته در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد (۵۸/۶۶ عدد) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با شاهد (۲۹/۳۳ عدد) نشان داد. گل‌دهی از اواخر تیرماه شروع شد و ۳۵ روز به طول انجامید. بیش‌ترین میزان گل‌دهی در برداشت‌های انجام شده از اواسط تا اواخر مردادماه مشاهده شد. تعداد گل‌آذین در ابتدای دوره گل‌دهی کم بوده و به تدریج تا اواسط برداشت افزایش و سپس کاهش یافت. طبق گزارش بسیاری از محققان *A. chamissonis* کپه‌های گل کوچک با قطر ۱۴-۳۲ میلی‌متر اما تعداد گل‌آذین زیادی دارد (۳۳)، که این موضوع در تحقیق انجام شده نیز مشاهده شد.

قطر گل در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر سطوح مختلف کود گوگرد قرار گرفت. بیش‌ترین قطر گل در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد (۲۹/۶۱میلی‌متر) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) با شاهد نشان داد (جدول ۴). کم‌ترین مقدار این صفت در تیمار شاهد (۱۴/۵۲میلی‌متر) به‌دست آمد که با تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). در این پژوهش، مصرف ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به همراه بیوسولفور، بهبود صفات مورفولوژیک و بیش‌ترین میزان عملکرد گل (۲۰/۶۷ گرم بر مترمربع) را به‌همراه داشت. همچنین میزان گوگرد و عناصر کم‌مصرف در خاک را افزایش داد، اما در تیمار ۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، به دلیل زیاد شدن هدایت الکتریکی و شور شدن خاک، رشد آرنیکای چامیسو کاهش یافت لذا این سطوح گوگرد برای این گیاه مناسب نیستند. علاوه بر اندازه‌گیری قطر گل در تیمارهای مختلف، روند تغییرات قطر گل طی ۷ مرحله برداشت بررسی گردید. بیش‌ترین قطر گل در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در برداشت سوم (۱۴۷ روز پس از کشت) ثبت گردید اما مقدار آن در برداشت‌های بعدی کاهش یافت به نحوی که در آخرین چین، قطر گل ۳۳ /۲۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. در تمام مراحل جمع‌آوری کم‌ترین مقدار قطر گل در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳). بزرگ بودن و فراوانی گل‌ها در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد را می‌توان به فراهمی عناصر غذایی به‌خصوص عناصر کم‌مصرف در خاک و عدم شوری خاک نسبت داد (شکل ۴).

اثرات مفید کاربرد گوگرد در افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی و بهبود عملکرد گیاهان توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۲۲، ۲۹، ۳۲ و ۴۵). گوگرد سبب افزایش میزان فتوسنتز می‌شود (۴۶)، اما در حالتی که هدایت الکتریکی خاک از دامنه تحمل گیاه به شوری بیشتر باشد، رشد گیاه کاهش می‌یابد. با افزایش شوری خاک، فشار اسمزی خاک افزایش یافته و گیاه برای جذب آب به مصرف انرژی بیشتر نیاز دارد. چون گیاه نمی‌تواند کل انرژی خود را صرف غلبه بر فشار اسمزی نماید، بخشی از آب موجود در خاک را جذب و مابقی انرژی خود را صرف فعالیت‌های متابولیکی می‌کند و در نتیجه رشد و نمو گیاه محدود و عملکرد آن کاهش می‌یابد (۲۸).

اثر کود گوگرد بر صفات وزن تر و خشک گل در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴)، اما مصرف مقادیر بیشتر گوگرد، سبب کاهش وزن تر و خشک گل در بوته شد. استفاده از ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد موجب افزایش ۵/۶ برابری وزن تر گل در بوته نسبت به شاهد شد و کم‌ترین میزان این صفت در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد (۳/۷۷ گرم) مشاهده شد. بیش‌ترین وزن خشک گل در بوته در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد (۵/۱۶ گرم) و کم‌ترین وزن خشک گل در بوته در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم (۰/۸۴ گرم) مشاهده شد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف کود گوگرد تأثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر عملکرد گل داشتند (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار (۲۰/۶۷ گرم در بوته) و کم‌ترین میزان در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم (۳/۳۷ گرم در بوته) حاصل شد. کاربرد ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت (جدول ۵). علت کم بودن تعداد گل در سطوح

۵۰۰ و ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، علی‌رغم فراهمی بیشتر عناصر کم مصرف نظیر منگنز، روی و آهن در خاک، زیاد بودن هدایت الکتریکی و مشکل شوری خاک می‌باشد. آرنیکای چامیسو حساسیت بالایی به خشکی و شوری خاک دارد و سطوح کم نمک‌های محلول برای آن ایجاد مشکل می‌کند (۳۹). به‌واسطه افزایش شوری و عدم تعادل اسمزی در خاک، دوره رشد رویشی ناقص مانده و گیاه کوچک می‌ماند و سریع وارد فاز زایشی می‌شود و گل‌های کمتر و کوچکتری تولید می‌کند (۱۲).



شکل ۳- روند تغییرات قطر گل طی ۷ مرحله برداشت در تیمارهای مختلف گوگرد

Figure 3- Changes in flower diameter during seven harvest stages in different sulfur treatments (250 Kg Treatment)

شکل ۴- مقایسه قطر گل در تیمار شاهد (a) و تیمار ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد (b)

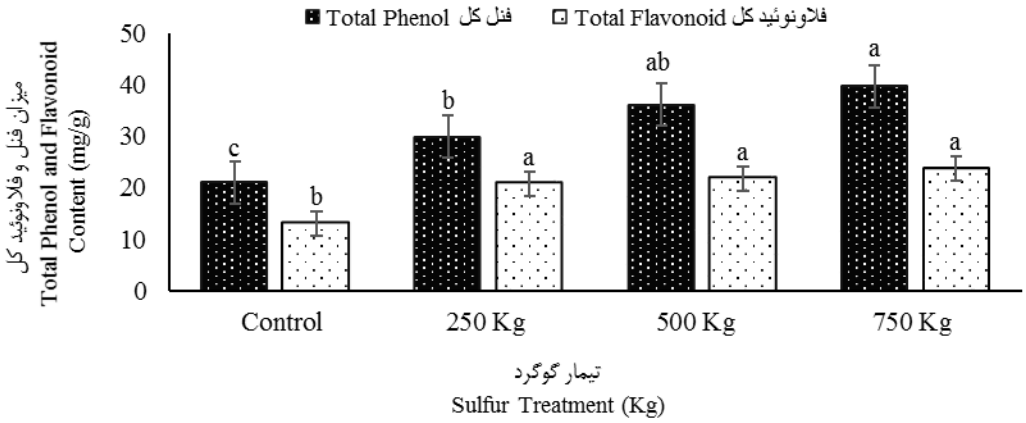
Figure 4- Comparison of flower diameter in treatment between control (a) and treatment of 250 kg sulfur (b)

فنل و فلاونوئید کل

محتوای فنل کل با روش فولین سیو-کالتیو بر اساس معادله‌ی خط منحنی استاندارد ($y= 0.0073x + 0.0185$; $R^2= 0.99$) و محتوای فلاونوئید کل به روش رنگ سنجی بر مبنای معادله‌ی خط ($y= 0.0014x - 0.0051$; $R^2= 0.99$) اندازه‌گیری شد. مقدار فنل کل از ۲۱/۰۳ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم برای شاهد تا ۳۹/۶۸ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم برای تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد متغیر بود. کم‌ترین مقدار فلاونوئید کل در تیمار شاهد و بیش‌ترین مقدار آن در غلظت ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد به‌ترتیب ۱۳/۰۵و ۲۳/۷ میلی‌گرم روتین بر گرم پودر خشک مشاهده شد (شکل ۵).

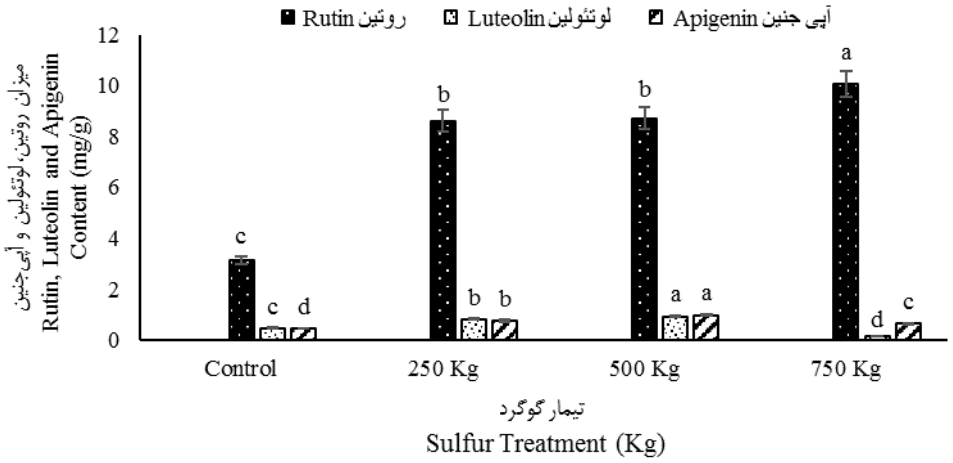
روتین، لوتئولین و آپی‌جنین

بیشترین مقدار روتین در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد (۱۰/۰۸میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن در شاهد (۳/۱۲ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین مقدار لوتئولین در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم (۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد (۰/۱۳ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین مقدار آپی‌جنین در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم (۰/۹۸ میلی‌گرم بر گرم) و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد (۰/۴۵ میلی‌گرم بر گرم) اندازه‌گیری شد (شکل ۶).



شکل ۵- بررسی محتوای فنل و فلاونوئید کل در گل‌های آرنیکای چامیسو تحت تاثیر سطوح مختلف گوگرد. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون LSD است

Figure 5- Evaluation of Total Phenol and Flavonoid Content in *Arnica* Flowers Under the Influence of Different Levels of Sulfur. Mean comparison was carried out at 5% level using LSD test



شکل ۶- بررسی محتوای روتین، لوتئولین و آچی‌جنین در گل‌های آرنیکای چامیسو تحت تأثیر سطوح مختلف گوگرد. مقایسه میانگین تیمارها در سطح ۵٪ آزمون LSD است.

Figure 6- Evaluation of Rutin, Luteolin and Apigenin content in *Arnica* flowers under the influence of different levels of sulfur. Mean comparison has been carried out at 5% level using LSD test

یکی از مهم‌ترین نقش‌های متابولیت‌های ثانویه در گیاهان نقش حفاظتی آن‌ها در شرایط تنش است (۱). شواهد زیادی نشان می‌دهد که در شرایط تنش تولید برخی از این ترکیب‌ها تا چندین برابر افزایش می‌یابد (۹ و ۱۰). ازجمله متابولیت‌های ثانویه می‌توان به ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدها اشاره کرد. فلاونوئیدها به دلیل نقش آنتی اکسیدانی خود به طور مستقیم با وارد شدن در واکنش‌های احیایی و به طور غیرمستقیم به وسیله کلاته کردن آهن مانع تنش اکسیداتیو می‌شوند و مانند بسیاری دیگر از پلی فنل‌ها جمع کننده رادیکال‌های آزاد هستند، زیرا به عنوان گروه‌های قوی الکترون دهنده و پروتون دهنده عمل می‌کنند (۳۶). در نتیجه عوامل محیطی تاثیر بسزایی در محتوای فلاونوئیدها و فنولیک اسیدها دارند و شرایط تنش سبب افزایش بیوسنتز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی می‌شوند (۱). در این پژوهش بالاترین محتوای فنل کل، فلاونوئید کل و روتین در تیمار ۷۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار و بالاترین مقادیر لوتئولین و آپی‌جنین در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به‌دست آمد (شکل ۵ و ۶). در این شرایط گیاه به‌واسطه افزایش میزان شوری، رشد و نمو و عملکرد پایینی داشت. شوری یکی از تنش‌های مهم محیطی است که با تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال از جمله رادیکال‌های سوپراکسید

(O^-)، رادیکال‌های هیدروکسیل (OH^-) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) می‌تواند باعث تخریب عمده غشاء، چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک شوند. در این شرایط دفاع آنتی‌اکسیدانی جهت محافظت از سلول‌ها وارد عمل و با تولید ترکیبات پلی‌فنلی، سبب مقاومت آن‌ها در برابر عوامل مزاحم خارجی و شرایط نامساعد محیطی می‌شود که نتیجه آن افزایش چندبرابری متابولیت‌های ثانویه تحت تنش شوری است (۳) که در این پژوهش نیز مشاهده شد. بررسی‌های کالسکان و همکاران (۴) در سال ۲۰۱۷ نشان داد که شوری خاک محتوای ترکیبات فنلی همانند کلروژنیک اسید و روتین را در گیاه *Hypericum pruinatum* افزایش می‌دهد. به گزارش ولی فرد و همکاران (۲۰۱۴) افزایش شوری خاک مواد فرار، محتوای فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی را در گیاه دارویی *Salvia mirzayanii* افزایش داد (۴۷). همچنین بحرینی نژاد (۲۰۱۳)، ال دین و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار ترکیبات فنلی بخصوص تیمول به ترتیب در گیاه دارویی آویشن دنایی و باغی می‌شود (۲ و ۹). همچنین بررسی میزان فلاونوئید گیاه *Brassica napus* در شرایط تنش غیر زنده نشان داد که این ماده به عنوان متابولیت ثانویه در گیاه افزایش می‌یابد (۳۵). محققان نتایج مشابهی را نیز روی گیاه *Stellaria longipes* گزارش کردند که فلاونوئیدها به عنوان مواد آنتی اکسیدان در تنش‌های اکسیداتیو وارد عمل شده‌اند (۳۶).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اینکه کشور ما از نظر اقلیمی از تنوع خاصی برخوردار است، انجام چنین پژوهش‌هایی در مناطق مختلف کشور در مورد این گونه گیاهان که بومی کشور ما نیستند ولی از نظر اقتصادی بسیار ارزشمند هستند از اهمیت خاصی برخوردار است. این پژوهش نشان داد که آرنیکای چامیسو به شرایط محل کشت شده سازگاری مناسبی داشته و کاربرد گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس سبب شد تا مقادیر گوگرد، آهن، روی، منگنز و هم‌چنین تمام صفات مورفولوژیک و عملکردی در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یابد. باکتری تیوباسیلوس با اکسایش گوگرد، pH خاک را کاهش داده و سبب بهبود شرایط تغذیه و افزایش رشد گیاه شد. اثرات مثبت گوگرد بر این صفات از راه بهبود تغذیه گوگردی گیاه و کاهش pH خاک صورت گرفته است.

منابع

1- Akula, R. and Ravishankar, G. A. 2011. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. Plant Signaling and Behavior, 6: 1720-1731.
2- Bahreininejad, B., Razmjou, J., and Mirza, M. 2013. Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. International Journal of Plant Production, 7(1): 151-166.
3- Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Science Research, 14: 93-107.
4- Caliskan, O., Radusiene, J., Temizel, K.E., Staunis, Z., Cirak, C., Kurt, D., and Odabas, M.S. 2017. The effects of salt and drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown *Hypericum pruinatum*. Italian Journal of Agronomy, *12*(3): 271-275.
5- Dash, S. and Gupta, N. 2011. Microbial bioinoculants and their role in plant growth and development. International Journal of Biotechnology and Molecular Biology Research, 2: 232-251.
6- Dawood, F. A., Al-Omari, S. M., & Murtadha, N. S. 1985. High levels of sulfur affecting availability of some micronutrients in calcareous soils (in Iraq). *J. of Agriculture and Water Resources Research (Iraq)*.
7- Delabays, N. and Mange, N. 1991. La culture d' *Arnica montana* L: aspects agronomiques et phytosanitaires. Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture.
8- Doroudian, H.R., BesharatiKelayeh, H., FallahNosrat Abad, A.R., Heidary Sharif Abadi, H., Darvish, F., and Allahverdi, A. 2010. Study of absorbable phosphorus changes in lime soils and its impact on corn yield. Agricultural Modern Knowledge (Modern Knowledge of Sustainable Agriculture) 6(18): 27-35. (In Persian with English Summary).
9- El-Din, A.E., Aziz, E.E., Hendawy, S.F., and Omer, E.A. 2009. Response of *Thymus vulgaris* L. to salt stress and alar (B9) in newly reclaimed soil. Journal of Applied Sciences Research, *5*: 2165-2170.
10- Esra, K.O.Ç., İŞLEK, C., and Üstün, A.S. 2010. Effect cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. Gazi University Journal of Science, *23*(1): 1-6.
11- Finch C., Grant, G., Patersons, J., and Extension, B. C. 2004. Sulfur and soil pH, www.plantansewers.com, garden column.
12- Garcia-gomez, A., Bernal, M., and Roig, A. 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. Bioresource Technology, 83: 81-87.
13- Gaspar, A., Cracinescu, O., Trif, M., Moisei, M., and Moldovan, L. 2014. Antioxidantand anti-inflammatory properties of active compounds from *Arnica montana* L. Romanian Biotechnological Letters 19 (3), 9353-9365.
14- Gawlik-Dziki, U.,´Swieca, M., Sugier, D., and Cichocka, J. 2009. Seeds of *Arnica montana* and *Arnica chamissonis* as a potential source of natural antioxidants. HerbaPolonica 55, 60-71.

15- Goodarzi, K. and Hosseini Farahi, M. 2014. Evaluating the ability of sulfur and animal manure to relieve Fe, Mn, Zn, Cu and B deficiency in 'Seah' table grapes in Cisakht region of Iran. I International Symposium on Organic Matter Management and Compost Use in Horticulture, 1018: 287-291.
16- Grant, C., Clayton, G., and Johnston, A. 2003. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the black soil zone of western Canada. Canadian Journal of Plant Science, 83: 745-758.
17- Hitsuda, K., Yamada, M., and Klepker, D. 2005. Sulfur requirement of eight crops at early stages of growth. Agronomy Journal, 97: 155-159.
18- Hulten, E. 1968. *Flora of Alaska and neighboring territories: a manual of the vascular plants*. Stanford University Press, USA, pp. 920-921.
19- Janzen, H. and Bettany, J. 1987. The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. Soil Science, 144: 81-89.
20- Kalbas, M., Filsoof, F., and Rezai-nejad, Y. 1988. Effect of sulfur treatments on yield and uptake of Fe, Zn, and Mn by corn, sorghum, and soybeans. Journal of Plant Nutrition, 11: 1353-1360.
21- Kamtekar, S., Keer, V., and Patil, V. 2014. Estimation of phenolic content, flavonoid content, antioxidant and alpha amylase inhibitory activity of marketed polyherbal formulation. Journal of Applied Pharmaceutical Science, *4*(9): 61-65.
22- Khavazi, K., Nourgholipour, F., and Malakouti, M.J. 2001. Effect of thiobacillus and phosphate solubilizing bacteria on increasing P availability from rock phosphate for corn. In *International Meeting on Direct Application of Rock Phosphate and Related Appropriate Technology Latest Development and Practical Experience. Kuala Lumpur, Malaysia*. 4(5):330-334
23- Kowalski, R., Sugier, D., Sugier, P., and Kołodziej, B. 2015. Evaluation of the chemical composition of essential oils with respect to the maturity of flower heads of *Arnica montana* L. and *Arnica chamissonis* Less. cultivated for industry. Industrial Crops and Products, 76: 857-865.
24- Lawrence, J. and Germida, J. 1988. Relationship between microbial biomass and elemental sulfur oxidation in agricultural soils. Soil Science Society of American Journal, 52: 672-677.
25- Li, X. S., Sato, T., Ooiwa, Y., Kusumi, A., Gu, J. D., and Katayama, Y. 2010. Oxidation of elemental sulfur by *Fusarium solani* strain THIF01 harboring endobacterium *Bradyrhizobium* sp. Microbial Ecology, 60: 96-104.
26- Loeppert, R. H. and Suarez, D. L. 1996. Carbonate and gypsum. Publications from USDA-ARS / UNL Faculty, 5: 437-474.
27- Maguire, B. 1943. A monograph of the genus *Arnica*. Brittonia, 4: 386-510.
28- Malakouti, M.J. 2004. Soil Fertility of Arid and Semi-Arid Regions, Tarbiat Modares University Press, 482 pp.
29- Malakouti, M.J., Baybordi, A., Lotfolahi, M., Shahabi, A., Siavoshi, K., Vakil, R., Ghaderi, J., Shahabifar, J., Majidi, A., and Jafarnejadi, A. 2010. Comparison of complete and sulfur coated urea fertilizers with pre-plant urea in increasing grain yield and nitrogen use efficiency in wheat. Journal of Agricultural Science and Technology, 10: 173-183.
30- Merfort, I. 2003. Arnica: new insights on the molecular mode of action of a traditional medicinal plant. Forschende Komplementarmedizin und klassische Naturheilkunde= Research in complementary and natural classical medicine, 10: 45-48.
31- Modaihsh, A.S., Al-Mustafa W. A., and E., Metwallv A. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil, 116: 95-101.
32- Mohammadi Torkashvand, A. 2011. Effect of steel converter slag as iron fertilizer in some calcareous soils. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 61: 14-22.
33- Radanovic, D., Pljevljakusic, D., Markovic, T., Ristic, M., Dragoja, R., Pljevljakusic, D. and Markovic, T. 2007. Influence of fertilization model and PE mulch on yield and quality of *Arnica* (*A. montana*) at dystric cambisol. Zemljište i biljka, 56: 85-95.
34- Salehi, P., Asghari, B., Esmaeili, M. A., Dehghan, H., and Ghazi, I. 2013. α-Glucosidase and α-amylase inhibitory effect and antioxidant activity of ten plant extracts traditionally used in Iran for diabetes. Journal of Medicinal Plants Research, 7: 257-266.
35- Sangtarash, M.H., Qaderi, M.M., Chinnappa, C.C., and Reid, D.M. 2009. Differential sensitivity of canola (*Brassica napus*) seedlings to ultraviolet-B radiation, water stress and abscisic acid. Environmental and Experimental Botany, 66(2): 212-219.
36- Seyoum, A., Asres, K., and El-Fiky, F.K. 2006. Structure–radical scavenging activity relationships of flavonoids. Phytochemistry, 67(18), : 2058-2070.
37- Singh, R., Bhumbla, D., and Keefer, R. 1995. Recommended soil sulfate-S tests. Recommended soil testing procedures for the Northeastern United States. Northeast Regional Bulletin, 493: 46-51.
38- Small, E. and Catling, P. M. 2000. Les cultures médicinales canadiennes, NRC Research Press.
39- Smallfield, B. and Douglas, M. 2008. *Arnica montana* a grower's guide for commercial production in New Zealand. A Report Prepared for New Zealand Arnica Growers' Group, New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited, Christchurch, New Zealand, December, 2.

40- Sorokin, D. Y. 2003. Oxidation of inorganic sulfur compounds by obligately organotrophic bacteria. Microbiology, 72: 641-653.
41- Sparks, D. L., Page, A., Helmke, P., Loeppert, R., Soltanpour, P., Tabatabai, M., Johnston, C., and Sumner, M. 1996. Methods of soil analysis. Part 3-Chemical methods, Soil Science Society of America Inc. 1309 pp.
42- Stursa, J., Kwiatkowski, P., Harcarik, J., Zahradníková, J., and Krahulec, F. 2009. Cerný a cervený seznam cévnatých rostlin Krkonos/Black and red list of vascular plants of the Krkonose/Karkonosze Mts. (Western Sudetes CZ, PL). Opera Corcontica, 46: 67-104.
43- Sugier, D. 2007. The flowering pattern of *Arnica montana* L. and *A. chamissonis* Less. Under field cultivation conditions with successive flower head collection. Acta Agrobotanica, 60 (2): 133-139.
44- Sugier, D. 2013. Yield and chemical composition of mountains arnica (*Arnica montana* L.) raw material in relation to the method of plantation establishment andthe harvesting time of flower heads. Annales UMCS Agricultura 68 (3), 51-62.
45- Szulc, P., Waligóra, H., and Skrzypczak, W. 2008. Better effectiveness of maize fertilization with nitrogen through additional application of magnesium and sulphur. Nauka Przyroda Technologie. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2 (3):art. 19.
46- Terry, N. 1976. Effects of sulfur on the photosynthesis of intact leaves and isolated chloroplasts of sugar beets. Plant Physiology, 57: 477-479.
47- Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B., and Rowshan, V. 2014. Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii.* South African Journal of Botany, 93:.92-97.
48- Weremczuk-Jeżyna, I., Kisiel, W., and Wysokińska, H. 2006. Thymol derivatives from hairy roots of *Arnica montana*. Plant Cell Reports, 25: 993-996.
49- Willuhn, G. 1972. Studies on the contents of *Arnica* species. V. content and variations in content of volatile oils in the various organs of *Arnica* species. Planta Medica, 21: 221-245.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 219-232
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۳۲-۲۱۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Different Levels of Sulfur on Growth, Quality Characteristics and Yield of *Arnica chamissonis* Less. ssp. *foliosa*

M. Asadi[1]- J. Hadian[2*]- S. Ebrahimi[3]- G. Karimzadeh[4]

Received: 18-04-2018
Accepted: 08-04-2019

Introduction: The genus *Arnica* L. comprises of 32 species predominantly confined to the boreal and montane region of the northern hemisphere. *Arnica* species are rhizomatous perennial herbs belonging to the daisy family, with simple or branched stems bearing opposite leaves, and large, single or cymose heads of yellow flowers. *A. chamissonis* is distributed over North America from Alaska to New Mexico, and due to its low ecological demand it is easier to cultivate than *A. montana*. Arnica is a source of sesquiterpene lactones, flavonoids, essential oils, terpenoids, and phenolic acids and exhibits antiseptic, anti-inflammatory, antiradical, antibacterial, anti-sclerotic, antifungal, and antioxidant activities. The flower heads and other parts of the plant of two of the species have been used therapeutically: *A. montana* and *A. chamissonis*, both of them containing sesquiterpene lactones as pharmacologically active compounds. *Arnica* species are used in as many as 300 drug preparations in Europe and about 20 products in Canada. Moreover, *A. chamissonisis* a good source of bioactive compounds a valuable source of herbal raw material and a pharmaceutical substitute for the endangered mountain arnica. *A. chamissonis* extracts exhibit potent anti-inflammatory and anti-radical activity and possesses high antioxidant abilities that might be helpful in preventing or slowing the progress of free radical-dependent diseases. Low pH soil is one of the principal ecological requirements of *Arnica*. Good plant growth and flower yield was achieved on acid soils with a pH of 6.8 and below. After nitrogen, phosphorus and potassium, sulfur is considered as fourth major element in most crops. Rate of sulfur oxidation in soils vary and depend on population *Thiobacillus* bacteria in soil, particle size and environmental conditions.

Materials and Methods: This study was conducted as a complete randomized block design with three replications and four treatments including different levels of bentonite sulfur (0, 250, 500 and 750 kg/ha) combined with the bacterium *Thibacillus thiooxidans*. Traits such as height and width of plants, number of flowers on each plant, inflorescence diameter, fresh and dry yield of flowers in each plant per square meter and total phenols, total flavonoids, rutin, luteolin and apigenin content in flowers were measured. High-Performance Liquid Chromatography method (HPLC) was used to separate rutin, luteolin and apigenin. HPLC grade methanol and distilled water, each with 0.02% added TFT were used as solvents.

Results and Discussion: The results showed that *A. chamissonis* is compatible with Tehran's climate and it can be cultivated in regions with a similar climate. The use of elemental sulfur has a significant role in reducing soil pH and soil pH decreased more rapidly with increasing sulfur. *Thiobacillus* bacteria by oxidation of sulfur produced some to sulfuric acid and at low buffered properties can considerably reduce pH. Different levels of sulfur fertilizer had a significant effect ($P \leq 0.01$) on soil acidity (pH), electrical conductivity, and sulfur, iron, zinc and manganese levels. The use of 750 kg sulfur bentonite with *Thiobacillus* caused to reduce soil acidity by about 0.9 units, and it increased the electrical conductivity of the soil to 7.33 dS/m. The amount of soil sulfate as a result of oxidation of sulfur fertilizers increased linearly. The highest amounts of iron, zinc and manganese were measured in the treatment of 750 kg sulfur as 3.38, 3.84 and 27.94 mg /kg, respectively. In this study, supplying 250 kg of sulfur plus bio-sulfur caused to improve the morphological traits and the highest flower yield (20.67 g / plant) compared to control (3.66 g / plant). Also, it increased the amount of sulfur and micro-elements in the soil, but in the treatment of 500 and 750 kg sulfur per hectare due to increased electrical conductivity and soil salinity, the growth of Chamisso Arnica decreased. Therefore, these levels of sulfur are not suitable for this plant. Sulfur Bentonite is oxidized by *Thiobacillus* bacteria and other microorganisms and sulfuric acid is produced. Reducing acidity and, as a result, the release of stabilized and insoluble nutrients can increase their uptake capacity and improve plant growth and development. Due to the increased salinity and

1 and 2- Former Msc students and Associate Professor of Physiology and Breeding of Medicinal Plants, Medicinal Plants and Drug Research Institute, Shahid Beheshti University of Tehran
(*-Corresponding Author Email: J_hadian@sbu.ac.ir)
3- Assistant Professor, Medicinal Plants and Drug Research Institute, Shahid Beheshti University of Tehran
4- Associate Professor, Department of Plant Genetics and Breeding, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

osmotic imbalance in the soil by the treatments of 500 and 750 g /kg sulfur, vegetation growth will be incomplete and plants quickly enter to the reproductive phase and produce fewer and smaller flowers. The highest content of rutin was measured in plants grown in soil treated with 750 Kg/ha sulfur while soil treatment with 500 Kg/ha sulfur resulted in highest content of luteolin and apigenin, both showing significant difference to the control.

Conclusion: Results of this study indicated that the Chamisso Arnica showed adaptability to the planting location and it can be mass-cultivated under similar conditions.

Keywords: Adaptability, Plant nutrition, Soil amendment, Sulfur fertilizer

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 233-245
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۴۵-۲۳۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

تأثیر دفعات محلول‌پاشی کود اوره بر پارامترهای فتوسنتزی درختان بارور پسته رقم کله‌قوچی در مراحل مختلف رشد میوه

نسرین قرائی مسجدی[۱]- محمدحسین شمشیری[۲*] - محمدرضا دهقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۷

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر دفعات کاربرد برگی کود اوره بر پارامترهای فتوسنتزی درختان پسته رقم کله‌قوچی انجام گرفت. در این آزمایش محلول‌پاشی کود اوره به غلظت ۰/۵ درصد در سه مرحله مختلف رشد میوه انجام شد و اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی، فلورسانس کلروفیل و همچنین رنگیزه‌های کلروفیل و مجموع کارتنوئیدها در دو نوبت، یک روز پس از آخرین محلول‌پاشی و ۱۰ روز پس از مرحله اول اندازه‌گیری، انجام شد. نتایج نشان داد با افزایش دفعات محلول‌پاشی اوره، شدت فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای نسبت به شاهد در هر دو زمان نمونه‌گیری افزایش یافت، درحالی‌که غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای کاهش پیدا کرد. کاربرد سه بار محلول‌پاشی اوره سبب افزایش ۲۰ درصدی شدت فتوسنتز نسبت به درختان شاهد گردید. با افزایش دفعات محلول‌پاشی اوره مقدار نیتروژن برگ در هر دو زمان اندازه‌گیری افزایش پیدا کرد، به طوری‌که کاربرد سه بار محلول‌پاشی اوره سبب افزایش ۶۵ درصدی غلظت نیتروژن برگ نسبت به درختان شاهد گردید، ولی کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی کاهش یافت. شاخص‌های F_v/F_m و PI نیز با افزایش دفعات محلول‌پاشی اوره در هر دو زمان اندازه‌گیری افزایش یافت. رنگیزه‌های کلروفیل نیز تحت تأثیر محلول-پاشی اوره قرار گرفت، به‌طوری که محلول‌پاشی اوره در سه مرحله به ترتیب سبب افزایش ۱۱، ۱۴ و ۳۰ درصدی کلروفیل a، b و کل نسبت به تیمار شاهد گردید. به‌طور کلی نتایج نشان داد بیش‌ترین میزان فتوسنتز و پارامترهای مرتبط به آن در زمان دوم نمونه‌برداری و در تیمار سه بار محلول‌پاشی اوره دیده شد.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، فتوسنتز، فلورسانس کلروفیل، نیتروژن

مقدمه

پسته یکی از محصولات کشاورزی ایران است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. ارزش تولید آن حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیرنفتی کشور می‌باشد. (۲۲). بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی، سطح زیر کشت پسته ایران ۳۱۶۷۸۰ هکتار است. پس از ایران، ایالات‌متحده با دارا بودن ۸۹۴۳۶ هکتار مقام دوم را به خود اختصاص داده است. میزان تولید پسته در ایران برابر ۴۱۵۵۳۱ تن و در ایالات‌متحده امریکا ۲۳۳۱۴۶ تن می‌باشد (۲۰). اخیراً، کشور امریکا به‌عنوان رقیب اصلی ایران میزان تولید خود را به‌طور چشمگیری افزایش داده است و با توجه به مشکلات موجود در کشور نظیر افت کمی و کیفی منابع آب، سرمازدگی بهاره، عدم تأمین نیاز سرمایی و غیره جایگاه تولید پسته ایران در معرض تغییر و تهدید می‌باشد (۲۲).

فتوسنتز یکی از مهم‌ترین فرایندهای متابولیکی در گیاهان است و تولید بالا وابسته به توانایی گیاه برای تولید میزان بالایی از مواد فتوسنتزی می‌باشد، پس فعالیت فتوسنتزی بالا به‌عنوان یک ویژگی مطلوب در طول فصل رشد همواره مورد توجه بوده است (۳۶). افزایش کارایی فتوسنتز در طی فصل رشد پسته می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد درخت پسته داشته باشد. افزایش کارایی فتوسنتز را می‌توان با تغییر در میزان برداشت نور از طریق افزایش سطح برگ یا سطح برداشت کننده نور (۴۴) و یا در طی مراحل تثبیت دی‌اکسید کربن (۲۸) بهبود بخشید، همچنین افزایش تبادلات گازی از طریق مهیا کردن شرایط برای رشد نیز می‌تواند بر کارایی فتوسنتز تأثیرگذار باشد (۲۸). کاربرد عناصر غذایی نیز سبب افزایش کارایی فتوسنتز می‌گردد. در یک بررسی در ارتباط با اثر کاربرد نیتروژن روی

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشا.رزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: shamshiri88@gmail.com)
۳- استادیار گروه ژنتیک و تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.71004

پارامترهای فتوسنتزی زبان‌گنجشک نشان داده شد که کاربرد نیتروژن سبب افزایش هدایت روزنه‌ای و تعرق گردید (۲۷).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی است که تأثیرات بی‌شماری روی رشد و عملکرد گیاه دارد. برخی از فرایندهای اساسی مانند جذب آب، متابولیسم پروتئین، فتوسنتز، بخش‌بندی کربن، فعالیت آنزیم‌ها و هورمون‌های گیاهی تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد، نتیجه این پاسخ تغییرات شگرف در رشد، فتوسنتز، نمو گیاه و عملکرد است (۳). بیش‌ترین اهمیت نیتروژن در تغذیه گیاه مربوط به فتوسنتز است (۳۲)، بنابراین میزان فتوسنتز به‌شدت وابسته به وضعیت تغذیه نیتروژنی برگ است. کمبود نیتروژن باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های درگیر در فتوسنتز و کاهش قابل‌توجه در میزان آسیمیلاسیون دی‌اکسید کربن می‌شود (۱۰). کاربرد نیتروژن نه تنها با افزایش کارایی کربوکسیلاسیونی روبیسکو، مانع از انباشت CO_2 در برگ می‌شود، بلکه با تاثیر بر باز شدن روزنه و افزایش هدایت روزنه‌ای و تعرق سبب افزایش فتوسنتز می‌گردد (۲۹). طبق بررسی انجام شده روی درخت کیوی، کاربرد اوره باعث افزایش تعرق و شدت فتوسنتز نسبت به درختان شاهد گردید (۱۴). میزان نیتروژن برگ یک فاکتور مهم و تعیین‌کننده در مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ می‌باشد. یک ارتباط خطی بین مقدار نیتروژن برگ و شدت فتوسنتز در میوه‌های هسته‌دار دیده شد (۱۵). گزارش شده محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۶ درصد در پسته باعث افزایش غلظت نیتروژن برگ، شاخه فصل جاری و جوانه گردید و شدت فتوسنتز، مقدار کلروفیل و سطح برگ را نیز افزایش داد (۴)، همچنین محلول‌پاشی درختان پسته با اوره ۰/۵ درصد سبب افزایش شدت فتوسنتز و کلروفیل برگ شد (۱۷). در پژوهشی، محلول‌پاشی درختان سیب با اوره ۳ درصد، غلظت نیتروژن برگ و شدت فتوسنتز را افزایش داد (۱۲).

با توجه به نقش کلیدی نیتروژن در فعالیت‌های متابولیسمی به‌ویژه فتوسنتز گیاهان، که به‌طور مستقیم با رشد و باروری ارتباط دارد، در این پژوهش به ارزیابی اثرات تجمعی دفعات محلول‌پاشی اوره در غلظت کم بر پارامترهای فتوسنتزی درختان پسته رقم کله‌قوچی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

محل و نحوه انجام آزمایش

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور دفعات محلول‌پاشی اوره و زمان نمونه‌برداری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار بر روی درختان ۸ ساله پسته رقم کله قوچی در سال بارده (on) در باغ پسته دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان طی فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. بدین منظور ۲۰ درخت ۸ ساله رقم کله‌قوچی با شرایط یکسان انتخاب و ۴ شاخه در جهات اصلی روی هر درخت اتیکت زده شد. برای محلول‌پاشی درختان از اوره (Merck, CAS No, 57-13-6) استفاده شد و درختان شاهد (۵ درخت) با آب مقطر محلول‌پاشی شدند. محلول‌پاشی اوره بر روی ۱۵ درختی که این تیمار را دریافت کردند طی سه نوبت به شرح زیر انجام شد:

نوبت اول محلول‌پاشی (بیستم خردادماه هم‌زمان با آغاز رشد جنین): هر ۱۵ درخت محلول‌پاشی شدند.

نوبت دوم (هفتم تیرماه هم‌زمان با رشد سریع جنین): ۱۰ درخت از ۱۵ درخت برای بار دوم محلول‌پاشی شدند.

نوبت سوم محلول‌پاشی (بیست و چهارم تیرماه در طول ریزش جوانه‌های گل): ۵ درخت از ۱۰ درخت که در سری قبل محلول‌پاشی شدند برای بار سوم اوره دریافت کردند.

در این پژوهش از غلظت ۰/۵ درصد اوره استفاده شد. تمام محلول‌پاشی‌ها در ساعات عصر انجام شد و برای بهتر شدن جذب از توین ۲۰ استفاده گردید. در محلول‌پاشی، تمام برگ‌های درخت به‌طور کامل خیس شد. اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی یک روز پس از آخرین محلول‌پاشی و برای بار دوم، ۱۰ روز پس از نمونه‌برداری اول انجام گرفت. پارامترهایی که در این آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت شامل پارامترهای فتوسنتزی، غلظت نیتروژن برگ، پارامترهای فلورسانس کلروفیل و رنگیزه‌های فتوسنتزی بود.

اندازه‌گیری پارامترهای فتوسنتزی

به‌منظور اندازه‌گیری آن از دستگاه سنجش فتوسنتز (LCpro-SD, ADC Ltd, UK) استفاده گردید. پارامترهای فتوسنتزی شامل شدت فتوسنتز، A (میکرومول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه)، تعرق E، (میلی‌مول H_2O بر مترمربع بر ثانیه)، هدایت روزنه‌ای، g_s (مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه) و غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای، C_i (میکرومول CO_2 بر مول) بود. کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی، PNUE از تقسیم شدت فتوسنتز بر میزان نیتروژن برگ بدست آمد.

اندازه‌گیری نیتروژن کل

برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن برگ از همان برگی استفاده شد که فتوسنتز و فلورسانس کلروفیل در آن اندازه‌گیری شده بود و مقدار نیتروژن با استفاده از روش کجلدال[1] محاسبه گردید (۹).

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل

برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل از دستگاه کلروفیل فلوریمتر (Pocket PEA, Hansatech Ltd, UK) استفاده گردید. این دستگاه میزان فلورسانس کلروفیل را بر اساس پارامترهای F_v/F_m و PI ثبت

1- Kejeldahl

نمود. از برگی که برای اندازه‌گیری فتوسنتز استفاده شد، جهت اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل نیز استفاده گردید.

اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی

از برگی که برای اندازه‌گیری فتوسنتز استفاده شد نمونه‌گیری شد و درنهایت غلظت رنگدانه‌ها با استفاده از روش پورا[1] (۳۴) محاسبه گردید.

در پایان آزمایش، داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's multiple range test) در سطح احتمال یک و پنج درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

پارامترهای فتوسنتزی

طبق نتایج تجزیه واریانس، پارامترهای فتوسنتزی شامل شدت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای تحت تأثیر دفعات کاربرد اوره و مرحله نمونه‌برداری و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت، درحالی‌که شدت تعرق تنها تحت تأثیر اثرات مستقل تیمارها قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد شدت فتوسنتز درختان تیمار شده با اوره به‌طور قابل‌توجهی نسبت به درختان تیمار نشده افزایش پیدا کرد، به‌طوری‌که کاربرد یک مرحله، دو مرحله و سه مرحله به ترتیب سبب افزایش ۱۱، ۱۲ و ۲۰ درصدی شدت فتوسنتز نسبت به تیمار شاهد گردید، همچنین نتایج نشان داد که شدت فتوسنتز در زمان دوم اندازه‌گیری بیشتر از زمان اول اندازه‌گیری بود (شکل A-۱)، از طرفی نتایج نشان داد که هدایت روزنه‌ای درختانی که در سه مرحله با اوره محلول‌پاشی شده بودند به ترتیب حدود ۶ و ۱۷ درصد نسبت به درختانی که محلول‌پاشی نشده بودند در زمان اول و دوم اندازه‌گیری افزایش پیدا کرد، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در ارتباط با هدایت روزنه‌ای بین درختانی که یک‌بار و دو بار با اوره محلول‌پاشی شده بودند با درختان محلول‌پاشی نشده مشاهده نشد، هرچند میزان هدایت روزنه‌ای تا حدودی افزایش پیدا کرد (شکل B-۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس شدت فتوسنتز A، تعرق E، هدایت روزنه g_s، غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه C_i، مقدار نیتروژن برگ N و کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی PNUE ، درختان پسته رقم کله قوچی تیمار شده با کود اوره در یک، دو و سه نوبت در طی فصل رشد

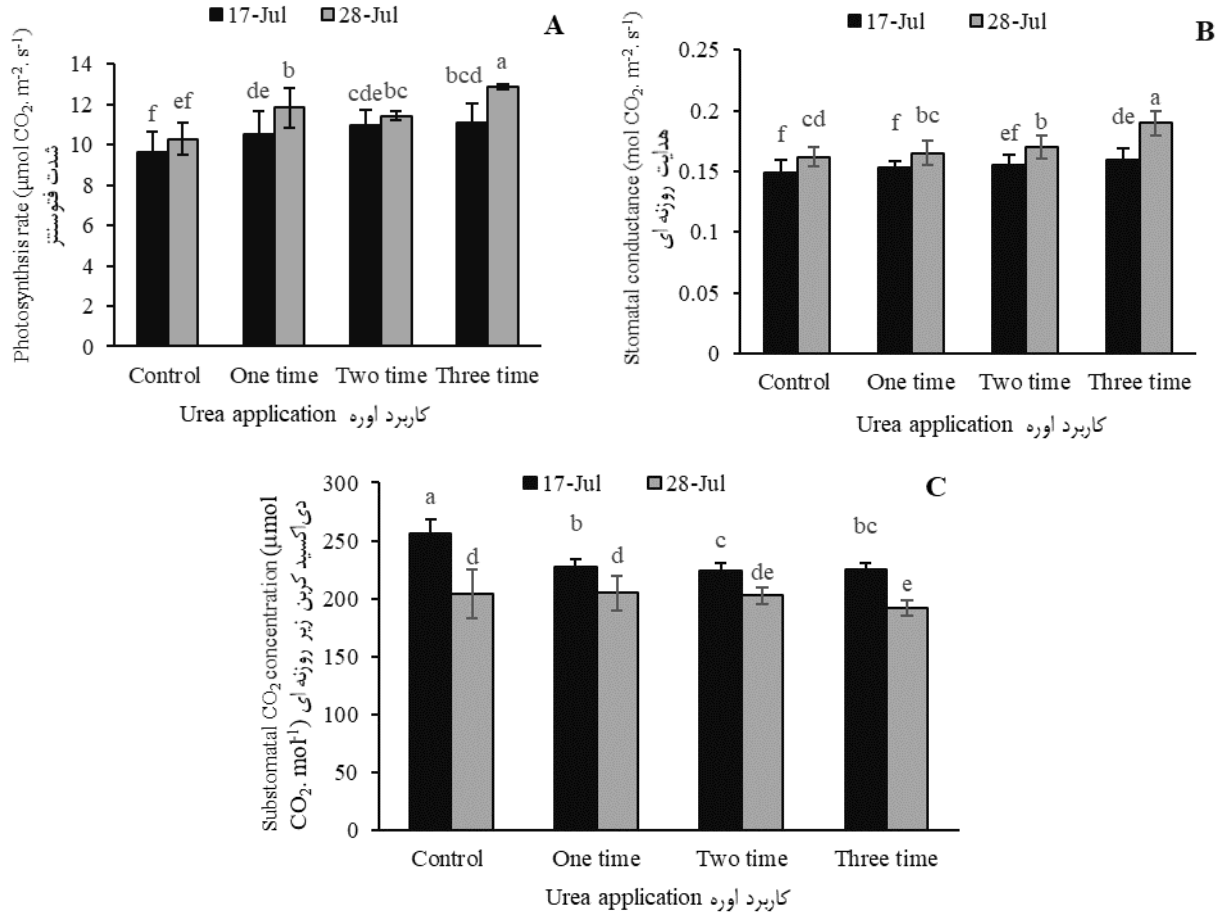
Table 1- ANOVA results for photosynthesis (A), transpiration rate (E), stomatal conductance (g_s), internal CO_2 concentration (C_i), leaf nitrogen (N) and photosynthetic nitrogen use efficiency (PNUE) of "Kalleh-ghuchi" pistachio treated with urea one, two or three time during growing season

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	Means Squares میانگین مربعات					
		A	E	g_s	C_i	N	PNUE
کاربرد اوره Urea application (UA)	3	6.94 **	1.22 **	0.001 **	231.4 ns	16.59**	1.21 **
بلوک Block (B)	4	0.60 ns	0.05 ns	0.0001 ns	308.51 ns	0.07 ns	0.25 ns
خطای یک Error1	12	0.35 ns	0.13 ns	0.00002 ns	572 ns	0.0007ns	0.25 ns
تاریخ نمونه‌برداری Sampling date (SD)	1	11.02 **	2.26 **	0.003 **	10579 **	0.95 **	0.098 ns
کاربرد اوره× تاریخ نمونه‌برداری SD×UA	3	0.92 **	0.17 ns	0.0003 **	1141 **	0.49 **	4.37 *
خطای دو Error2	16	0.289	0.132	0.00002	254	0.81	0.39
ضریب تغییرات CV (%)		4.85	4.38	2.69	7.35	6.78	5.23

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

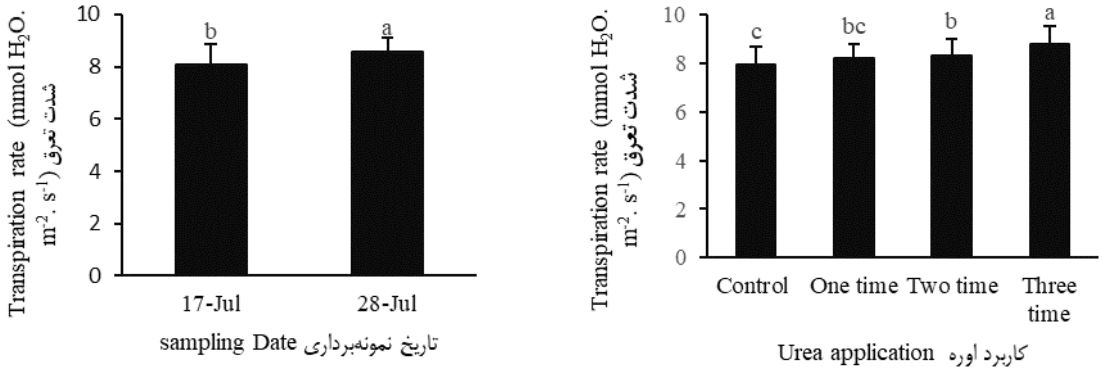
ns, *, **: Non significant, significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively.

1- Porra



شکل ۱- تأثیر دفعات محلول‌پاشی اوره بر شدت فتوسنتز (A)، هدایت روزنه‌ای (B) و غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای (C_i) درختان پسته رقم کله‌قوچی در دو زمان نمونه‌برداری (۲۷ تیرماه و ۶ مردادماه).

Figure 1- Effect of repeated urea application on photosynthesis rate [A] (A), stomata conduction [g_s] (B) and intercellular CO_2 concentration [C_i] (C) of pistachio trees cv. "Kalleh-ghuchi" in two sampling dates (17 Jul and 28 Jul)



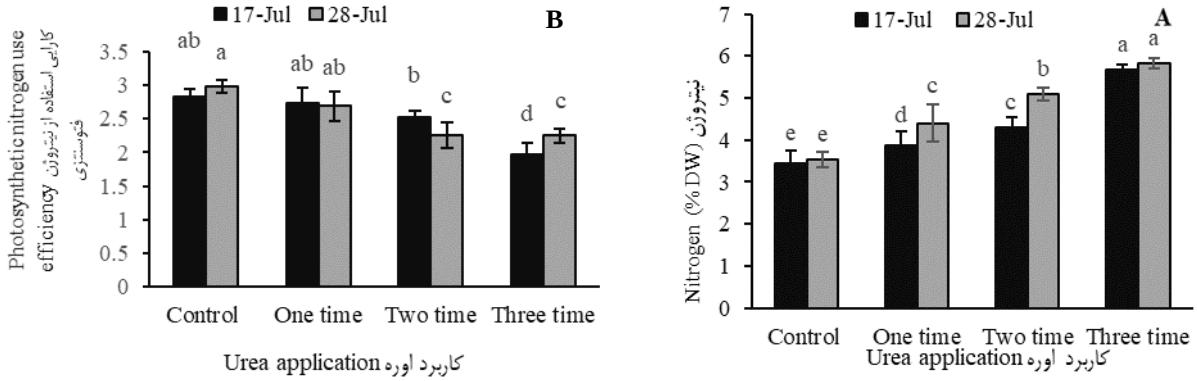
شکل ۲- تأثیر دفعات محلول‌پاشی اوره بر میزان تعرق درختان پسته رقم کله‌قوچی در دو زمان نمونه‌برداری (۲۷ تیرماه و ۶ مردادماه)

Figure 2- Effect of repeated urea application on transpiration rate [E] of pistachio trees cv. "Kalleh-ghuchi" in two sampling dates (17 Jul and 28 Jul)

نتایج نشان داد که غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای با کاربرد نیتروژن در هر دو مرحله اندازه‌گیری کاهش پیدا کرد که این کاهش در زمان دوم اندازه‌گیری بیشتر بود، به‌طوری‌که کاربرد سه بار محلول‌پاشی اوره به ترتیب سبب کاهش ۶ و ۱۲ درصدی غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه در زمان‌های اول (۲۶ تیر) و دوم (۶ مرداد) نسبت به درختان شاهد گردید. نتایج همچنین نشان داد غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه تفاوت معنی‌داری بین یک‌بار، دو بار محلول‌پاشی اوره با تیمار شاهد در زمان دوم اندازه‌گیری نداشت (شکل C-۱). نتایج مربوط به شکل ۲ نیز نشان داد که کاربرد اوره در ۳ مرحله سبب افزایش ۱۰ درصدی تعرق نسبت به شاهد گردید، درحالی‌که تفاوتی بین یک‌بار محلول‌پاشی، دو بار محلول‌پاشی با تیمار شاهد ازلحاظ میزان تعرق مشاهده نشد، همچنین تعرق در زمان دوم اندازه‌گیری نسبت به زمان اول اندازه‌گیری بیشتر بود (شکل ۲).

نیتروژن برگ

نتایج حاصل از تجزیه داده‌های مربوط به مقدار نیتروژن برگ در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثرات مستقل محلول‌پاشی اوره، زمان نمونه‌برداری و برهمکنش بین آن‌ها قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کاربرد یک، دو و سه مرحله‌ای اوره به ترتیب سبب افزایش محتوای نیتروژن برگ به میزان ۱۹، ۳۵ و ۶۵ درصد گردید. نتایج همچنین نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن برگ در تیمار کاربرد سه مرحله اوره در زمان دوم نمونه‌گیری مشاهده گردید و کمترین مقدار نیتروژن در تیمار شاهد و در مرحله اول نمونه‌گیری دیده شد. نتایج همچنین حاکی از آن است که مقدار نیتروژن در زمان دوم نمونه‌گیری حدود ۹ درصد نسبت به مرحله اول نمونه‌گیری بیشتر بود (شکل A-۳). کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی نیز تحت تاثیر کاربرد اوره و برهمکنش بین محلول‌پاشی اوره و زمان نمونه برداری قرار گرفت (جدول ۱). نتایج نشان داد که با کاربرد یک، دو و سه مرحله اوره کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی حدود ۶، ۱۷و ۲۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (شکل B-۳).



شکل ۳- تأثیر دفعات محلول‌پاشی اوره بر مقدار نیتروژن برگ (A) و کارایی استفاده از نیتروژن فتوسنتزی (B) درختان پسته رقم کله‌قوچی در دو زمان نمونه‌برداری (۲۷ تیرماه و ۶ مردادماه)

Figure 3- Effect of repeated urea application on leaf nitrogen concentration (A) and photosynthetic nitrogen use efficiency (B) of pistachio trees cv." Kalleh-ghuchi" in two sampling dates (17 Jul and 28 Jul)

فلورسانس کلروفیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (F_v/F_m) و شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI) در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثرات مستقل محلول‌پاشی اوره، زمان نمونه‌برداری و برهمکنش آنها قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کاربرد اوره سبب افزایش شاخص F_v/F_m و PI در دو زمان نمونه‌گیری گردید، به‌طوری که بیشترین شاخص F_v/F_m و PI در تیمار کاربرد سه مرحله اوره در زمان دوم نمونه‌گیری مشاهده گردید و کمترین شاخص F_v/F_m و PI در تیمار عدم کاربرد اوره و در مرحله اول نمونه‌گیری دیده شد. نتایج همچنین نشان داد که شاخص F_v/F_m و PI در زمان دوم نمونه‌گیری نسبت به مرحله اول نمونه‌گیری بیشتر بود (شکل ۴).

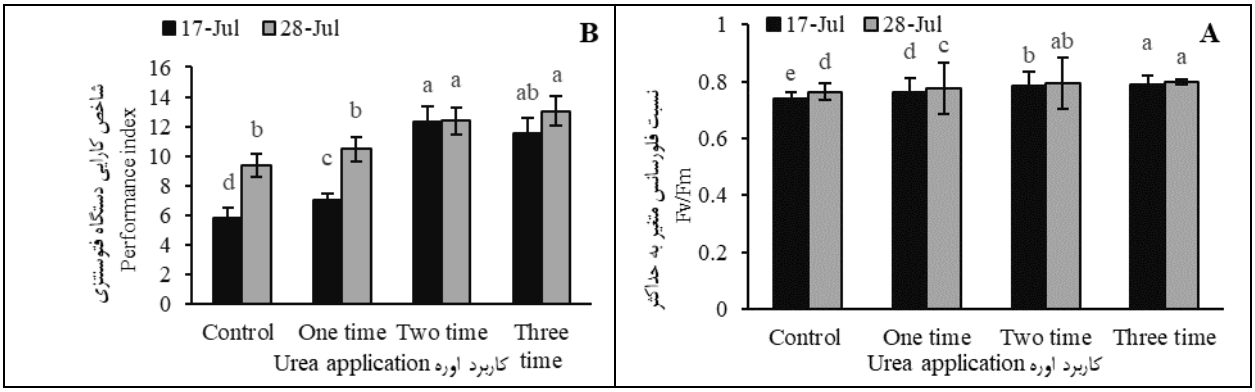
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (F_v/F_m)، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI)، کلروفیل a (Chl a)، کلروفیل b (Chl b)، کلروفیل کل (TChl) و مجموع کارتنوئیدهای برگ درختان پسته رقم کله قوچی تیمار شده با یک، دو و سه مرحله با اوره در طی فصل رشد

Table 2- ANOVA results for variable to maximum fluorescence ratio (F_v/F_m), performance index (PI), chlorophyll a (Chl a), chlorophyll b (Chl b), Total chlorophyll (TChl) and carotenoids content of "Kalleh-ghuchi" pistachio treated with urea one, two or three time durings growing season

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares					
		F_v/F_m	PI	Chl a	Chl b	TChl	Carotenoids
کاربرد اوره Urea application (UA)	3	0.004 **	53.5 **	0.014 **	0.008 **	0.04 **	0.00005 ns
بلوک Block (B)	4	0.0001ns	0.73 ns	0.0003 ns	0.0002 ns	0.0009 ns	0.000004 ns
خطای یک Error1	12	0.0006ns	0.47 ns	0.00003 ns	0.00008 ns	0.0002 ns	0.0000021 ns
تاریخ نمونه‌برداری Sampling date (SD)	1	0.001 *	64.75**	0.07 **	0.011 **	0.14 **	0.000002ns
تاریخ نمونه‌برداری* کاربرد اوره SD×UA	3	0.0003**	7.19 **	0.0016 **	0.0008 **	0.004 **	0.000006 ns
خطای دو Error2	16	0.00006	0.81	0.0003	0.0001	0.0004	0.000001
ضریب تغییرات CV (%)		1.004	8.88	1.96	4.42	1.49	4.37

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

ns, *, **: Non significant, significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively.



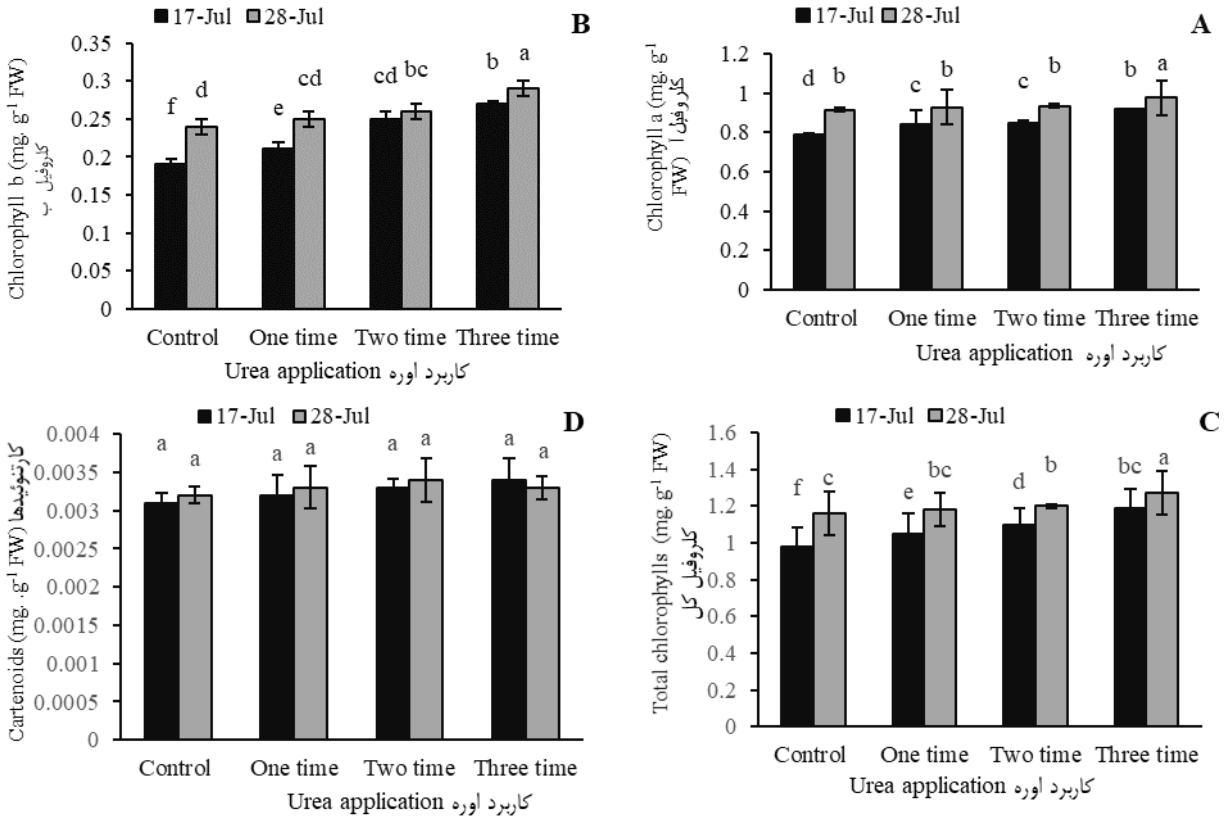
شکل ۴- تأثیر دفعات محلول‌پاشی اوره بر شاخص F_v/F_m (A) و PI (B) برگ درختان پسته رقم کله‌قوچی در دو زمان نمونه‌برداری (۲۷ تیر ماه و ۶ مرداد ماه).

Figure 4- Effect of repeated urea application on F_v/F_m (A) and PI (B) of pistachio trees cv. "Kalleh-ghuchi" in two sampling dates (17 Jul and 28 Jul)

رنگدانه‌های فتوسنتزی

طبق نتایج تجزیه واریانس، کاربرد اوره و مرحله نمونه‌برداری و برهمکنش بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل برگ داشت، درحالی‌که غلظت کارتنوئیدها تحت تأثیر این فاکتورهای آزمایش قرار نگرفت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با کاربرد اوره مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل افزایش پیدا کرد، به‌طوری که محلول‌پاشی اوره در سه مرحله به ترتیب سبب افزایش ۱۱، ۱۴ و ۳۰ درصدی کلروفیل a، b و کل

نسبت به تیمار شاهد گردید. نتایج همچنین نشان داد که مقدار کلروفیل برگ در مرحله دوم نمونه‌برداری بیش‌تر بود. نتایج همچنین حاکی از آن بود که مقدار کلروفیل کل و کلروفیل b درختانی که دو مرحله محلول‌پاشی اوره شده بودند نسبت به درختانی که یک مرحله اوره دریافت کردند به‌طور قابل‌توجهی بیش‌تر بود، درحالی‌که تفاوت معنی‌داری ازلحاظ مقدار کلروفیل a بین این دو تیمار مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ۵- تأثیر دفعات محلول‌پاشی اوره بر مقدار کلروفیل a (A)، کلروفیل b (B)، کلروفیل کل (C) و کارتنوئید (D) برگ درختان پسته رقم کله‌قوچی در دو زمان نمونه‌برداری (۲۷ تیرماه و ۶ مردادماه)

Figure 5- Effect of repeated urea application on chlorophyll a (A), b (B), Total chlorophyll (C) and carotenoids (D) of pistachio trees cv. "Kalleh-ghuchi" in two sampling dates (17 Jul and 28 Jul)

همبستگی بین مقدار نیتروژن برگ با شدت فتوسنتز، شاخص F_v/F_m، PI و میزان کلروفیل کل

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که مقدار نیتروژن برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری با شدت فتوسنتز (r = ۰/۸۱)، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (r = ۰/۸۸)، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (r = ۰/۷۹) و مقدار کلروفیل کل (r = ۰/۸)داشت، به طوری که با افزایش مقدار نیتروژن برگ، شدت فتوسنتز، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی و مقدار کلروفیل کل برگ افزایش پیدا کرد. بر اساس جدول همبستگی صفات، نیتروژن با ضریب همبستگی بیشتر با شاخص Fv/Fm، تاثیر بیشتری بر این شاخص نسبت به سایر شاخص‌های ارزیابی شده داشت (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات همچنین نشان داد که مقدار کلروفیل کل همبستگی مثبت و معنی‌داری با شدت فتوسنتزی (r = ۰/۸۶)، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (r = ۰/۸۵) و شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (r = ۰/۸۵) داشت (جدول ۳).

بحث

آسیمیلاسیون دی‌اکسید کربن با افزایش میزان روبیسکو افزایش پیدا می‌کند، درنتیجه هر عاملی که روی فعالیت آنزیم روبیسکو مؤثر باشد، آسیمیلاسیون دی‌اکسید کربن و درنهایت شدت فتوسنتز را افزایش می‌دهد (۳۰). آنزیم کربوکسیلاسیون اولیه در برگ‌ها (روبیسکو)، بخش قابل‌توجهی از کل پروتئین‌های محلول برگ را

تشکیل می‌دهد، با توجه به نقش نیتروژن در پروتئین‌سازی با افزایش نیتروژن، شدت فتوسنتز برای تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی افزایش می‌یابد (۳۰).

جدول ۳- نتایج همبستگی بین مقدار نیتروژن برگ با شدت فتوسنتز، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر، شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی و مقدار کلروفیل کل

Table 3- the correlation results between leaf nitrogen concentration whit photosynthesis rate (A), variable to maximum *fluorescence ratio (F_v/F_m)*, performance index (PI) and Total chlorophyll (TChl)

	نیتروژن برگ leaf nitrogen	شدت فتوسنتز photosynthesis rate	نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر F_v/F_m	شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی PI	کلروفیل کل TChl
نیتروژن برگ leaf nitrogen	1				
شدت فتوسنتز photosynthesis rate	0.81 *	1			
نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر F_v/F_m	0.88 **	0.82 *	1		
شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی PI	0.79 *	0.86 **	0.96 **	1	
کلروفیل کل TChl	0.80 *	0.86**	0.85 **	0.85**	1

**** و * به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد برای همبستگی بین صفات مورد بررسی را نشان می‌دهد**

ns, *, **: Non significant, significant at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$, respectively

در یک آزمایش روی گیاه برنج، کاربرد نیتروژن از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش شدت فتوسنتز گردید (۱۸). نیتروژن علاوه بر اینکه به‌صورت مستقیم بر افزایش فتوسنتز از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو تأثیرگذار است، به‌طور غیرمستقیم از طریق افزایش تعرق و همچنین هدایت روزنه‌ای سبب افزایش فتوسنتز می‌گردد (۲۹). بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر شدت فتوسنتز رابطه مثبت و معنی‌داری با مقدار نیتروژن برگ از خود نشان داد. به‌طورکلی نیتروژن از طریق افزایش کارایی استفاده از آب سبب باز شدن روزنه‌ها و درنتیجه افزایش تعرق برگ می‌شود (۲۷). در واقع کاربرد اوره سبب افزایش مقدار نیترو اکسید می‌شود که به‌عنوان یک عامل پیام‌رسان عمل می‌کند و سبب کاهش پتانسیل اسمزی از طریق تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌گردد و جذب آب بیشتر می‌شود (۳۹). نیتریدهای اسمزی در بافت‌های گیاهی مسئول حفظ بهتر وضعیت آبی می‌باشند (۴۳)، علاوه بر این نیتروژن با تأثیر بر فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها از طریق تنظیم پتانسیل اسمزی، باعث افزایش بیش‌تر جذب آب توسط گیاه می‌شود (۴۲). عمده‌ترین روش تبادلات گازی، روزنه برگ است. بهبود وضعیت آبی گیاه، سبب باز شدن روزنه می‌شود (۴۳). پژوهش‌های انجام شده در انگور (۱۰)، پسته (۱)، چای (۲۶) و سیب (۱۱) به افزایش هدایت روزنه‌ای با افزایش نیتروژن برگ اشاره دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد درختانی که میزان نیتروژن اندکی داشتند از غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه بالاتری برخوردار بودند که به خاطر کاهش کارایی کربوکسیلاسیونی می‌باشد، به عبارتی دیگر کاهش توانایی آنزیم روبیسکو برای تثبیت این میزان از CO_2 دلیل این امر است (۴۱). دی‌اکسید کربن، پیش ماده‌ای برای فرایند فتوسنتز است. بالا بودن غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای نشان می‌دهد که شدت فتوسنتز برگ به اندازه‌ای نیست که بتواند مصرف CO_2 را افزایش دهد. درواقع کاهش شدت فتوسنتز به‌موازات افزایش غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای است که با نتایج این تحقیق نیز مطابقت دارد (۶). افزایش غلظت دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای در شرایط نیتروژن پایین (شدت فتوسنتز کم) در انگور (۱۰)، پرتقال (۶) و سیب (۱۱) نیز دیده شده است.

تعرق، تبخیر آب از قسمت‌های هوایی گیاه خصوصاً برگ‌ها می‌باشد. تعرق برگ از طریق روزنه‌ها اتفاق می‌افتد، بنابراین باز شدن روزنه‌ها سبب افزایش تعرق و همچنین افزایش تبادلات گازی بین هوا و گیاه می‌گردد. تعرق ارتباط مستقیمی با درجه باز شدن روزنه و سطح برگ دارد (۲۷). میزان تعرق با کمبود عناصر غذایی کم می‌شود و با دسترسی به عناصر غذایی، میزان تعرق و درنتیجه فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد (۲۷). نیتروژن با افزایش تعرق سبب کاهش دمای برگ و درنهایت افزایش کارایی دستگاه فتوسنتزی می‌گردد (۲۹). نتایج این پژوهش نشان داد که میزان تعرق با کاربرد نیتروژن افزایش پیدا کرد که با نتایج سایر پژوهشگران روی درخت زبان‌گنجشک (۲۷)، کیوی (۱۴) و گیاه گل مکزیکی (۲۹) در ارتباط با افزایش میزان تعرق تحت تأثیر کاربرد نیتروژن مطابقت داشت.

از بین انواع کودهای شیمیایی نیتروژنه، کود اوره بیش‌ترین نفوذ و جذب توسط برگ درختان دارد (۲۴). با تغذیه برگی، اوره بـه سـرعت به‌وسیله برگ جذب شده و توسط آنزیم اوره‌آز تجزیه شده و نیتـروژن آن بـه‌صـورت آمونیـوم در اختیـار گیـاه قـرار مـی‌گیـرد. در روش محلول‌پاشی اوره، نیتروژن در معرض پتانسـیل‌هـای اتـلاف، از قبیـل شستشو و یا اتصال به ذرات خاک قرار نمی‌گیرد و سطوح آن بـه‌طـور چشمگیری در برگ افزایش پیدا می‌کند (۲). در پژوهش حاضر مقـدار نیتروژن برگ درختان پسته با محلول‌پاشی اوره افزایش پیدا کـرد کـه مشابه با نتایج بدست آمده توسـط سـایر پژوهشـگران در پسـته (۱۹)، زیتون (۱۳)، گیلاس (۳۳) و نارنگی (۱۶) بود. کاهش کارایی اسـتفاده از نیتروژن فتوسنتزی با افزایش محتوای نیتروژن برگ نشان می‌دهـد در مواقعی که غلظت نیتروژن برگ زیاد است روبیسکو به جای اینکـه به عنوان یـک آنـزیم کاتـالیزوری عمـل کنـد، نقـش یـک پـروتئین ذخیره‌ای به خود می‌گیرد. با وجود اینکه روبیسکو آنزیمـی کلیـدی در فتوسنتز است و در تثبیت CO_2 نقش دارد و کاهش نیتروژن هم سبب کاهش میزان این آنزیم و هم فعالیت آن می‌گردد، ولی مشاهده شـده زمانی که نیتروژن زیاد باشد روبیسکو بـه عنـوان نیتـروژن ذخیـره‌ای عمل کرده و حالت فعال روبیسکو در این شرایط کاهش پیـدا کـرده و به شکل غیرفعال درمی‌آید. در واقع کاهش PNUE در غلظت بـالای نیتروژن نشان می‌دهد که تمامی نیتروژن جذب شده در فتوسنتز برگ وارد نمی‌شود یا اینکه ظرفیت فتوسنتزی به حداکثر مـی‌رسـد و مـازاد ازت نقشی در فتوسنتز ندارد. این یافته مطابق بـا نتـایج بدسـت آمـده توسط پژوهشگران دیگر در تنباکو (۲۳) و زیتون (۷) بود.

فلورسانس کلروفیل یکی از راه‌های مصرف انرژی برانگیختگی در فتوسنتز است که به‌طور گسترده‌ای در پژوهش‌های فتوسنتزی به کار گرفته می‌شود و از آن برای تعیین وضعیت فیزیولوژی گیـاه و میـزان آسیب وارده به دستگاه فتوسنتزی استفاده می‌شود. زمـانی کـه انـرژی نورانی جذب شده توسط برگ مازاد ظرفیت فتوسـنتزی باشـد انـرژی اضـافی از طریـق فلورسـانس کلروفیـل بازتـاب مـی‌شـود. یکـی از پارامترهای مهم فلورسـانس کلروفیـل، نسـبت فلورسـانس متغیـر بـه حداکثر (Fv/Fm) است. نسبت Fv/Fm، بیشترین کـارایی کوانتـومی فتوسیستم II برای تبدیل انرژی نورانی جذب شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد. شاخص کارایی دستگاه فتوسنتزی (PI) نیز یکـی از شاخص‌های مهـم فلورسـانس کلروفیـل اسـت کـه عملکـرد هـر دو فتوسیستم I و II را بازتاب می‌کند. افزایش این پارامترها نشان‌دهنـده سلامت گیاه است (۲۱). نتایج این تحقیق نشان داد که شـاخص‌هـای F_v/F_m و PI با محلول‌پاشی اوره به‌طور قابل‌توجهی افزایش پیدا کرد. نتایج این تحقیق همچنین حاکی از آن است که همبسـتگی مثبـت و معنی‌داری بین مقدار نیتروژن برگ با شاخص‌های فلورسانس کلروفیل وجود داشت، از طرف دیگر افزایش شاخص‌های فلورسانس کلروفیـل در اثر کاربرد اوره را می توان به افزایش مقدار کلروفیل بـرگ نسـبت داد به طوری که نتایج همبستگی بـین صـفات نشـان داد همبسـتگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار کلروفیل برگ و شاخص‌های فلورسانس کلروفیل وجود داشت. گزارش شده که نیتروژن بر جذب و اسـتفاده از انرژی دریافت شده توسط برگ تأثیر گـذار اسـت. افـزایش محتـوای کلروفیل برگ در پاسخ به تأمین نیتروژن سبب افزایش جـذب انـرژی نورانی توسط مولکول کلروفیل شده که نتیجه آن کاهش تجمع انرژی نورانی دریافت شده می‌باشد، درحالی‌که اگر مازاد انرژی دریافت شـده به‌طور مؤثر کاهش پیدا نکند گونه‌هـای اکسـیژن فعـال (Ros) تولیـد شده که این پدیده نشان‌دهنده آسیب جـدی بـه دسـتگاه فتوسـنتزی است و به کلروپلاست آسیب نوری وارد می‌شود (۷)، از طرفی کـاربرد نیتروژن علاوه بر افزایش میزان کلروفیل برگ از طریق بهبود روابـط آبی گیاه سبب حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی که در جذب انرژی نورانی دخیل هستند شده و درنهایت فلورسانس کلروفیل کاهش پیدا می‌کنـد (۳۸)، همچنین کاربرد نیتروژن با افزایش تعرق سـبب کـاهش دمـای برگ شده و از اثرات مخرب دمای بالا و آسیب به دستگاه فتوسـنتزی جلوگیری می‌کنـد (۲۹). در یـک بررسـی ارتبـاط مثبتـی بـین مقـدار نیتروژن برگ و شـاخص‌هـای فلورسـانس کلروفیـل گیـاه قهـوه نیـز گزارش شده است (۳۱). در پژوهشی دیگر با افزایش میزان نیتـروژن، عملکرد کوانتومی فتوسیستم II و نسبت فلورسانس متغیر بـه حـداکثر نهال‌های زیتون افزایش یافت (۷).

افزایش غلظت کلروفیل بـرگ (a، b و کـل) بـا افـزایش دفعـات محلول‌پاشی اوره به نقش نیتروژن در سنتز کلروفیـل ارتبـاط دارد. بـا توجه به نتـایج بدسـت آمـده از تحقیـق حاضـر همبسـتگی مثبـت و معنی‌داری بین مقدار نیتروژن برگ با مقـدار کلروفیـل وجـود داشـت، بنابراین نیتروژن بـا افـزایش سـنتز کلروفیـل باعـث افـزایش میـزان کلروفیل در غشای تیلاکوئید می‌شود. (۳۴). دیده شـده کـه نیتـروژن تأثیرات زیادی روی اندازه کلروپلاست دارد، به‌طوری‌کـه گیاهـانی بـا نیتروژن بیش‌تر، کلروپلاست بزرگتری دارند (۲۵). نتایج به‌دست‌آمـده از اندازه‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی در ایـن پـژوهش در تطـابق بـا سایر پژوهش‌های انجام‌شده بر روی زیتون (۸)، گـردوی سـیاه (۳۲)، پرتقال (۶)، نارنگی (۵) و انگور (۱۰) بود.

با توجه بـه نتـایج بدسـت آمـده از پـژوهش حاضـر پارامترهـای فتوسنتزی، شاخص‌های فلورسـانس کلروفیـل و مقـدار رنگیـزه‌هـای فتوسنتزی در زمان دوم اندازه‌گیری نسبت به زمـان اول انـدازه‌گیـری بیشتر بود. این امر ممکن اسـت بـه دلیـل تـأثیر نیتـروژن بـر مقـدار اسیدهای آمینه برگ باشد که با گذشت زمان تجمع اسیدهای آمینه در بافت برگ بعد از محلول‌پاشی نیتروژن افزایش پیدا مـی‌کنـد (۴۰). در یک بررسی انجام شده در ارتباط با محلول‌پاشی بهـاره نیتـروژن روی درختان سیب نشان داده شد که درختان سیب که در اوایل فصل رشد با نیتروژن محلول‌پاشی شده بودند نسبت به درختـان شـاهد از مقـدار اسیدآمینه بیشتری در طول فصل رشد برخوردار بودند (۴۰). پس بـالا

بودن ظرفیت فتوسنتزی طی زمان دوم اندازه‌گیری را می‌توان این‌گونه توضیح داد که برای وارد شدن اسیدهای آمینه به کلروفیل برگ و همچنین شرکت در فرایند فتوسنتز به مدت زمان بیش‌تری نیاز می‌باشد (۳۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد اوره می‌تواند به واسطه افزایش مقدار نیتروژن برگ درختان پسته، سبب بهبود ظرفیت فتوسنتزی گردد. در این آزمایش تکرار محلول‌پاشی اوره در مراحل مختلف رشد میوه پسته، دارای اثرات تجمعی مثبت بر شدت فتوسنتز و سایر پارامترهای وابسته بود که ممکن است در تخفیف سال‌آوری پسته مؤثر باشد. از طرفی اثرات کاربرد نیتروژن بر فتوسنتز برگ پسته تا یک ماه پس از کاربرد، بیشتر از تیمار شاهد بود.

منابع

1- Afrousheh M., Hokmabadi H. and Hosseini H. 2010. Effect of nitrogen, iron, magnesium, manganese and molybdenum deficiencies on biochemical and ecophysiological characteristics of pistachio seedling (*Pistacia vera*), Journal of Soil Science, 94:53-63.

2- Agnieszka S. and Brodzik R. 2000. Plant ureases: Roles and regulation, Acta Biochimica Polonica, 4:1189-1195.

3- Ahmad R., Waraich E.A., Ashraf M.Y., Ahmad S. and Aziz T. 2014. Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review, Journal of Plant Nutrition, 37(6):942-963.

4- Baninasab B., Rahimi M. and Javanshah A. 2007. Effect of time foliar application of nitrogen and ites concentrations on the flower bud retention in pistachio tree, International Journal of Soil Science, 2(1):40-47.

5- Bondada B. and Syvertsen J. 2003. Leaf chlorophyll, net gas exchange and chloroplast ultrastructure in citrus leaves of different nitrogen status, Journal of Tree Physiology,23:553-559.

6- Bondada B. and Syvertsen J. 2005. Concurrent changes in net CO2 assimilation and chloroplast ultrastructure in nitrogen deficient citrus leaves, Journal of Environmental and Experimental Botany,54:41-48.

7- Boussadia O., Steppe K., Van Labeke M.C., Lemeur R. and Braham M. 2015. Effects of nitrogen deficiency on leaf chlorophyll fluorescence parameters in two olive tree cultivars 'Meski' and 'Koroneiki', Journal of Plant Nutrition, 38(14):2230-2246.

8- Boussadia O., Steppe K., Zgallai H., Ben El Hadj S., Braham M., Lemeur R. and Van Labeke M. 2010. Effects of nitrogen deciency on leaf photosynthesis, carbohydrate status and biomass production in two olive cultivars 'meski' and 'koroneiki, Journal of Scientia Horticulturae, 123:336-342.

9- Bremner, J. M. 1965. Total Nitrogen 1. In: A.G. Norman, editor, Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph. 9.2. ASA, SSSA, Madison, WI. p. 1149-1178.

10- ChenL. and Chen L. 2003. Carbon assimilation and carbohydrate metabolism of concord grap (*Vitis Labrusca* L.) leaves in response to nitrogen supply, Journal of Horticulture Science, 128(5):754-760.

11- Cheng L and Fuchigami L. 2000. CO2 assimilation in relation to nitrogen in apple leaves, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(4):383-387.

12- Cheng L., Ma F. and Ranwala D. 2004. Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple trees in response to nitrogen supply, Tree physiology, 24(1):91-98.

13- Connell J.H., Krueger W.H., Ferguson L., Metheney P.D., Reyes H. and Sibbett G.S. 2002. Effects of foliar application of urea on olive leaf nitrogen, growth and yield, Acta Horticulture, 586: 251-254.

14- Costa G., Lain O., Vizzotto G. and Johnson S. 1997. Effect of nitrogen fertilization on fruiting and vegetative performance, fruit quality and post-harvest life of Kiwifruit cv. Hayward, Acta Horticulture, 444: 279-284 .

15- DeJong T.M. 1983. CO2 [carbon dioxide] assimilation characteristics of five Prunus tree fruit species [Almond, apricot, cherry, peach, plum, photosynthesis], Journal of the American Society for Horticultural Science, 108:303-307.

16- El-Otmani M., Ait-Oubahou A., Zahra F. and Lovatt C. J. 2002. USA.Efficacy of foliar urea as an N source in substainable *citrus* production systems, Acta Horticulture, 586: 251-254. .

17- Esmaeilizadeh M., Talaie A.R., Lesani H., Javanshah A. and Hokmabadi H. 2014. Effect of shoot girdling, fruit thinning and foliar application of urea, zinc sulfate and sucrose on yield, leaf chlorophyll content, photosynthesis rate and nut quantitative characteristics of *Pistachio* cv. 'Ohadi', Journal of Horticultural Science, 28(3):277-287. (in Persian)

18- Feng L., Li H., Jiao J., Li D., Zhou L., Wan J. and Li Y. 2009. Reduction in SBPase activity by antisense RNA in transgenic rice plants: effect on photosynthesis, growth, and biomass allocation at different nitrogen levels, Journal of Plant Biology, 52(5):382-394.

19- Ferguson L. 1986. Effect of foliar urea applications on leaf nitrogen content and bud retention in pistachios,

California Pistachio Industry, Annual Report, 94-95.
20- FAO . 2014. Food outlook global market analysis. Food and agriculture organization, rome, Italy.
21- Hakam P., khanizade S., Deell J. R. and Richr C. 2000. Assessing chilling tolerance in roses using chlorophyll fluorescence, Horticultural Science, 35:184-186.
22- Hokmabadi H., Arzani K., Dehghani-Shooraki Y. and Panahi B. 2004. Response of badami-zarand, sarakhs and ghazvini Pistachio rootstocks to sodium chloride and boron excess in irrigation water, Journal of Water and Soil Science, 7(4):11-24. (in Persian)
23- Jiang C., Zu C. and Wang H. 2015. Effect of Nitrogen Fertilization on Growth and Photosynthetic Nitrogen use Efficiency in Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.), Journal of Life Sciences, 9:373-380.
24- Klein I. and Weinbaum A. 1987. Foliar application of urea to olive: Translocation of urea nitrogen as influenced by sink demand and nitrogen deficiency, Journal of American Society for Horticultural Science, 109:356-360.
25- Lawlor D. W. 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems, Journal of Experimental Botany, 370(15):773-787.
26- Lin Z.H., Zhong Q.S., Chen C.S., Ruan Q.C., Chen Z.H. and You X.M. 2016. Carbon dioxide assimilation and photosynthetic electron transport of tea leaves under nitrogen deficiency, Botanical Studies, 57(1):37-48.
27- Liu X., Fan Y., Long J., Wei R., Kjelgren R., Gong C. and Zhao J. 2013. Effects of soil water and nitrogen availability on photosynthesis and water use efficiency of *Robinia pseudoacacia* seedlings, Journal of Environmental Sciences, 25(3):585-595.
28- Long S.P., ZHU X.G., Naidu S.L. and Ort D.R. 2006. Can improvement in photosynthesis increase crop yields?. Plant, Cell and Environment, 29(3):315-330.
29- Moghaddam M., Estaji A. and Farhadi N. 2015. Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Morphological and Physiological Characteristics, Essential Oil Content and Constituents of Agastache (*Agastache foeniculum*), Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18(6):1372-1381.
30- Moon J., Bailey D., Fallahi E., Jensen R. and Zhu G. 2002. Effect of nitrogen application on growth and photosynthetic nitrogen use efficiency in Two ecotypes of wild strawberry, (*Fragaria chiloensis* L.) *Duch*, Journal of Deciduous Fruit and Nut, 45:132-146.
31- Netto A.T., Campostrini E., de Oliveira J.G. and Bressan-Smith R.E. 2005. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves, Scientia Horticulturae, 104(2):199-209.
3- Nicodemus M., Salifu F. and Jacobs D. 2008. Growth, nutrition, and photosynthetic response of black walnut to varying nitrogen sources and rates, Journal of Plant Nutrition, 31(11):1917-1936.
33- Ouzounis T. and Lang G.A. 2011. Foliar applications of urea affect nitrogen reserves and cold acclimation of sweet cherries (*Prunus avium* L.) on dwarfing rootstocks, Horticultural Science, 46 (7):1015-1021.
34- Pankovic D., Plesnicar M., Arsenijevic-Maksimovic I., Petrovic N., Sakac Z. and Kastori R. 2000. Effects of nitrogen nutrition on photosynthesis in Cd-treated sunflower plants, Annals of Botany, 86(4):841-847.
35- Porra R. J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls *a* and *b*, Photosynthesis Research, 73:149-156.
36- Proietti P. and Famiani F. 2002. Diurnal and seasonal changes in photosynthetic characteristics in different olive (*Olea europaea* L.) cultivars, Photosynthetica, 40 (2):171-176.
37- Rachmilevitch S., Cousins A.B. and Bloom A.J. 2004. Nitrate assimilation in plant shoots depends on photorespiration, Journal of Plant Biology, 101(31):11506-11510.
38- Shangguan Z., Shao M. and Dyckmans J. 2000. Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat. Journal of Plant Physiology, 156(1):46-51.
39- Stiegler J.C., Richardson M.D. and Karcher D.E. 2011. Foliar nitrogen uptake following urea application to putting green turfgrass species, Crop Science, 51(3):1253-1260.
40- Tromp J. and Ovaa J.C. 1976. Effect of time of nitrogen application on amino-nitrogen composition of roots and xylem sap of apple, Physiologia Plantarum, 37(1):29-34.
41- Vrabl D., Vaskova M., Hronkova M., Flexas J. and Santrucek J. 2009. Mesophyll conductance to CO2 transport estimated by two independent methods: effect of variable CO2 concentration and abscisic acid, Journal of Experimental Botany, 60(8):2315-2323.
42- Xin Z.L., Mei G., Li S.Q., Li S.X. and Liang Z.S. 2011. Growth, water status and photosynthesis in two maize (*Zea mays* L.) cultivars as affected by supplied nitrogen form and drought stress, Pakistan Journal of Botany, 43:1995-2001.
43- Zhang L., Li S., Liang Z. and Li S. 2009. Effect of foliar nitrogen application on nitrogen metabolism, water status, and plant growth in two maize cultivars under short-term moderate stress, Journal of Plant Nutrition, 32(11):1861-1881.
44- Zhu X.G., Long S.P. and Ort D.R. 2008. What is the maximum efficiency with which photosynthesis can convert solar energy into biomass?,. Current Opinion in Biotechnology, 19(2):153-159.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 233-245
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۴۵-۲۳۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Repeated Foliar Applications of Urea on Photosynthetic Parameters of Pistachio Tress cv. ”Kalleh-ghuchi” in Different Stages of Fruit Growth

N. Gharaie[1] – M. H. Shamshiri[2*]– M. H. Dehghani[3]

Received: 06-05-2018
Accepted: 27-04-2019

Introduction: Pistachio (*Pistacia vera*), as one of the most important horticultural products of Iran, has been embraced as one of the main commercial products. Rafsanjan is an important area of pistachio production in the world. High production is primarily dependent on the ability of the trees to produce large amounts of photoassimilates during the growing season. Nitrogen is the primary nutrient element needed in the greatest quantities for plant growth and physiology. The greatest impact of nitrogen is in relation to photosynthesis. Therefore, the rate of CO_2 assimilation has been closely related to leaf nitrogen status. Nitrogen deficiency leads to the reduction in the activities of enzymes involved in photosynthesis and consequently a decrease in the rate of CO_2 assimilation. Regarding the key role of nitrogen in metabolic activities, especially photosynthesis, this research was conducted to investigate the effects of repeated foliar applications of urea on photosynthesis parameters of “Kalleh-ghuchi” *pistachio* cultivar.

Materials and Methods: This research was conducted to assess the effect of repeated foliar applications of urea on photosynthetic parameters of *pistachio* trees in different stages of fruit growth, as a factorial experiment based on a randomized complete block design with five replications. In this experiment, urea was applied at the rate of 0.5% at three different stages of fruit growth including initiation of embryo growth, rapid growth of embryo and during flower bud abscission with two weeks interval. Measurement of photosynthesis parameters (including photosynthesis (A), transpiration rate (E) and stomatal conductance (g_s) and intercellular CO_2 concentration (C_i)) were done by used a portable photosynthesis system, after measuring photosynthesis parameters, chlorophyll fluorescence parameters (F_v/F_m and PII) were recorded by using a Chlorophyll Fluorometer. Leaf nitrogen content was determined by the kjeldahl method. Leaf chlorophyll and carotenoids content were measured according to porra (2002). Photosynthetic nitrogen use efficiency (PNUE) was calculated as the ratio of photosynthesis to foliar nitrogen content. All above parameters was performed in two times, one day after the last spraying and 10 days after the first stage of measurement. The experimental data was analyzed by SAS software and the significant differences among the treatment were tested by Duncan test.

Results: The results showed that photosynthesis and transpiration rate and stomatal conductance were increased in urea treated trees compared to control in both sampling dates, while intercellular CO_2 concentration was decreased by urea application. Three times applications of urea caused a 20% increase in photosynthesis rate compared to control trees. Leaf nitrogen content was also increased by repeated urea application in two sampling dates, as three times application of urea resulted in a 65% increase in leaf nitrogen concentration compared to the control , while photosynthetic nitrogen use efficiency decreased by urea application. F_v/F_m and PII were improved by repeated urea applications in two sampling dates. The results also indicated that chlorophyll pigments were increased by urea application. Generally, results showed that the maximum of photosynthesis and related parameters were obtained with three applications of urea at second date of sampling.

Discussion: Any increase in photosynthesis with urea application indicates that more nitrogen maybe allocated to the enzymes of the carbon assimilation. Thus, more CO_2 could be used by the plant, therefore increases in CO_2 assimilation was accompanied by a decrease in the C_i due to nitrogen application. In the present study, nitrogen application increased stomatal conductance of pistachio trees. Application of nitrogen can influence stomatal opening, and thus transpiration rate. Increased chlorophyll content with applied nitrogen indicates paramount role of nitrogen in determining of chlorophyll synthesis. Increasing photosynthesis rate is always accompany with chlorophyll fluorescence reduction that is in agree with our results. Differences in PNUE are mainly brought about by differences in photosynthetic capacity or foliar nitrogen allocation either within the photosynthetic apparatus or to non-photosynthetic pools (e.g. cell walls, nitrate).

Conclusion: The results of this study showed that urea application can improve photosynthesis capacity by increasing nitrogen content of pistachio leaves. In this experiment, repeated foliar applications of urea in

1 and 2- M. Sc and Associate Professor of Horticultural Science, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan
(*- Correspondig Author Email: shamshiri88@gmail.com)
3: Assistant Professor of Genetic and Plant Production, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

different stages of fruit growth had positive effects on photosynthesis and other dependent parameters which may be effective in reduction of alternate bearing in pistachio trees. On the other hand, the effect of nitrogen application on photosynthesis was continued for more than a month after application, compared to control.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, Nitrogen. Photosynthetic pigments, Photosynthesis rate

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 247-256
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۵۶-۲۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی کاربرد اسیدهیومیک بر جذب عناصر غذایی و شاخص‌های کمی و کیفی کیوی‌فروت

علی اکبر شکوهیان[1*]- علی اصغری[2] - هادی محمودی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

بررسی کاربرد اسید هیومیک بر جذب عناصر غذایی و شاخص‌های کمی و کیفی کیوی فروت در طی سال‌های ۹۴-۹۵ در شهرستان تالش استان گیلان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ سطح کاربرد برگی و خاکی هیومیک‌اسید در غلظت‌های شاهد، ۲، ۴، ۶ کیلوگرم در هکتار در چهار تکرار انجام شد. در این پژوهش شاخص‌های جذب عناصر غذایی (ازت، پتاسیم، فسفر، کلسیم، روی، منیزیم، منگنز، مس و آهن) و صفات کمی و کیفی میوه (عملکرد، سفتی، ویتامین ث، مواد جامد محلول میوه و سطح برگ و میزان کلروفیل برگ) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر روی شاخص‌های مورد اندازه‌گیری به جز سفتی میوه در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری تاثیر معنی‌داری داشتند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود کمی و کیفی میوه در کیوی شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار در شاخص‌های جذب عناصر غذایی ازت، فسفر و کلسیم از تیمار ۴ کیلوگرم و عناصر پتاسیم، منگنز و آهن از تیمار ۶ کیلوگرم و عنصر منیزیم در تیمار ۲ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک بصورت مصرف خاکی حاصل شد. بررسی داده‌ها نشان داد که عناصر روی و مس در تیمار محلول‌پاشی با اسیدهیومیک به مقدار ۲ و ۴ کیلوگرم جذب بیشتری داشته‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده غلظت چهار کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک با روش کاربرد خاکی و برگی بیش‌ترین اثر را برروی شاخص‌های کمی و کیفی میوه کیوی داشتند.

واژه‌های کلیدی: آهن، ازت، پتاسیم، عملکرد، مواد جامد محلول

مقدمه

کیوی (*Actinidia sp*) از جنس *Actinidia* متعلق به خانواده *Actinidiacea* از میوه‌هایی است که به دلیل سرشار بودن از ویتامین‌ها به خصوص ویتامین‌های C، E، A ، B_1 و عناصری هم‌چون پتاسیم به عنوان یک منبع غذایی مناسب تلقی می‌شود (۳). با افزایش سطوح کشت محصولات کشاورزی، کاربرد کودهای معدنی نیز افزایش پیدا کرده است. با استفاده بی‌رویه از این کودها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله سفتی، شوری و آلودگی آن افزایش یافته است. علاوه بر این اثرات استفاده نامناسب از کودهای شیمیایی باعث ایجاد پیش‌زمینه‌ی بسیاری از بیماری‌های در انسان می‌شود. یکی از راه‌کارهای جلوگیری از این مشکلات استفاده از کودهای آلی و مشتقات آن‌ها است. کشاورزی ارگانیک با استفاده از بقایای آلی و کمپوست‌ها برای تغذیه خاک، وسیله‌ای است که مواد مغذی حاوی ازت را بازیافت می‌کند، در نتیجه ورود ازت به طبیعت و آثار سوء آن را کاهش می‌دهد (۲۴).

بسته به نوع منشاء، اندازه مولکول، ویژگی‌های شیمیایی و غلظت مواد هیومیکی اثرات مختلف متابولیکی بر روی گیاه دارند. شیوه عمل مواد هیومیکی نشان می‌دهد که با افزایش جذب عناصر میکرو باعث گسترش رشد در گیاهان مورد تیمار می‌شود (۲۹). مواد هیومیکی از طریق تسریع فعالیت‌های آنزیمی باعث افزایش تجمع ریزموجودات در محیط ریشه می‌شوند (۴). استفاده از ترکیبات حاوی هیومیک و فولویک اسید، خاک را پویا کرده و باعث افزایش باروری به‌واسطه گسترش فعالیت ریزموجودات می‌گردند (۱). از سوی دیگر، عناصر غذایی با سهولت بیشتری در اختیار ریشه قرار می‌گیرد. هم‌چنین، این ترکیبات، خاک را متخلخل نموده و در نتیجه آن نفوذ آب و هوا به داخل خاک بهبود یافته، ضمن اینکه ظرفیت نگهداری آب در خاک به واسطه مصرف این کودها افزایش می‌یابد (۴).

کاربرد موادهیومیکی استخراج شده از لئوناردیت، رشد ساقه و

۱ و ۳- دانشیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
(*- نویسنده مسئول: Email:shokouhiana@yahoo.com)
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.72526

ذخیره‌ی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ های زیتون افزایش داده است (۲۰). تاثیر موادهیومیکی بر تحرک بخشیدن یون‌ها و نیز بر متابولیسم و فیزیولوژی گیاهی، سبب بهبود جذب عناصر آهن و فسفر شده و این امر باعث افزایش اندازه‌ی حبه‌ی انگور شده است (۳۸). بر اساس گزارشی اسیدهیومیک، جذب عناصر غذایی را در توت‌فرنگی رقم کاماروزا بیشتر کرده است. نتایج آزمایشات نشان داده که بیش‌ترین میزان نیتروژن در تغذیه با آب آبیاری در غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام و بیش‌ترین میزان فسفر و پتاسیم در غلظت ۱۰ پی‌پی‌ام از مصرف اسیدهیومیک به‌دست آمده است. در روش محلول‌پاشی اسیدهیومیک بیش‌ترین میزان نیتروژن در غلظت ۱۰ و ۲۰ پی‌پی‌ام و بیش‌ترین میزان پتاسیم در غلظت ۱۰پی‌پی‌ام مشاهده گردیده (۴). کاربرد برگی اسیدهیومیک اثر قابل توجهی بر روی عملکرد، طول و اندازه‌ی خوشه و میزان پتاسیم، آهن، فسفربرگ‌های انگور داشته است. به طوری‌که، بیشترین میزان فسفر و پتاسیم برگ‌ها در تیمار استیک هیومیک وکمترین مقدار تمامی شاخص‌های مورد اندازه گیری در تیمار شاهد (بدون مصرف اسیدهیومیک) ثبت شده‌است (۷). کاربرد اسیدهیومیک به همراه نیتروژن بر روی سیب رقم "رم" باعث افزایش عملکرد نسبت به درختان شاهد شده است (۱۷). بر اساس گزارشی مواد هیومیکی جذب آهن و مس را در درختان لیمو بهبود بخشیده‌اند (۳۹). درختان هلویی که با مواد آلی تیمار شده بودند غلظت پتاسیم آن‌ها در ریشه‌ها و برگ‌ها افزایش ولی غلظت کلسیم و منیزیم آنها کاهش یافت بود. به استثنای کلسیم و منیزیم، انتقال مواد غذایی پرمصرف به وسیله درختان تیمار شده نسبت به شاهد بالا بوده است(۱۰).

گزارش شده است که محلول‌پاشی پتاسیم‌هیومات اثرات بهتری نسبت به کاربرد خاکی آن بر دانهال‌های انجیر رقم سفید نسبت به شاهد داشته است (۲۲). همچنین محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر روی زردآلو رقم کانینو باعث افزایش شاخص‌های بیوشیمیایی و جذب مواد غذایی شده است (۴۰). گزارش شده است که کاربرد خاکی اسیدهیومیک بر روی دانهال‌های پسته باعث بهبود جذب عناصر و شاخص‌های رشدی می‌شود (۲۶).

این تحقیق در راستای بهبودشرایط جذب عناصر غذایی با کاربرد اسیدهیومیک به روش‌های کاربرد محلول‌پاشی برگی و خاکی به منظور دست‌یابی به میوه‌های ارگانیک و عملکرد بیشتر کیوی فروت اجرا شده‌است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کود زیستی اسیدهیومیک بر روی جذب عناصر غذایی و تاثیر آن بر کمیت و کیفیت کیوی رقم 'هایوارد'، آزمایشی بر روی درختان ۶ ساله باغی واقع در شرق شهر هشتپر در شهرستان تالش، طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. تالش منطقه وسیعی از غرب استان گیلان را در بر می‌گیرد که در طول جغرافیایی ۴۸ درجه، ۵۴ دقیقه، ۳ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه ، ۴۸ دقیقه، ۱۳ ثانیه قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۴۶ متر می‌باشد. این شهرستان به دلیل محصور بودن بین دریا و کوه‌های البرز دارای آب و هوای معتدل و مرطوبی است (۳۰).

در این بررسی کود اسیدهیومیک با نام تجاری هیومستر تاپ از شرکت گلسنگ کویر یزد تهیه گردید. ترکیبات و عناصر موجود در این کود بصورت جدول ۱ می‌باشد. برای اعمال تیمارها میزان کود اسیدهیومیک لازم برای هر واحد آزمایشی محاسبه و با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پودر اسیدهیومیک را به صورت محلول درآورده و در روش خاکی در سایه‌انداز درختان و در روش برگی به بر روی برگ‌های درختان محلول‌پاشی شد.

در این پژوهش شاخص‌های جذب عناصر غذایی (ازت، پتاسیم، فسفر، کلسیم، روی، منیزیم، منگنز، مس و آهن) و صفات کمی و کیفی میوه (عملکرد، سفتی، ویتامین ث، مواد جامد محلول میوه و سطح برگ و میزان کلروفیل برگ) مورد بررسی قرارگرفتند. اندازه‌گیری فسفر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر و پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم فتومتری انجام شد. به منظور تعین میزان کلسیم و منیزیم از دستگاه جذب اتمی استفاده شد. نیتروژن نیز به روش کجلدال اندازه گیری شد. اندازه‌گیری عناصر غذایی کم مصرف به روش جذب اتمی شعله‌ای انجام گردید. رنگیزه کلروفیل کل به روش آرنون (۶) اندازه‌گیری شد. عملکرد با اندازه‌گیری وزن کل محصولاز درختان مورد تیمار محاسبه گردید. سطح برگ با دستگاه سطح سنج (مدل BioScientific Ltd Area meter AM300) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکترومتر دستی ساخت فرانسه (مدل۰۱۴۰-۹۵۰ OE-ATC) استفاده شد. سفتی بافت میوه به وسیله پنتومتر (مدل FT-۳۲۷) با نوک (پروب) ۸ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. اندازه گیری ویتامین‌ث با روشA.O.A.C (۵) انجام شد.

این بررسی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار شاهد (صفردرصد) و غلظت‌های ۲، ۴ ، ۶ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به‌صورت محلول پاشی روی برگ‌ها و کاربرد خاکی، بر روی کیوی رقم 'هایوارد' با چهار تکرار اجرا شد. داده‌های این پژوهش با استفاده از نرم افزار آماری Jmp تجزیه و نمودارها نیز با استفاده از نرم افزارExcell 2013 رسم گردید.

جدول ۱- ترکیبات و عناصر موجود در کود هیومیک‌اسید (هیومستر تاپ)

Table 1- Compounds and Elements in Humic Acid Fertilizer (Hu Master Top)

ترکیبات و عناصر Compounds and Elements	HA & FA	K	Ash	RH	N	P	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Cl	Mn
% درصد	85	7	1	3-4	1	1										
ppm							2300	1100	1800	20000	200	100	100	33	45	3

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک از نظر تاثیر روی شاخص‌های جذب عناصر غذایی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد داشته‌اند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک و روش کاربرد آن‌ها بر جذب عناصر غذایی درخت کیوی

Table 2- ANOVA forthe effects of humic acid levels and methods of their application on nutrient uptake in Kiwifruit

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares								
		Ca	N	P	K	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
بلوک Block	3	0.0006*	0.002*	0.0004*	0.0007٠*	0.0002*	0.25 ns	0.52 ns	0.22 ns	2.9 ns
تیمار Treatment	6	0.0198**	0.0822**	0.0023**	0.193**	0.009**	12.92**	15.54**	2.91**	497.7**
خطای آزمایش Error	18	0.002	0.005	0.000006	0.005	0.000009	0.048	0.51	2.01	0.026
CV (%)		0.23	0.016	0.43	0.67	0.027	0.45	0.27	0.72	0.034

ns، * و** به‌ترتیب بیان‌گر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

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

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک بصورت کاربرد خاکی و برگی ، بیش‌ترین میزان جذب عنصر کلسیم (۳/۵ درصد) و گیاهان شاهد کم‌ترین میزان جذب این عنصر (۲/۵۸ درصد) را داشتند (جدول۳). این نتیجه با بررسی‌های انجام شده بر روی زیتون(۲۰) همخوانی دارد. اسیدهیومیک می‌تواند از ایجاد نمک‌فسفات غیرمحلول و فسفات کلسیم جلوگیری کرده و در نتیجه در دسترس بودن کلسیم و فسفر را افزایش دهد (۲۱).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان شاخص جذب ازت از تیمارهای ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک با کاربرد خاکی و دو درصد محلول پاشی (۱/۸) بدست آمد و کم‌ترین میزان جذب این عنصر از گیاهان شاهد (۱/۴۲ درصد) حاصل شد (جدول۳). اثرات مثبت اسیدهیومیک بر روی ازت برگ گیاهان مختلف از جمله توت‌فرنگی (۴۶ و۳۴)، خیار (۱۵)، توسط محققین گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند. اسیدهیومیک قادر است فعالیت PM-ATPase ریشه را تحریک کند و نسبت جذب نیترات در ریشه‌ها را افزایش دهد (۳۱). همچنین این کود آلی به دلیل انحلال و آزادسازی عناصرغذایی باعث جذب بیشتر نیترات توسط ریشه‌های گیاه می‌شود (۳۳).

در خصوص جذب عنصر فسفر بهترین نتیجه (۰/۳ درصد) از تیمارهای ۴ و ۲ درصد محلول‌پاش حاصل شد و کمتر میزان (۰/۲۳ درصد) جذب را تیمارشاهد داشت (جدول۳). این نتجه با نتایج وانگ و لاین (۴۶) در توت فرنگی منطبق است. اسیدهیومیک، یک ماده‌ی آلی است که می‌تواند باعث بالارفتن میزان جذب و کارایی مصرف فسفر شود(۱۳). عموما حرکت فسفر خاک پایین بوده، کودهای آلی با ایجاد تغییرات مرفولوژیکی در ریشه سطح جذب را افزایش داده و شرایط انتقال مواد غذایی را بیشتر می‌کنند (۲۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شاخص جذب پتاسیم بهترین نتیجه از تیمار خاکی ۶ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک (۱/۹۲ درصد)

وکمترین میزان جذب این عنصر از تیمار شاهد (۱/۳۲ درصد) حاصل شد (جدول۳). این نتیجه با بررسی‌های انجام شده بر روی توت‌فرنگی رقم کاماروسا (۴) مطابقت دارد. به نظر می‌رسد کـه اسـیدهیومیک بـا گسترش سطح ریشه گیاهان و هم‌چنین با افزایش پتاسیم محلـول در خاک موجب بیشتر شدن جذب عنصر پتاسیم توسط گیاه می‌شود (۸).

بر اساس مقایسـه میـانگین‌هـا در میـزان جـذب عناصـر منیـزیم بیشترین مقدار از تیمار کاربرد خاکی ۲کیلـوگرم اسـیدهیومیک (۰/۳۴ درصد) و مس از تیمار محلول پاشی ۴کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک (۱۲/۹ میلی گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقـدار جـذب ایـن عناصـر از تیمار شاهد (۰/۲ درصد و ۱۰/۴ میلی گرم بـر کیلـوگرم) حاصـل شـد (جدول ۳). نتایج بدست آمده در این بررسی با گـزارش (۲۰) بـر روی زیتون در یک راستا می‌باشد. اسـیدهیومیک باعـث افـزایش جـذب از طریق تحریک‌پذیری بیشتر (۱۲) و کلات‌کـردن عناصـری هـم‌چـون منیزیم باعث دسترسی بیشتر آن در سیستم ریشـه‌ی گیـاه مـی‌گـردد (۴۴).

مقایسه میانگین‌هـا نشـان داد کـه بیشـترین میـزان عنصـر روی (۲۱/۶ میلـی گـرم بـر کیلـوگرم) از تیمـار ۲ کیلـوگرم در هکتـار محلول‌پاشی، حاصل شده و کمترین آن از کاربرد خاکی ۶ کیلوگرم در هکتار و شاهد بدست آمده است (جدول۳). این نتیجه با گزارش ارایـه شده بر روی توت فرنگی (۲۷) منطبق است. با افزودن اسـیدهیومیک به خاک، جذب عناصری مثل ازت، فسـفر، پتاسـیم، منیـزیم، کلسـیم، روی، آهن و مس افـزایش مـی‌یابـد (۱۶) کـه نتـایج حاضـر را تاییـد می‌کند.

درخصوص عنصر منگنز بیشترین جـذب را تیمـار ۶ کیلـوگرم در هکتار خاکی اسیدهیومیک (۳۴/۶ میلی گرم بـر کیلـوگرم) و کمتـرین مقدار آن را تیمـار شـاهد (۲۹/۹ میلـی گرمبـر کیلـوگرم) داشـتنه‌انـد (جدول۳). این نتیجه با بررسی‌های انجام شده روی خیار (۳۵) منطبق است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشـترین میـزان جـذب آهـن در شرایط تیمارهای کاربرد خاکی ۴ و۶ کیلوگرم در هکتار اسـیدهیومیک بامیزان جذب ۲۲۵ و ۲۲۵/۷۵ میلی گرم در کیلـوگرم حاصـل شـده و کمترین میزان جذب این عنصر را تیمـار شـاهد (۲۲۰میلـی گـرم بـر کیلوگرم) داشته است (جدول۳). این نتایج با بررسی‌های انجام شده بر روی انگور و لیمو (۳۸ و ۳۹) همخوانی دارد.

مـواد هیـومیکی بـر تحـرک بخشـیدن یـون‌هـا و نیـز بـر متابولیسـم و فیزیولـوژی گیـاهی مـوثر بـوده و سـبب بهبـود جـذب عناصـر آهـن شـده اسـت. افـزایش ذخیـره آهـن توسـط اسـیدهیومیک را مـی‌تـوان ناشـی از آزاد کـردن مـواد فنـولی در ریزوسفر ریشـه و بهبـود احیـاء و جـذب بیشـتر آهـن در اثـر کـاربرد ایـن مـواد دانسـت (۴۱). اسـیدهیومیک عمـدتا" نقـش مفیـدی در جذب آهـن توسـط گیاهـان دارد (۳۳). ایـن اثـر بـه ویژگـی ترکیـب اسـیدهیومیک مربـوط اسـت کـه باعـث افـزایش قابلیـت دسترسـی ریزمغذی‌ها از حالت هیدروژناز محلول می‌شود (۴۲).

جدول۳- اثر غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک و روش کاربرد آنها بر میزان عناصر برگ کیوی

Table 3- Different levels of humic acid and methods of their application on nutrient uptake in Kiwifruit leaf

تیمارها Treatments	Ca (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Zn (mg . kg dw^{-1})	Mn (mg . kg dw^{-1})	Cu (mg . kg dw^{-1})	Fe (mg . kg dw^{-1})
شاهد control	2.6^{e}	1.4^{e}	0.23^{d}	1.3^{f}	0.2^{f}	16.5^{e}	29.9^{e}	10.4^{e}	220^{f}
محلول پاشی 2 foliar (kg.ha^{-1})	3.1^{c}	1.8^{a}	0.3^{a}	1.6^{d}	0.32^{c}	21.6^{a}	30^{e}	11.9^{b}	223^{e}
محلول پاشی 4 foliar (kg.ha^{-1})	3.2^{b}	1.6^{c}	0.3^{a}	1.7^{c}	0.33^{b}	18.6^{b}	30.9^{d}	12.9^{a}	225^{d}
محلول پاشی 6 foliar (kg.ha^{-1})	2.9^{d}	1.5^{d}	0.29^{b}	1.8^{b}	0.31^{d}	18^{c}	31^{d}	10.9^{c}	226 ^{c}
کاربرد خاکی 2 soil(kg.ha^{-1})	3.1^{c}	1.7^{b}	0.29^{b}	1.4^{e}	0.34^{a}	18.6^{b}	33^{c}	11.8^{b}	243^{b}
کاربرد خاکی 4 soil (kg.ha^{-1})	3.5^{a}	1.8^{a}	0.29^{b}	1.7^{cd}	0.31^{d}	17.5^{d}	34^{b}	11.9^{b}	245^{a}
کاربرد خاکی 6 soil (kg.ha^{-1})	3.3^{b}	1.6^{c}	0.27^{c}	1.9^{a}	0.28^{ed}	16.5^{e}	34.6^{a}	10.9^{c}	244^{a}

حروف متفاوت در هر صفت بیان‌کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است

Different letters indicate significant differences by using the LSD test at 5% probability level

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر روی شاخص‌های مورفولوژیکی سطح برگ، کلروفیل کل برگ و شاخص‌های عملکرد، ویتامین ث و مواد جامد محلول کیوی‌فروت در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد دارند. در این بررسی ازنظر آماری تیمارهای اسیدهیومیک اثر معنی‌داری بر صفت سفتی بافت میوه نداشتند (جدول۴).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ۴ کیلوگرم محلول‌پاشی در هکتار اسیدهیومیک بیش‌ترین میزان سطح برگ (۲۵۴۷۳ سانتی‌متر مربع) را داشت و کم‌ترین آن (۱۶۶۷۴ سانتی‌متر مربع) از آن گیاهان شاهد بود (جدول۴). نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش با نتایج سایر پژوهشگران که بر روی گیاهان مختلف مانند بادام (۴۳) ،پسته (۲۶)، زردآلو (۴۰)، پاپایا (۱۱)، ارائه نموده‌اند، مطابقت داشت.

به‌طوری‌که تیمار اسیدهیومیک در این گیاهان نیز باعث افزایش سطح برگ شده است. اسیدهیومیک به‌وسیله افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه و با انجام فعالیت‌های شبه هورمونی (سیتوکینین، جیبرلین و اکسین) سبب افزایش اندازه سلول‌ها و تقسیم آن‌ها شده و به این طریق باعث افزایش سطح برگ و بهبود سایر خصوصیات مورفولوژیکی می‌شو (۲۸).

جدول ۴- تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک و روش کاربرد آن بر صفات کمی و کیفی کیوی‌فروت

Table 4-ANOVA forthe effects of humic acid levels and methods of their application on quantitative and qualitative triats in Kiwifruit cv. Hyvard

		Mean of Squares میانگین مربعات					
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل Chlorophyll	سطح برگ Leaf Area	مواد جامد محلول TSS	سفتی میوه Tissue Firmness	ویتامین ث Vitamin C	عملکرد Yield
بلوک Block	3	0.06^{ns}	159538 ^{ns}	0.57^{ns}	4.99^{ns}	28.46^{ns}	0.93 ^{ns}
تیمار Treatments	6	0.85**	54583543**	2.03**	4.9^{ns}	133.22**	189**
خطای آزمایش Error	18	0.04	14628	0.53	2.45	35.15	1.6
CV. (%)		4.31	8.17	12.3	20.85	18.97	1.22

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

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

با توجه به مقایسه میانگین‌ها، تمام تیمارهای اسیدهیومیک نسبت به شاهد از کلروفیل بیشتری در برگ برخوردار بودند. بین تیمارهای اسیدهیومیک به‌جز غلظت ۶ کیلوگرم در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). کاهش در این تیمار می‌تواند به دلیل برگ‌سوزی در غلظت بالا باشد. این نتیجه با گزارش‌های رستمی (۳۶) و فرارا (۱۹) منطبق است. افزایش محتوی کلروفیل کل برگ ممکن است وابسته به تسریع جذب ازت و نیترات، افزایش متابولیسم ازت و تولید پروتئین به‌وسیله اسیدهیومیک باشد (۲۳). اسیدهیومیک یا سبب افزایش سنتز کلروفیل می‌شود و یا تجزیه کلروفیل را به تأخیر می‌اندازد (۱۹).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد (۶۰ کیلوگرم در هر درخت) از کاربرد ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک به‌صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها حاصل شد و کم‌ترین مقدار (۴۱ کیلوگرم در هر درخت) در گیاهان شاهدثبت گردید (جدول ۵). نتایج حاصل از این بررسی با گزارش‌های، البریا (۱۴) سیب رقم آنّا، شبان و همکارن (۴۰) زردآلو، محمدی نیا (۲۸) انگور رقم عسگری، نیگولی و همکاران (۳۲) انبه، حگاگ و همکاران (۲۲) زیتون، اصغرزاده و همکاران (۷) و عبدالسلام (۲) انگور در یک راستا می‌باشد. اسیدهیومیک با افزایش میزان نیتروژن گیاه به‌وسیله اثرات مثبت که بر روی متابولیسم سلولی و کلروفیل برگ‌ها دارد. باعث حفظ بافت‌های فتوسنتز کننده شده و سبب افزایش رشد، ارتفاع، تعداد برگ و عملکرد گیاه می‌شود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول (۵/۵ و ۴/۵ بریکس) از تیمار ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک با روش کاربرد خاکی و برگی و کم‌ترین آن(۳/۴ بریکس) از آن گیاهان شاهد بود (جدول۵) ، این نتیجه با نتایج حاصل از بررسی‌های بر روی درختان انگور (۲)، زردآلو (۱۸) و سیب رقم گرنی‌اسمیت (۳۱) در یک راستا می‌باشد. اسیدهیومیک با شیوه‌های

مختلف به جذب بهتر عناصر غذایی و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. این کود زیستی با بهبود تولید قند، ویتامین و پروتئین در گیاه و نیز با تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های فتوسنتز دارد محتوای غذایی محصولات را افزایش می‌دهد (۳۱). کاربرد هیومیک‌ها تولید رنگیزه‌های کلروفیلی را تحریک می‌کند و درنتیجه آن باعث افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌شوند. با افزایش فتوسنتز، تولید آسمیلات‌ها را افزایش داده و این باعث گسترش میزان مواد جامد محلول میوه می‌شود (۱۵). با توجه به این‌که فعالیت فتوسنتزی با کاربرد اسیدهیومیک توسعه پیدا می‌کند و سبب افزایش باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود، فعالیت فتوسنتزی بیشتر، می‌تواند سبب گسترش مقدار مواد جامد محلول میوه شود (۲۳ و ۳۱).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان ویتامین‌ث (۴۰/۴) در تیمار ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک با روش کاربرد برگی و کمترین آن (۱۸/۲۲) در گیاهان شاهد مشاهده گردید (جدول ۵). نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج حاصل از بررسی‌های انجام‌شده بر روی لیمو (۳۹) و توت‌فرنگی (۴) مطابقت داشت. این می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب عناصری همچون فسفر، پتاسیم و گسترش فعالیت برخی آنزیم‌های کلیدی مانند انورتاز، سوکروزسنتتاز و مالات دهیدروژناز باشد.کودهای آلی با جذب رطوبت و مواد غذایی خاک مدت‌زمانی زیادی در خاک باقی‌مانده و باعث بهبود ساختار خاک شده و به‌طور غیرمستقیم نیز باعث ساخت بیشتر ویتامین‌ث میوه‌های تولیدی می‌شوند (۴۷). افزایش ویتامین‌ث می‌تواند به‌وسیله نقش اسیدهیومیک در گسترش قابلیت دسترسی مواد غذایی توجیه شود. کاربرد اسیدهیومیک، دسترسی به عناصری چون فسفر و پتاسیم را بیشتر کرده و این امر نیز باعث افزایش میزان ویتامین‌ث میوه شده است (۴۵).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق، کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش جذب عناصر غذایی در گیاه کیوی رقم هایوارد شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شاخص‌های جذب عناصر غذایی ازت، فسفرو کلسیم از تیمار چهارکیلوگرم و عناصر پتاسیم، منگنزو آهن از تیمار ۶ کیلوگرم و عنصر منیزیم در تیمار ۲ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک بصورت مصرف خاکی حاصل شد. بررسی داده‌ها نشان دادکه عناصر روی و مس در تیمار محلول پاشی با اسید هیومیک به مقدار ۲ و ۴ کیلوگرم جذب بیشتری داشته‌اند. همچنین غلظت ۴ کیلوگرم در هکتار اسیدهیومیک با روش کاربرد خاکی و برگی بیش‌ترین اثر را برروی شاخص‌های کمی و کیفی میوه کیوی داشته‌اند.

جدول۵- اثر غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر عملکرد و اجزاء عملکرد کیوی‌فروت

Table 5- The effect of different levels of humic acid on yield and yield components indicies of Kiwifruit

تیمارها Treatment	سطح برگ Leaf area (cm^2)	کلروفیل Chlorophyll (Mg . g fw-1)	ویتامین ت میوه Vitamin C (Mg . g fw-1)	مواد جامد محلول TSS (BriX)	عملکرد Yield (kg)
شاهد control	16674^{f}	0.3^{c}	18.22^{d}	3.45^{b}	41^{e}
محلول‌پاشی 2 foliar 2($kg.ha^{-1}$)	24333^{b}	1.6^{a}	31.2^{c}	4.75^{ab}	57.2^{b}
محلول‌پاشی 4 foliar 2($kg.ha^{-1}$)	45473^{a}	1.5^{a}	40.38^{a}	5.45^{a}	66.6^{a}
محلول‌پاشی 6 foliar 2($kg.ha^{-1}$)	22272^{c}	1^{b}	38.5^{ab}	4.45^{ab}	58.2^{b}
کاربرد خاکی 2 soil($kg.ha^{-1}$)	16631^{f}	1.4^{a}	29.03^{c}	4.4^{ab}	45^{d}
کاربرد خاکی 4 soil ($kg.ha^{-1}$)	19086^{d}	1.4^{a}	29.7^{c}	5.55^{a}	51.7^{c}
کاربرد خاکی 6 soil ($kg.ha^{-1}$)	17676^{e}	1.6^{a}	31.7^{c}	4.42^{b}	49.3^{c}

حروف متفاوت بیان‌کننده معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD است.

Different letters indicate significant differences by using the LSD test at 5% probability level.

سپاسگزاری

نگارندگان بدین وسیله از دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت‌های مادی این پژوهش تقدیر و تشکر می‌نمایند

منابع

1. Abbas H., Pezhman M., and Tina A. 2013. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of pot marigold, Journal of Novel applied sciences, 4(10): 1100-1103.
2. Abdel-Salam M.M. 2016. Effect of foliar application witg humic acid and 2 antioxidant on ruby seedless grapevine, Middle East Journal of Agriculture Research, 5(2): 123-131.
3. Abedini J. 2009. Kiwi: Physiology and technology processing industry and principles of cold storage, Tehran, Danesh Negar publication. Second Edition, (In Persian).
4. Ameri A., and Tehranifar A. 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var Camarosa, Journal Biological Environ sciences, 6(16): 77-79.
5. AOAC. 1989. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Official Agricultural Chemist, Washington DC, 241-254.
6. Arnon A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants, Agronomy Journal, 23: 112-121.
7. Asgharzade A., and Babaeian M. 2012. Ivestigating the effects of humic acid and acetic acid foliar application on yield and leaves nutrient content of grape (*vitis vinifera*), African Journal of Microbiology Research, 6(31): 6049-6054.
8. Aydin A., Turan M., and Sezen Y. 1999. Effect of fulvic and humic application on yield nutrient uptake in sunflower (*Helianthus annuus*) and corn (*zea mays*). Soil Scienc, 6: 249-252.
9. Bakhshandeh A., Soltani A., and Ghadirian. 2011. Leaf area index measurement by AccuPAR instrument in wheat, Journal of Plant Production Research. (18)4: 97-102. (In Persian with English abstract).
10. Baldi E., Toselli M., Eissenstat D.M., and Marangoni B. 2010. Organic fertilization leads to increased peach root production and lifespan. Tree Physology, 30: 1373-1382.
11. Cavalcante I.H.L., DaSilva R.R.S., Albano F.G., DeLima F.N., and Marques D.S.2011. Foliar spray of humic acid on seedling production of papava (pawpaw), Journal of Agronomy, 10(4): 118-122.
12. Chintzier Mand H., and Schulten R. 1998. New ideas on the chemical make-up of soil humic and fulvic acids, In: Huang P.M., (Ed.), Future Prospects for Soil Chemistry, Soil Science Society of America, Madison: 155–178
13. Delfine S., Tognetti R., and Desiderio E. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat, Agronomy Sustain, 25: 183-191.
14. El-Boray M.S.S., Mostafa M.F.M. 2015. Effect of humic acid and fluvic acids with some nutrient at diffrenet time of aoolication on yield and fruits quality of anna apple trees, Journal of Plant Production, 6(3): 307-321.
15. El-Nemr M. A., El-Desuki M., El-Bassiony A. M., and FawzyZ. F. 2012. Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6(3): 630-637.
16. Fagbenro J.A., and Agboola, A.A. 1993. Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings, Journal of Plant Nutr, 16(8): 1465-1483.
17. Fallahi E., Fallahi B., and Seyedbagheri M. 2006. Infuence of humic substance and nitrogen on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of early spur Rome apple, Journal of Plant Nutrition, 29: 1819-1833.
18. Fathi M.A., Gabr M.A., and El Shall SA. 2010. Effect of humic acid treatment on Canino apricot growth yield and fruit quality. New York Science, 3: 212-225.
19. Ferrara G., Brunetti G. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Italia, Spanish Journal of Agricultural Research, 8(3): 817-822.
20. Fernandez–Escobar R., Benlloch M., Barranco D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite, *Scintia Horticulturae*. 66: 191-200.
21. Grossl P. R., and Inskeep W.P. 1991. Precipitation of dicalcium phosphate dihydrate in the presence of organic acids, Soil Science Society of America Journal, 55: 670-675.
22. Hagagg L.F., Shahin M.F.M., Mustafa N.S., and Mervad M.A. 2013. Influence of using humic acid during full bloom and fruit set stages on productivity and fruit quality of Kalamata olive trees, Journal of Applied Science Research, 9(3): 2287-2292.
23. Haghighi M., Kafi M., and Fang P. 2012. Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid, International Journal of Vegetable Science, 18: 182-189.

24. Ho M. M., Burcher S., and ching L. L. 2008. Food futures now, ISIS TWN Report. P. 2, http://www.i-sis.org.uk/foodFutures,php, Accessed on April 3. 2016.
25. James B., Rodel D., Lorettu U., Reynaldo E., and Tariq H. 2008. Effect of vesicular arbescular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of Senna Spectabilis, Pakistan Journal of Botany, 40(5): 2217-2224.
26. Javanshah A., and Nasab A.N. 2016.The effecy of humic acid and calcium on morpho-physiological trait and mineral nutrient uptake of pistachio seedling under salinity stress, Journal of Nuts, 7(2): 1-11.
27. Khadem Dalir F. 2017. Effect of humic acid at Different Levels of Nitrogen on mineral nutrient uptake in Strawberry, Thesis M.Sc, Department of Horticultural science – Pomology, University of Mohaghegh Ardabili.83pp.
28. Mohamadineia G.H., Hosseini S., Farahi M., and DastyaranM. 2015. Foliar and soil drench application of humic acid on yield and berry propertices of askari grapevine, Aricultural Communications Journal, 3(2): 21-27.
29. Moraditochaee M. 2012. Effectsof Humic Acid Folior Sprayingand nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran, ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 7(4): 289-293.
30. Motighi h. 2009. Kiwi. Tehran, Soroush Hedayat Publication. Page 72. (In Persian)
31. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., and Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants, Soil Biochem, 34(11): 1527-1536.
32. Ngullie C.R., Tank V.R., and Bhanderi D.R. 2014. Effect of salicylic acid and humic acid on flowering, fruiting, yield and quality of mango (*Mangifera indica* CV KESAR, Hind Agricultural Research and Training Institute, 5(2): 136-139.
33. Payton F. V. 1990. The effect of nitrogen fertilizer on the growth and development of the potato in warm tropics: Dissertation abstract international, the sciences and engineering, 50(9): 33-71.
34. Prakash P., Samundeeswari R., Navaneethan G., Padmaja P., Ramakrishnan B., and Chatterjee A. 2013. Influence of potassium humate on *Morus alba* and analysis their nutrients content, International Journal of_Agronomy and Agricultural Research. 3(6): 1-6.
35. Rauthan B.S., and Schnitzer M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumus sativus*) plants, Plant Soil, 63: 491-495.
36. Rostami M. 2016. Effecte of humic acid application methods and rates of nitrogen on vegetative, reproductive and post-harvest characteristics of strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Paros. MSc Thesis. Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran (In Persian).
37. Saki Nejad T., Hossaini S., and Hyvari M. 2011. Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer humic acid mixed with micro and macro elements, Journal of American Science, 7(6): 1014-1020.
38. Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Andreu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D. 2006. Imporvement of iron uptake in table grape by addition of humic substancecs, Journal of Plant Nutrition, 29(2): 259-272.
39. Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Anderu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D. 2002. Humic substances and amino acid improve effectiveness of chelate FeEDDHA in Lemons trees, Journal of Plant Nutrition, 25(11): 2433-2442.
40. Shaaban F.K., Morsey M.M., and Mahmoud T.Sh.M. 2015. Influence of spraying yeast extract and humic acid on fruit maturity stage and storablitity of canino apricot fruits, International Journal of ChemTec Research, 8(6): 530-543.
41. Shiri. Rangjbar R.A., and Molkotti M.J. 2001. The effect of foliar application, nitrogen, zinc and boron on quantitative and qualitative characteristics of seedless grapes, Journal of Soil and Water Sciences, 14(12): 195-203. (In Persian with English summary)
42. Stevenson F.J. 1991. Organic matter-micronutrient reactions in soil. In: Mortvedt J.J., Cox F.R., Shuman L.M., Welch R.M. (Eds.). Micronutrients in Agriculture, Soil Science Society of America, Madison, 145-186.
43. Tana N.T., and El-Ghany K.M. 2016. Some horticultural and pathological studies to reduce fruit of anna apple and increase fruit set yield and improve fruit quality and storability, Journal of American Science, 12(1): 104-122.
44. Vaughan D., and MacDonald I.R .1976. Some effects of humic acid on cation uptake by parenchyma tissue, Soil Biology & Biochemistry, 8: 415-421.
45. Yildirim E. 2007.Foliar and soil fertilization ofhumic acid affect productivity and quality of tomato, Acta Agriculture Scandinavia Journal, 57: 182-186.
46. Wang S. Y., and Lin S. 2002. Compost as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry, Journal of Plant Nutrition, 25: 2243-2259.
47. Zachariakis A., Tzorakakis E., Kritsotakis I., Siminis C.I., and Manios V. 2001. Humic substances stimulate plant growth, nutrient accumulation in grapevine rootstocks, Acta Horticulture Journal, 549: 131-136.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 247-256
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۵۶-۲۴۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Investigation of Application of Humic Acid on Nutrient Uptake and Quantitative and Qualitative Indices in Kiwifruit

A. A. Shokouhian[1] - A. Asghari[۲] - H. Mahmoodi[۳]

Received: 17-06-2018
Accepted: 02-06-2019

Introduction: Kiwifruit (Actinidia Sp) is one of the fruits that it is considered as an appropriate food source, because it is rich in vitamins, especially vitamins C, E, A, B1 and also in the form of potassium. Humic substances are contained nutrients that improve the soil nutrients and are increases the availability of food and therefore plant growth and yield. Studies have shown that adding certain amount of humic acid fertilizer can improve the growth of root, stem and leaves of plants and enhances yield and quality of products and increases the efficiency of nitrogen fertilizer consumption. According to pervious findings, recent research was performed aimed to achieving the best combination of humic acid and its application method for improving yield and organic fruits production in Kiwifruit cv. Hyvard.

Materials and methods: In order to investigate the effects of humic acid concentration and application method on nutrient uptake and quality and quantity of fruit indices, of Kiwifruit CV Hyvard an experiment based on complete block design with four replications was conducted during 2015-2016 in Talesh city, Gilan province. Experimental treatments included soil drenching method and foliar spraying of different levels (control, 2, 4 and 6 kg. ha^{-1}) of humic acid. In this study traits such as absorption indexes of nutrient elements consisting nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, zinc, magnesium, manganese, copper and iron content of leaves and quantitative and qualitative traits of fruit (yield, Tissue firmness, vitamin C, total soluble solids of fruits and leaf area and leaf chlorophyll content) were measured. Phosphorus was measured by spectrophotometer at 430 nm and potassium was measured by flame photometer. Atomic absorption was used to determine the amount of calcium (at wavelength of 422.7 nm) and magnesium (at wavelength of 285.2 nm). Nitrogen was also measured by Kjeldahl method. Micro elements were determined by flame atomic absorption method. Standard samples and treatments were cloudy with a blue acetylene flame and the adsorption of iron, manganese, zinc and copper were read at wavelengths of 243/3, 288.5, 213.9, 327.7 nm, respectively. This study was carried out in a randomized complete block design with seven treatments (0%) and application of humic acid at concentrations of 2, 4, 6 $kg.ha^{-1}$ as spraying on leaves and soil application on Hayward cultivar with four replications. Data from this study were analyzed by using Jmp statistical software and graphs were drawn using Excel 2013 software.

Results and Discussion: Results of analysis of variance showed that different concentration of humic acid had significant effect on nutrient uptake and quality and quantity of fruit indices at 1% probability level. Results of this research indicated that using of humic acid caused increasing in nutrient elements uptake and improving the quality and quantity of fruit in Hyvard cv. of Kiwifruit. Comparison of means showed that the highest value of nitrogen (1.8%) of foliar application of 2 $kg.ha^{-1}$ and 4 $kg.ha^{-1}$ to soil of humic acid, phosphorus (0.3%) obtained by foliar application of 2 and 4 $kg.ha^{-1}$, calcium (3.5%) by foliar and soil application of 4 $kg.ha^{-1}$. The highest value of potassium (1.92) with soil application of 6 $kg.ha^{-1}$, manganese (0.33%) and copper (12.8 Mg.Kg Dw^{-1}) of foliar application of 4 $kg.ha^{-1}$,iron (226 Mg.Kg Dw^{-1}) of soil application 6 $kg.ha^{-1}$ humic acid and the highest value of magnesium (34.7 Mg.Kg Dw^{-1}) uptake index obtained from adding 6 $kg.ha^{-1}$ humic acid to soil. The results indicated that foliar spraying of 2 $kg.ha^{-1}$ humic acid had higher efficiency for zinc uptake (21.7 Mg.Kg Dw^{-1}). Comparison of means showed that the lowest value of measured elements obtained in control treatment. Based on the results, the concentration of four kilograms per hectare of humic acid with soil and leaf application methods had the highest effect on quantitative and qualitative indices of kiwifruit.

Conclusion: Results showed that application of humic acid caused increasing in absorption of nutrients and improving the quality and quantity of fruit in Hyvard CV of Kiwifruit. Comparison of meanings showed that the application, soil application of 4 $kg.ha^{-1}$ of humic acid, was more effective in absorption indices of nitrogen

1 and 3- Associate Professor and Graduate of Department of Horticulture, University of Mohaghegh Ardabili
(*- Corresponding Author Email: shokouhiana@yahoo.com)
2- Associate Professor Department ofCrop Production & Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili

elements, phosphorus, calcium and quantitative and qualitative indices of kiwifruit. Treatment of 6 $kg.ha^{-1}$ soil increased the adsorption of manganese and iron elements and soil treatment of 2 kg ha^{-1} humic acid had the highest absorption of magnesium. Data analysis showed that zinc and copper elements were more adsorbed in humic acid by 2 and 4 $kg.ha^{-1}$ in spray application. In this study the lowest value of measured elements obtained in control trait.

Keywords: Iron, Nitrogen, Potassium, Total soluble solids, Yield

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 257-272
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۷۲-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تاثیر محلولپاشی نانوکلات‌های آهن و مس بر صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی(*Psedudonarcissus narcissus* cv. Jonquil)

فرشته کامیاب[۱] *- حمید محمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

چکیده

گل نرگس یکی از مهمترین گیاهان زینتی در دنیا می‌باشد. یکی از مهمترین مشکلات در تولید گیاهان زینتی، کمبود عناصر کم‌مصرف می‌باشد که در بیشتر خاک‌های قلیایی مناطق ایران وجود دارد. مس و آهن به عنوان عناصر کم‌مصرف ضروری برای رشد و نمو طبیعی گیاه در بسیاری از واکنش‌های فیزیولوژیکی دخالت دارند. جهت بررسی اثر نانوکلات‌های آهن و مس بر برخی صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور نانو کلات آهن در ۴ سطح (صفر، ۱، ۲ و ۳) گرم در لیتر و نانو کلات مس در ۳ سطح (صفر، ۱ و ۲) گرم در لیتر در ۳ تکرار اجرا شد. پیازهای کشت شده درمحدوده وزنی ۸-۱۰ گرم در تاریخ ۲۵ شهریور کشت شدند. کودها از شرکت نانو پژوهش تهیه شدند و محلولپاشی هر یک از این کودها به صورت جداگانه در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول آبان ماه زمانی که پیازها دارای سه برگ بودند و مرحله دوم دی ماه حدود یک هفته قبل از گلدهی و مرحله سوم بعد ازگلدهی به فواصل ۴۵ روز یکبار صورت گرفت. صفات مختلف ارتفاع بوته، تعداد، طول و عرض برگ، وزن و قطر پیاز، تعداد، قطر و وزن پیازچه‌ها، ارتفاع و قطر ساقه گل، تعداد، قطر و وزن تر و خشک گلچه، عمر گلجای و میزان غلظت مس، آهن، کلروفیل، مواد جامد محلول و پروتئین در برگ اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش نشان داد که میزان غلظت آهن و مس با افزایش غلظت کاربرد این میکروالمنت‌ها در برگ افزایش یافت که نشان دهنده جذب بالای این کود نانو از طریق برگ می‌باشد. مصرف آهن ۲ گرم درلیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر بیشترین میزان رشد رویشی از جمله افزایش اندازه بوته، برگ، پیاز و پیازچه شد و دلیل اصلی این افزایش رشد جبران کمبود جذب عناصر کم مصرف در خاک قلیایی می‌باشد که با محلولپاشی از طریق برگ جبران شده است و مکانیسم‌ها و فرایند هایی که آهن و مس در انجام آنها دخالت داشته بهتر صورت گرفته‌اند. رشد زایشی مثل ارتفاع و قطر ساقه گل، تعداد، قطر و وزن تر و خشک گلچه و عمر گلجای نیز با کاربرد این نانو کود بهبود یافت که تاثیر مس بر کاهش اثرات مضر استرس در مطالعات متعدد ذکر شده است. همچنین این تیمار باعث بیشترین میزان پروتئین، کلرو وفیل و مواد جامد محلول در برگ‌های گل نرگس شد که افزایش کلروفیل و پروتئین می‌تواند به علت نقش اصلی آهن در ساخت کلروفیل و فعال کردن آنزیم نیترات ردوکتاز باشد. مس نیز نقش موثری در تولید تعداد زیادی آنزیم‌ها دارد که عملکردهای متابولیکی متفاوت را به عهده دارند. بنابراین نتایج این آزمایش جذب موثر این نانوکلات از طریق برگ را نشان داده و این نکته قابل توجه است که غلظت بالای مصرف این کود می‌تواند اثر منفی بر رشد داشته و باید در میزان مصرف دقت شود و محلولپاشی نانو کلات‌های آهن ۲ در هزار توام با مس ۰/۵ در هزار برای بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه نرگس مخصوصا در خاک‌های قلیایی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیاز، پیازچه، خاک قلیایی، عمر پس ازبرداشت، عناصر کم مصرف

مقدمه

گل نرگس یک گیاه پیازدار از خانواده آماریلیداسه است. این گل یکی از مهمترین گیاهان باغی است که در بیشتر نقاط دنیا به جز مناطق گرمسیری کشت می‌شود. زمان گلدهی این گیاه از اواسط زمستان تا بهار می‌باشد (۷). گل نرگس علاوه بر اینکه یکی از مهمترین گل‌های زینتی است، به علت داشتن ترکیبات الکالوئیدی دارای ارزش دارویی نیز می‌باشد (۶). یکی از مهمترین مشکلات در تولید گیاهان زینتی، تغذیه نامناسب در طول پرورش آنها می‌باشد. قلیایی بودن خاک بیشتر مناطق ایران به علت بالا بودن هدایت الکتریکی و کربنات‌های آزاد خاک منجر به مشکل کلروز آهن شده و

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، واحد رفسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، رفسجان، ایران
(*- نویسنده مسئول Email: f.kamiab56@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی علوم باغبانی، واحد رفسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، رفسجان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.73396

عملکرد محصولات مختلف را تحت تاثیر قرار داده است (۳۶). کمبود آهن، شایع‌ترین کمبود در میان گلها و گیاهان زینتی است و اثر زیادی را بر رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌گذارد. آهن درتشکیل کلروفیل و متابولیسم اسید های نوکلئیک نقش اساسی دارد. از طرف دیگر نقش آهن در واکنش های تنفسی گیاه، انکارناپذیر است و باعث حفظ کیفیت گلهای بریده می‌شود (۶).

از عوامل دیگری که می‌توانند در کمبود آهن در گیاهان دخیل باشند شامل کمبود آهن در خاک، مصرف زیاد فسفر و آهک، مقدار زیاد فلزات سنگین مثل روی، مس و منگنز، درجه حرارت کم یا زیاد، مقدار زیاد نیتروژن به صورت نیترات، تهویه ضعیف، نسبت های کاتیونی نامتوازن و آلودگی ریشه به نماتدها می‌باشد (۸). تحقیقات اخیر نشان داده است که مقدار اندکی از عناصر غذایی کم مصرف که از طریق محلول‌پاشی به گیاهان داده می شوند، موجب افزایش معنی دار عملکرد گیاهان می گردند. محلول‌پاشی وقتی مورد توجه قرار می‌گیرد که رفع کمبود عناصر غذایی از راه ریشه امکان پذیر نباشد. بنابراین در شرایط مزرعه که فاکتورهای مختلف مؤثر در جذب عناصر غذایی بسیار متغیر هستند، محلولپاشی می تواند به عنوان یک روش سریع برای رفع کمبود با اهمیت باشد و به عنوان یک روش نسبتاً جدید و بحث بر انگیز در تغذیه گیاهان باشد. روستا و محسنیان (2012)نشان دادند که محلولپاشی منابع مختلف آهن (Fe- DTPA , Fe-EDDHA, FeSO4) روی گیاه فلفل سبب افزایش رشد رویشی، عملکرد و رنگ گیری بهترمیوه در سیستم آکواپونیک و هیدروپونیک گردید و همچنین کلروفیل کل، کاروتنوئیدها وقندهای محلول افزایش یافت. در آزمایشی دیگر همین محقق دو منبع آهن (نانو کلات آهن و Fe –EDDHA)در سیستم کشت بدون خاک گیاه فلفل در شرایط قلیائی به کار برد و نشان داد که ابتدا کلات آهن و سپس نانو کلات آهن بهترین منبع آهن در این شرایط می‌باشند (۲۹).

مس نیز یک میکروالمنت می‌باشد که دارای نقش ساختاری در پروتئین های تنظیم‌کننده و در انتقال الکترون در فتوسنتز، پاسخ به استرس‌های اکسیداتیو، تنفس میتوکندری، متابولیسم دیواره سلولی، سیگنال‌های هورمونی نقش دارد و از طرف دیگر کو فاکتور بسیاری آنزیم‌ها مثل سوپراکسیدودیسموتاز، سیتوکروم اکسیداز، آمینواکسیداز و پلی فنل اکسیداز می باشد (۲۴). همچنین مس در بیوسنتز و فعالیت اتیلن در رساندن گل و میوه، نقش اساسی دارد و باعث شادابی و طراوت گیاه می‌گردد (۱۲).

تحقیقات بعمل آمده توسط کومار و چاتوپادبای (۱۴) بر روی گل مریم نشان داده است که کاربرد کودهای سولفات روی، سولفات مس و سولفات آهن به صورت تیمارهای ریش ای و در مقادیر ۱۰، ۱۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار روی رشد و شاخص‌های عملکردی تاثیر چشم‌گیری داشته است.

بارمان و پی (۲) چهار نوع کود سولفات آهن، روی، مس و منگنز را در سه مرحله و در فواصل ۶۰ روز برروی برگ ها ی گیاه مریم محلول پاشی کردند و افزایش رشد رویشی و گلدهی را مشاهده کردند.

در سال های اخیر کاربرد نانو ذرات در کلیه عرصه ها مخصوصا کشاورزی گسترش زیادی پیدا کرده است.

فراورده‌های نانو شامل مخلوطی از ذره های با ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که می‌توانند خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد اولیه را تغییر دهند. به دلیل اثرات مضری که کودهای شیمیایی مرسوم به محیط زیست ایجاد می‌کنند، مدت هاست که استفاده از آن ها مورد سؤال قرار گرفته است و استفاده از نانوکودها می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای این کودهای مرسوم باشد. کاربرد کودهای نانو باعث افزایش کارایی، کاهش مسمومیت و اثرا ت منفی مربوط به استفاده زیاد از حد عناصر غذایی می‌شود (۱۹) دیواره سلول گیاهی به عنوان یک مانع برای ورود آسان هر عامل خارجی به داخل سلول های گیاهی عمل می کند، نانوذرات که قطر منفذ کمتری نسبت به قطر منفذ دیواره سلولی دارند، به راحتی می توانند از منافذ روی دیواره عبور کنند. نانوذرات درسطح برگ از طریق منافذ روزنه‌ای و یا پایه‌های کرک وارد گیاه می شوند و سپس به بافتهای مختلف منتقل می شوند (۲۰).

آذرپور و همکاران تاثیر محلولپاشی نانو ذرات آهن را بر افزایش وزن تر محصول زعفران گزارش داده‌اند. زو و همکاران (۳۵) نیز کاربرد محلولپاشی اکسید آهن به صورت نانو ذره بر روی کدو حلوایی را گزارش داده و افزایش جذب، انتقال و تجمع این نانو ذره توسط گیاه به طور قابل توجهی مشاهده شده اسارش شده است.در آزمایشی دیگر گزارش شده است که محلولپاشی با نانوکلات آهن منجر به افزایش کمیت و کیفیت گل محمدی شده است (۱۵)

آزمایش‌های متعددی در مورد کاربرد کود های نانو در بادم زمینی (۲۱) ، نخود (۲۲)، اسفناج (۳۴) و ریحان (۲۳) گزارش شده و در همه موارد ذکر شده افزایش جذب، رشد و عملکرد وجود دارد.

با توجه به نتایج گزارش شده مبنی بر عملکرد خوب نانوکودها در گیاهان مختلف و واکنش مختلف گونه‌های مختلف گاهی به مواد غذایی تهیه شده به شکل نانو، این آزمایش با هدف بررسی تاثیر کاربرد کو های کلات آهن و منگنز در مقیاس نانو بر عملکرد و رشد گل نرگس طاحی شده است.

مواد و روش‌ها

شرایط رشدی گیاه وتیمارها

به منظور بررسی اثر محلولپاشی نانوکلات‌های آهن (۱۲درصد) و مس (۱۲ درصد) بر رشد رویشی و زایشی گل نرگس، این تحقیق به صورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی باسه تکرار

درمزرعه آموزشی وتحقیقاتی دانشگاه آزاد رفسنجان واقع در منطقه اسد آباد با شوری خاک ۷ دسی زیمنز بر متر درسال ۱۳۹۴ انجام شد. موقعیت جغرافیایی منطقه″۴۴ '۳۰ °۲۹ شمالی و°۵۶ '۵۰ ″۶ شرقی با ارتفاع ۱۷۸۰ متر از سطح دریا دارای اقلیمی خشک و زمستان نسبتا سرد وتابستان گرم وخشک با حداکثر دمای ۴۲ درجه سلسیوس در تابستان و حداقل ۳- درجه سلسیوس در زمستان و میانگین میزان بارندگی ۱۰۰میلی‌متر در سال می‌باشد. در این آزمایش فاکتور آهن در چهار سطح (صفر، ۱، ۲و ۳) گرم در لیتر و فاکتور مس در سطح سطح (صفر، ۱، ۲) گرم در لیتر در نظر گرفته شد. آزمایش در ۱۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. پیازهادرکرت‌هایی به عرض دو متر در طول پنج متر کشت شدند. پیازهای کشت شده درمحدوده وزنی ۸-۱۰گرم بودند ودر هرکرت در هشت ردیف به فاصله ۲۰ سانتی-متر و فاصله روی ردیف پنج سانتیمتر، درعمق ۱۵ سانتیمتر در تاریخ ۲۵ شهریورکشت شدند. تجزیه خاک نشان داد که خاک مزرعه دچارکمبود نیتروژن است و بر اساس محاسبات ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار اوره به کرت‌ها اضافه شد، ماده آلی خاک نسبتاً پایین بوده وکود دامی به میزان۴۰ تن در هکتار قبل ازکاشت به زمین زراعی داده شد. کودها پس از بررسی و تایید مقیاس آن توسط شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کارگزار ستاد ویژه نانو) و آزمایشگاه تجزیه خاک پژوهشکده پسته رفسنجان از شرکت نانو پژوهش خریداری شدند. تیمارهای محلولپاشی بر اساس درصد آهن و مس موجود در کودها، میزان نیاز گیاه و نتایج آنالیز خاک طراحی شدند. محلولپاشی هر یک از این کودها به صورت جداگانه در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول آبان ماه زمانی که پیازها دارای سه برگ بودند و مرحله دوم دی ماه حدود یک هفته قبل از گلدهی و مرحله سوم بعد ازگلدهی به فواصل ۴۵ روز یکبار صورت گرفت.

جدول۱ – خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی دانشگاه ازاد رفسنجان.

Table 1- Chemical analysis of experimental farm Soil (Azad University, branch Rafsanjan, Asad Abad).

بافت خاک Texture soil	pH	پتاسیم Absorbable potassium (mg/kg)	فسفر Absorbable phosphorus (mg/kg)	نیتروژن کل Total nitrogen N (%)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS/m)	عمق Depth (cm)
Sandy-clay شنی رسی	7.7	239	13.8	0.03	0.8	6	7	0-30

اندازه‌گیری پارامترهای مرفولوژیکی

اندازه گیری‌ها شامل تعداد برگ، طول و عرض برگ، ارتفاع ساقه گل دهنده که جهت اندازه‌گیری ارتفاع ساقه گل دهنده، ارتفاع آن از بالای یقه تا انتهای خوشه گل با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. بر ای اندازه‌گیری تعداد گلچه های هر خوشه، پس از رشد کامل ساقه گلدهنده و پس ازبرداشت ساقه‌ی گل، شمارش گلچه‌ها صورت گرفت. برای اندازه گیری قطر گلچه ، گلچه پایینی که از همه بزرگترمی‌باشد، پس از اینکه تقریبا بطور کامل باز شدن با استفاده از خط کش، اندازه طول دو گلبرگ روبروی هم، از انتهای یکی تا انتهای دیگری اندازه گیری شد .برای اندازه‌گیری قطرشاخه گل از کولیس استفده گردید و بدین گونه که قطر شاخه از سه نقطه، یعنی نزدیک طوقه، وسط شاخه گل و ناحیه زیر اولین گلچه اندازه‌گیری شد، سپس سه اندازه را با هم جمع کرده ومیانگین گرفته شد. میانگین این سه بعنوان اندازه قطر شاخه‌ی گل لحاظ گردید .

برای اندازه‌گیری عمر انباری گل‌ها، گل‌ها پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه با دمای بین ۲۱-۲۴ درجه سانتیگراد که رطوبت نیز در حد معمول بود، انتقال داده شدند و در آنجا درون لیوان های بزرگی که برای هر نوع کود و هر غلظتی یک لیوان جداگانه در نظر گرفته شده بود، نگهداری شده تا عمر پس از برداشت آن‌ها اندازه گیری شود .در صورتیکه تعداد گلچه های پیر شده بیشتر ازگلچ های باز شده باشد پایان عمر انباری محاسبه گردید. برای تعیین وزن تر و خشک گلچ ها، ابتدا وزن تمام گلچه‌های هر خوشه اندازه گیری سپس میانگین انها محاسبه گردید و برای تعیین وزن خشک نیز تمام نمونه ها در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و میانگین هر گلچه محاسبه گردید.

در پایان اردیبهشت پیازها از دو ردیف وسطی هر کرت به صورت خشکه کنی خارج شدند و وزن و قطر پیاز مادری و تعداد پیاز دختری، وزن و قطر انها محاسبه گردید.

اندازه‌گیریپارامترهای فیزیولوژیکی

عناصر آهن و مس در برگ

عناصرغذایی آهن و مس دراین آزمایش به وسیله دستگاه جذب اتمی به روش جونز و همکاران (۹) اندازه‌گیری شدند و برای تهیه عصاره، ابتدا ۰/۵ گرم از نمونه خشک شده و آسیاب شده از برگ گیاه را وزن کرده و سپس در کوره با دمای۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرارداده شد تا نمونه‌ها تبدیل به خاکستر شدند. .سپس ۵ میلی لیتر اسیدکلریدریک ۲نرمال به هر نمونه اضافه گردید و در نهایت توسط آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد. .این عصاره به

طور مستقیم جهت اندازه‌گیری عناصر آهن و مس به کار رفت.

موادجامد محلول برگ

اندازه‌گیری به روش اسموگی (۳۱) انجام گرفت. ۰/۵ گرم وزن تر برگ ابتدا در ۵cc اتانول ۹۵ درصد و سپس ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد ساییده شده بعد به مدت ۱۰ دقیقه در دور g ۳۵۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس ۰/۲ میلی لیتر از محلول رویی با ۶ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون به علاوه ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) مخلوط گردیده و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۹۵ درجه قرار داده شد تا واکنش انجام و رنگی شود. سپس میزان جذب آن با اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت و مقدار قندهای محلول محاسبه گردید.

پروتئین برگ

اندازه‌گیری پروتئین به روش برادفورد (۴) انجام گرفت. یک گرم از بافت تازه گیاهی در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی لیتر بافر تریس–HCl، ۰/۰۵ مولار ساییده شد و به لوله سانتریفیوژ منتقل شده و پس از ۱۰ دقیقه سکون به مدت ۲۵ دقیقه در دور g ۱۰۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و محلول رویی برای اندازه‌گیری پروتئین به کار رفت. ۰/۱ میلی لیتر از عصاره پروتئینی به همراه ۵ میلی لیتر محلول بیوره مخلوط و سریع ورتکس شده و پس از ۲۵ دقیقه میزان جذب نور در طول موج ۵۹۵ نانومتر تعیین گردید.

کلروفیل کل برگ

اندازه گیری کلروفیل به روش مدنر (۱۷) صورت گرفت. یک گرم از برگ در هاون چینی قرار داده و با ۲۰ میلی لیتر استن (۸۰درصد) له گردید. سپس به مدت ۵ دقیقه با دور g ۵۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. محلول رویی با استن ۸۰ درصد به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و جذب محلول در طول موج های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از فرمول زیر کلروفیل کل اندازه‌گیری گردید.

کلروفیل کل (mg/g)

$$=[(20.2 \times 0D_{645}) + (8.02 \times od_{663})] \times [{}^{V}/_{1000W}]$$

V: حجم استون مصرف شده

W: وزن تر نمونه (گرم)

محاسبات آماری

داده ها توسط نرم افزار SAS با ورژن ۵ تجزیه شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده ازآزمون دانکن درسطوح ۵ درصدصورت گرفت.

نتایج و بحث

پس از انجام کلیه مراحل آزمایش نتایج بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در این نتایج تاثیر تیمارهای مختلف محلولپاشی نانو کلات های آهن و مس بر کلیه صفات کمی و کیفی مشخص گردید و بر اساس جداول (۲و ۳) برای هر کدام از صفات به صورت جداکانه بحث گردید. اثر متقابل کاربرد نانو کلات های آهن و مس بر صفات ارتفاع بوته، قطر و وزن پیازچه، درصد گل‌های باز شده و غلظت پروتئین، کلروفیل و مس برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و بر سایر صفات عمر پس از برداشت، ارتفاع و قطر ساقه گل، طول، عرض و تعداد برگ، تعداد، وزن تر، وزن خشک و قطر گلچه، وزن و قطر پیاز اصلی، تعداد پیازچه و غلظت مواد جامد محلول و آهن برگ در سطح یک درصد معنی‌داربود.

صفات رویشی

ارتفاع گیاه

جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع گیاه ۳۶ سانتیمتردر تیمار آهن ۲ و ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین ارتفاع ۲۲ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است و افزایش غلظت آهن از ۲ به ۳ گرم در لیتر و مس از ۰/۵ به ۱گرم در لیتر باعث افزایش ارتفاع گیاه نشد(جدول ۴)..

تعداد برگ

کمترین تعداد برگ در تیمار شاهد چهار عدد بود که با کاربرد توام ۲ گرم در لیترکود نانو آهن و ۰/۵ گرم در لیتر کود مس به بیشترین تعداد ۶/۳ رسید (جدول ۴).

طول و عرض برگ

جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین طول برگ ۳۴ سانتیمتردر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده که با تیمار توام آهن ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشته است. کمترین طول برگ ۱۹ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است. بیشترین عرض برگ ۲/۲۳ سانتیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین آن درشاهد ۱/۳ سانتیمتر مشاهده شد. افزایش غلظت آهن از ۲ به ۳ گرم در لیتر و مس از ۰/۵ به ۱گرم در لیتر باعث کاهش عرض برگ شد اما این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات نانو کلات‌های آهن و مس بر برخی خصوصیات رویشی و زایشی گل نرگس رقم جونکی

Table2- ANOVA for the effect of foliar treatments of Fe and Cu nano chelates on some vegetative and reproductive traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant Height	عمر پس از برداشت vase life	ارتفاع ساقه گل Height of Flowering Stem	قطر ساقه گل Diameter of Flowering Stem	طول برگ Leaf Length	عرض برگ Leaf Width	تعداد برگ Leaf Number	تعداد گلچه Floret Number	وزن تر گلچه Floret Fresh Weight	وزن خشک گلچه Floret Dry Weight	قطر گلچه Diameter of Floret	درصد گل‌های باز شده Percentage of Opened floret
		میانگین مربعات Means of square											
بلوک Replicate	2	0.72 ns	0.1 ns	0.59 ns	0.02 ns	0.09 ns	0.008 ns	0.03 ns	0.08 ns	0.09 ns	0.002 ns	0.07 ns	0.15 ns
aنانو کلات آهن Fe Nano chelate	3	51.2**	1.79**	23.97**	2.04 **	80.46**	0.2 **	1.4 **	25.2**	0.02**	0.06**	1.74 **	16.69**
b نانو کلات مس Cu Nano chelate	2	209.1 **	2.19**	139.1 **	12.5**	360.6**	0.1 **	2.5 **	30.5**	0.72**	0.12**	2.5 **	17.79*
a×b	6	3.09*	2.59**	3**	0.22**	3.99**	0.05**	0.19**	**0.7	0.04**	0.006**	3.2 **	20.19*
خطا Error	22	1.1	0.1	0.27	0.015	0.9	0.004	0.03	0.6	0.031	0.001	0.87	0.9
ضریب تغییرات CV(%)		13	15	3	1.8	3.5	4	3.1	19.18	14	5.4	6.5	7.5

**،* به ترتیب نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و ns ، عدم تاثیر معنی‌دار است..

**,* represents effects significant at probability levels of 0.05 and 0.01 respectively; ns means non-significant.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر متقابل محلولپاشی نانو کلات های آهن و مس بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل نرگس رقم جونکی

Table3- ANOVAfor the effect of foliar treatments of Fe and Cu nano chelates on some morphological and physiological traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares									
		وزن پیاز اصلی Weight of Main Bulb	قطر پیاز اصلی Diameter of Main Bulb	تعداد پیازچه Number of Bulblet	قطر پیازچه Diameter of Bulblet	وزن پیازچه Weight of Bulblet	پروتئین برگ Leaf Protein	کلروفیل برگ Leaf Chlorophyll	مواد جامد محلول برگ Total Soluble Solid	غلظت مس در برگ Cu Concentrationin Leaf	غلظت آهن در برگ Fe Concentrationin Leaf
بلوک Replicate	2	0.42 ns	1.42 ns	0.4 ns	0.15 ns	1.42 ns	400.2 ns	37.66 ns	11.15**	0.18 ns	1.52 ns
نانو کلات آهن (a) Fe Nano chelate (a)	3	641.6**	65.59**	13.59**	8.6*	8.69*	50.29*	19.99*	60.9**	5.59**	46**
نانو کلات مس (b) Cu Nano chelate (b)	2	3727**	300.9**	305.69**	11.69*	10.79*	60.49*	17.65**	55.4**	95.59**	6576**
a×b	6	14.59**	2.19**	8.19**	8.1*	6.19*	81.69*	29.86*	75.59**	3.29*	191**
خطا Error	22	4.5	0.5	1.5	2.5	2	37.09	12.25	1.76	1.15	43
ضریب تغییرات CV (%)		13	1.9	14	14	13	14.4	14.9	9.2	19.4	9.1

**،* به ترتیب نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و ns ، عدم تاثیر معنی‌دار است

**,* represents effects significant at probability levels of 0.05 and 0.01 respectively; ns means non-significant

با توجه به نتایج این آزمایش اثر متقابل محلولپاشی نانو کلات‌های آهن و مس در افزایش رشد رویشی (ارتفاع گیاه و تعداد و اندازه برگ) گل نرگس در مقایسه با شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بوده است. باتوجه به اینکه خاک مورد نظر دارای pH قلیایی بوده و در این شرایط جذب عناصر کم مصرف از خاک مشکل می‌باشد، با محلولپاشی این عناصر و جذب از طریق برگ نیاز گیاه به طور موقت رفع شده است و منجر به افزایش رشد رویشی گردیده است. همانطور که می‌دانیم آهن در فعالیت‌های فیزیولوژیکی متعددی از قبیل فتوسنتز، تنفس، ساخت دی ان ا و تشکیل هورمون نقش دارد که این موارد ذکر شده بیانگر نقش مهم این عنصر در تغذیه گیاه می‌باشد (۲۶). از طرف دیگر مس نیز یک عنصر ضروری برای گیاه است که نقش‌های متعددی برای گیاه دارد که می‌توان مشارکت این عنصر در تنفس، مقاومت در برابر تنش های اکسیداتیو، سیگنال های هورمونی، دیواره سلولی و سیستم انتقال الکترون در فتوسنتز را نام برد (۲۴). بنابراین عنصری تاثیرگذار بر افزایش رشد و نمو گیاه می‌باشد.

حکم آبادی و همکاران (۱۰) نشان دادند که کاربرد کلات آهن بر روی نهال های پسته باعث افزایش سطح برگ و محتوای کلروفیل شده است. احتمالا با کاربرد این میکروالمنتها مخصوصا آهن فرایندهای فیزیولوژیکی مثل کلروفیل سازی فعال شده و در نهایت اندازه برگ افزایش می‌یابد. البته این نکته قابل توجه است که افزایش غلظت عنصر مس به ۱ گرم در لیتر در این آزمایش، ارتفاع و تعداد و اندازه برگ را به طور معنی‌داری کاهش داد. این کاهش رشد رویشی به دلیل افزایش غلظت این میکروالمنت می‌باشد که اثر سمی دارد و افزایش غلظت ان ممکن است منجر به توقف رشد گیاه و جلوگیری از بسیاری از فرایندهای سلولی مثل انتقال الکترون فتوسنتزی شود (۲۴). همچنین با فزایش غلظت مس در برگ ها میزان غلظت آهن با افزایش کاربرد آهن افزایش نیافت که به نظر می‌رسد در غلظت مس بالا جذب آهن از غشاء کاهش می‌یابد (۱۶). نیز در این رابطه نشان دادند که با افزایش غلظت مس در محلول غذایی، غلظت این عنصر در گیاه ذرت زیاد اما رشد کاهش یافت که دلیل آن را کاهش نفوذپذیری غشاء و کاهش جذب عناصری مانند اهن دانست. روستا و پور ابراهیمی (2015) نشان دادند که Fe-EDDHA رشد نهال های فلفل در شایط قلیایی به طور قابل وجهی افزایش داد.

همچنین در ارتباط با کود نانو آهن افزایش تا غلظت ۲ گرم در لیتر باعث افزایش رشد رویشی شد. در حالیکه در غلظت ۳ گرم در لیتر افزایش رشدی مشاهده نشد.

وزن و قطر پیاز اصلی

وزن پیاز اصلی در اثر کاربرد توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر به بیشترین مقدار یعنی ۱۰۰ گرم رسید که در مقایسه با شاهد ۵۰ گرم اضافه وزن مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر پیاز ۴ سانتیمتردر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر تفاوت معنی داری نداشت و کمترین آن ۳ سانتیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است (جدول ۴).

تعداد، قطر و وزن پیازچه

بیشترین تعداد پیازچه ۷/۳ عدددر تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد پیازچه ۳/۵ عدد در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر پیازچه ۱۸/۴ میلیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین قطر پیازچه ۱۰ میلیمتردر شاهد مشاهده شد(جدول ۴). بیشترین وزن پیازچه۲۲/۲ گرم در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی داری نداشت و کمترین وزن پیازچه ۱۶/۱گرم در شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

کاربرد توام کود نانو آهن (۲گرم در لیتر) و مس (۰/۵ گرم در لیتر) باعث افزایش وزن پیاز مادری در حدود ۵۰ گرم در مقایسه با شاهد شد و همچنین قطر پیاز نیز ۱ سانتیمتر افزایش یافت. افزودن آهن به صورت محلولپاشی باعث افزایش جذب توسط برگ ها شده است که در نتیجه افزایش غلظت آهن در برگ ها از یک طرف منجر به افزایش میزان کلروفیل و از طرف دیگر افزایش فعالیت آنزیم های کاتالاز و پراکسیداز شده و در نتیجه میزان آسیمیلات‌های تولیدی افزایش و در نتیجه اندازه و قطر پیاز مادری در اثر ذخیره مواد غذایی افزایش یافته است. افزایش اندازه پیاز در گیاهان پیازدار بسیار مهم می‌باشد زیرا پیاز های بزرگ‌تر گلدهی ا زودتر با کیفیت بالاتر دارند (۱۱). نتایج آزمایش بارمان و در (۳) نیز نتایج این تحقیق را تایید می‌کند. از عوامل کمی دیگر که در کشت و کار گیاهان پیازدار از اهمیت بالایی برخوردار است، تعداد پیازچه‌های دختری است. بنابراین عاملی که بتواند تعداد پیازچه ا را افزایش دهد اهمیت زیادی دارد. همانطوریکه که در این آزمایش، کاربرد توام مس و آهن مخصوصا در غلظت‌های متوسط بیشترین تعداد پیازچه با بیشترین قطر ایجاد کرد. با توجه به اینکه رشدو نمو اندام‌های ظاهر شده از پیاز نرگس در مراحل اولیه اساسا وابسته به میزان اندوخته موجود در پیاز مادری است، بنابراین پیازهای درشت تر نرگس به دلیل داشتن اندوخته

غذایی و تولید انرژی بیشتر منجر به تولید ریشه بیشتر می‌شوند (۲۵) و در نتیجه گیاه حاصل قویتر می‌شود و تعداد پیازچه و اندازه آن نیز افزایش می‌یابد که از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است.

جدول ۴- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانوکلات‌های اهن×مس بر برخی خصوصیات رویشی گل نرگس رقم جونکی

Table 4- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on some vegetative traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

میکرو نانو کلات Micro nano chlate (g L^{-1})		ارتفاع گیاه Height of Plant (cm)	تعداد برگ Number of leaf	عرض برگ Width of leaf (cm)	طول برگ Width of leaf (cm)	وزن پیاز اصلی Weight of main bulb (g)	قطر پیاز اصلی Diameter of main bulb (cm)	تعداد پیازچه Number of bulblet	قطر پیازچه Diameter of bulblet (mm)	وزن پیازچه Weight of bulb let (g)
		صفات مرفولوژیکی morphological traits								
Fe (0)	Cu 0	22 g	4 c	1.3 d	19 e	50 e	3 d	3.5 cd	10 d	16.1 d
	Cu 0.5	25 f	4.4 c	1.4 cd	21 ed	60 d	3.2 d	3.8c	11.2cd	17 c
	Cu 1	27 e	4.5 c	1.5c	20 e	50 e	3 d	3.5 cd	9 d	16 d
Fe (1)	Cu 0	29 d	4.9 c	1.5c	23 d	65 d	3.4 c	4c	12.1 c	18 bc
	Cu 0.5	32 c	5.3 b	1.9 ab	27 c	90 b	3.7b	6.2 ab	15.2 b	21 a
	Cu 1	32 c	5.4 b	1.8 b	25 cd	64 c	3.5 c	4 c	13c	18 bc
Fe (2)	Cu 0	30d	5.3 b	1.7 b	24 d	70 c	3.4 c	4 c	12.2 c	18.9 b
	Cu 0.5	36 a	6.3 a	2.2 a	34 a	100 a	4 a	7.3a	18.2 a	22.2 a
	Cu 1	34 b	5.7 b	1.9 ab	30 b	70 c	3.6 b	5b	14 b	19 b
Fe (3)	Cu 0	29 d	5 bc	1.9 ab	25 cd	71 c	3.6 b	4.1 c	12 c	19 b
	Cu 0.5	36 a	6.1a	2 a	33 a	90 b	3.8 a	7 a	18.1 a	20 ab
	Cu 1	34 b	5.6b	2 a	29 b	74 c	3.5 c	5b	13.8 bc	17 c

برای هرصفت میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون دانکن درسطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

Different letter(s) in each row indicates significant differences according to Duncan's multiple range tests at P < 0.01

صفات زایشی

ارتفاع و قطر ساقه و عمر پس از برداشت گل

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع و قطر ساقه گل به ترتیب ۱۹/۹ سانتیمتر و ۸ میلیمتر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین ارتفاع و قطر نیز به ترتیب ۱۳ سانتیمتر و ۵ میلیمتر در تیمار شاهد مشاهده شده است بیشترین عمر پس از برداشت ۸ روز در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد و کمترین آن در شاهد ۳ روز مشاهده گردید.

تعداد و قطر گلچه‌ها

بیشترین تعداد گلچه ۸ عدد در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۱ و ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد گلچه ۵ عدد در شاهد مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین قطر گلچه ۱/۶ میلی متر در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار آهن ۳ گرم در لیتر به همراه ۰/۵ گرم در لیتر از مس تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین قطر گلچه ۰/۸ میلی متر در شاهد مشاهده شد.

وزن تر و خشک گلچه ها

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر و خشک گلچه ها به ترتیب ۱/۱ و ۰/۱۲ گرم در تیمار توام آهن ۲ گرم در لیتر و مس ۰/۵ گرم در لیتر و کمترین وزن تر و خشک ۰/۷ و ۰/۰۶ گرم در تیمار شاهد مشاهده شده است.

صفات مرفولوژیکی مربوط به گل مثل ارتفاع و قطر ساقه گل و تعداد، قطر، وزن تر و خشک گلچه‌ها به طور معنی‌داری مخصوصا در تیمار ۲ گرم در لیتر آهن و ۰/۵ گرم در لیتر مس افزایش یافت. همانطور که می‌دانیم، افزایش تعداد گلچه و اندازه آن در گلاذین یکی از مهمترین فاکتورهای افزایش بازارپسندی گل نرگس است که تمپرینی و همکاران (۳۲) گزارش داده‌اند که فراهم کردن عناصر کم مصرف نقش موثری در افزایش گلدهی زعفران دارد. با توجه به نتایج آزمایش خاک و بالا بودن pH خاک مورد استفاده در این آزمایش و از طرف دیگر کارایی بالای نانو کلات‌ها در جذب توسط غشاء، محلولپاشی این ترکیبات باعث افزایش وزن تر و خشک گلچه ها شده

است که خود حاکی از موثر بودن عنصر آهـن و نقـش کلیـدی آن در فرایند آنابولیکی و تنفس می‌باشد (۳۶). عنصر آهن با توجه به نقشـی که در تشکیل کلروفیل و متابولیسم اسـیدهای نوکلئیـک دارد، باعـث افزایش ارتفاع و قطر ساقه گل دهنده و همچنین اندازه گلاذین شـده است. از طـرف دیگـر بـا توجـه بـه نقـش آهـن در افـزایش فعالیـت انزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز و مس در افـزایش فعالیـت انـزیم‌هـای مختلف مثل سیتوکرم اکسیداز، متابولیسم گیاه افزایش یافته و میـزان اسیمیلاسیون برگ افزایش و کیفیت گل حاصل از هر پیـاز بـه طـور قابل توجهی افزایش یافته است (۳۳). از طرف دیگـر مـس در چرخـه های انتقال الکترون در گیاه نقش دارد و در مسیرهای متابولیکی تولید ATP نیز نقش دارد (۲۴). این آزمایش نشان داد که تغذیـه مناسـب آهن و مس قبل از برداشت بر روی کیفیت پس از برداشت گـل‌هـای بریده شده بسیار موثر می‌باشد. به طوریکه کـه کـاربرد دو نـانوکلات آهن (۲ میلی گرم در لیتر) و مس (۰/۵گرم در لیتر) باعث افزایش عمر گل‌های بریده در حدود ۵ روز در مقایسه با شاهد شد. با توجه به اینکه مس کوفاکتور بسیاری از انزیم‌های کلیـدی در مسـیرهای متـابولیکی مختلف است، بنابراین گیاهی که کمبود نداشـته باشـد، گـل‌هـای بـا کیفیت بالاتر و عمر پس از برداشت طـولانی‌تـر تولیـد خواهـد کـرد. همچنین مس نقش مهمی در افـزایش مقاومـت در برابـر بسـیاری از اسـترس‌هـای محیطـی دارد و بـه عنـوان کوفـاکتور آنـزیم سوپراکسیدودسموتاز شناخته شده که ایـن آنـزیم رادیکـال هـای آزاد اکسیژن را از بین می‌برد. همچنین مس به عنوان بازدارنده آنزیم فنیل الانین امونیوم لیاز است که این آنزیم در واکنش‌های مربوط به محـل برش در ساقه‌های گل بریـده نقـش دارد (۱۳). نقـش آهـن در تولیـد کلروفیل انکار ناپذیر است و گل هایی که از بوته های دارای کلروفیل بیشتر تولید شده‌اند، دارای میزان مواد ذخیره بیشـتری مـی‌باشـند کـه عمر آنها را افزایش می‌دهد از طرف دیگر اهن نقش مهمی در واکنش های تنفسی گیاه نیزدارد (۶).

جدول ۵- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانوکلات‌های اهن ×مس بر برخی خصوصیات زایشی گل نرگس رقم جونکی

Table 5- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on some reproductive traits of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil

صفات مرفولوژیکی گل flower morphological traits								
میکرو نانو کلات Micro nano chelat (گرم در لیتر)		ارتفاع ساقه گل Height of flower stem (cm)	قطر ساقه گل Diameter of flower stem (mm)	تعداد گلچه Number of floret	قطر گلچه (cm)	عمر پس از برداشت گل Postharvest life (day)	وزن تر گلچه fresh weigh of Floret (g)	وزن خشک گلچه dry weigh of Floret (g)
Fe (0)	Cu 0	13 e	5 d	5.1 c	0.8 d	3 cd	0.7 d	0.065d
	Cu0.5	14 d	5.5 d	6 b	0.9cd	4 cd	0.8 c	0.078cd
	Cu 1	12.2e	5 d	5.2 c	0.8 d	4 c	0.7 d	0.07d
Fe (1)	Cu 0	14.8 c	6 cd	5.7 bc	0.9cd	4 c	0.8 c	0.08c
	Cu 0.5	16.5 bc	7.2 b	7.7 a	1.3b	7 ab	0.95 b	0.09bc
	Cu 1	13.5 d	5.8 cb	5.5bc	1 c	6 b	0.82c	0.09bc
Fe (2)	Cu 0	15 c	6.5 c	5.9 b	1.1c	4 c	0.9b c	0.04 bc
	Cu 0.5	19.9 a	8 a	8 a	1.6 a	8 a	1.1 a	0.12a
	Cu 1	15 c	6.1 cd	5.5 bc	1 c	6 b	0.88 bc	0.09bc
Fe (3)	Cu 0	16.1 bc	6.5 c	6 b	1 c	6 b	0.9 bc	0.1 b
	Cu 0.5	17 b	7.3 b	7.8 a	1.5 a	6 b	0.95 b	0.1 b
	Cu 1	14 e	6 cd	5.6 bc	0.9cd	6 b	0.89 bc	0.09 bc

برای هرصفت میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن درسطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار نیستند.

Different letter(s) in each row indicates significant differences according to Duncan's multiple range tests at $p < 0.01$

صفات فیزیولوژیکی

غلظت عنصر مس

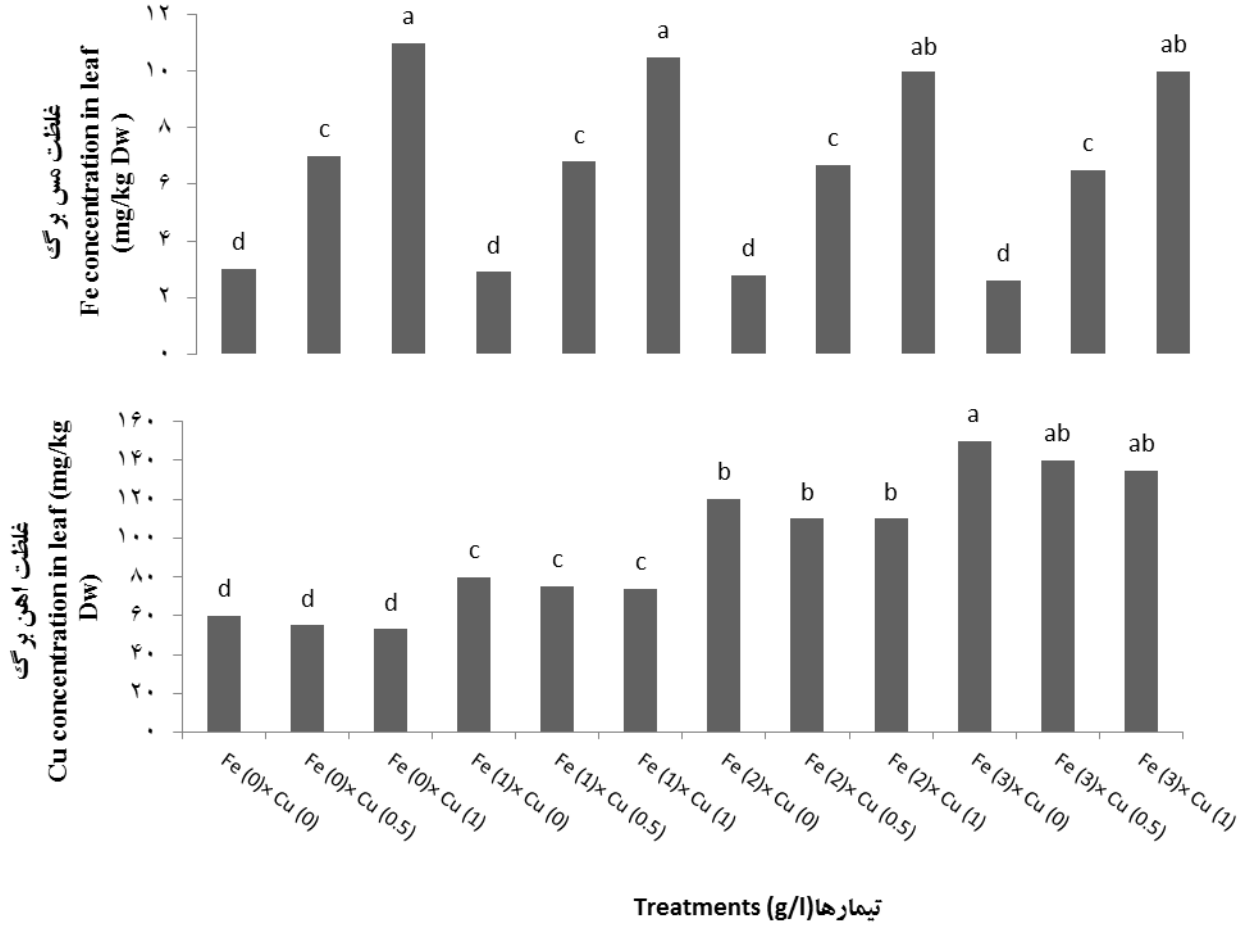
شکل ۱ نشان می‌دهد که غلظت مـس در بـرگ هـا بـا افـزایش غلظت کود نانو مس به طور معنی‌داری افزایش یافته است. بـالاترین غلظت مس برگ در تیمار آهن (۰) و مس (۱) گرم در لیتر تقریبـا ۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت مس در تیمارهـای مـس (۰) گرم در لیتر تقریبا ۳ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد.

غلظت عنصر آهن

شکل ۱ نشان می‌دهد که غلظت آهـن در بـرگ هـا بـا افـزایش

غلظت کود نانو آهن به طور معنی داری افزایش یافته است. بالاترین غلظت آهن برگ در تیمار آهن (۳) و مس (۰) گرم در لیتر تقریبا ۱۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت مس در تیمارهای آهن (۰) گرم در لیتر تقریبا ۴۸ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد.

به منظور بررسی قابلیت جذب این کلات ها از برگ پس از کاربرد این نانو کلات ها میزان غلظت هریک از عناصر آهن و مس در برگ‌ها اندازه‌گیری شدند و نتایج نشان دادند که با افزایش غلظت محلولپاشی، غلظت این عناصر در برگ‌ها افزایش یافت.



شکل ۱- اثر متقابل کاربرد غلظت‌های متفاوت کلات‌های اهن و مس بر غلظت مس و آهن برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 1- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on Fe concentration of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

پروتئین

شکل ۲ نشان می‌دهد که همه تیمارها به جز تیمارهای فاقد اهن و تیمارهای اهن ۱ گرم در لیتر به همراه ۰ و ۱ گرم در لیتر مس باعث افزایش معنی‌دار پروتئین برگ شدند. بیشترین پروتئین در برگ ۵۰۰ میلی گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار اهن ۱ و ۲ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده و کمترین میزان پروتئین ۳۸۰ میلی گرم بر گرم که مربوط به شاهد بوده است.

کلروفیل

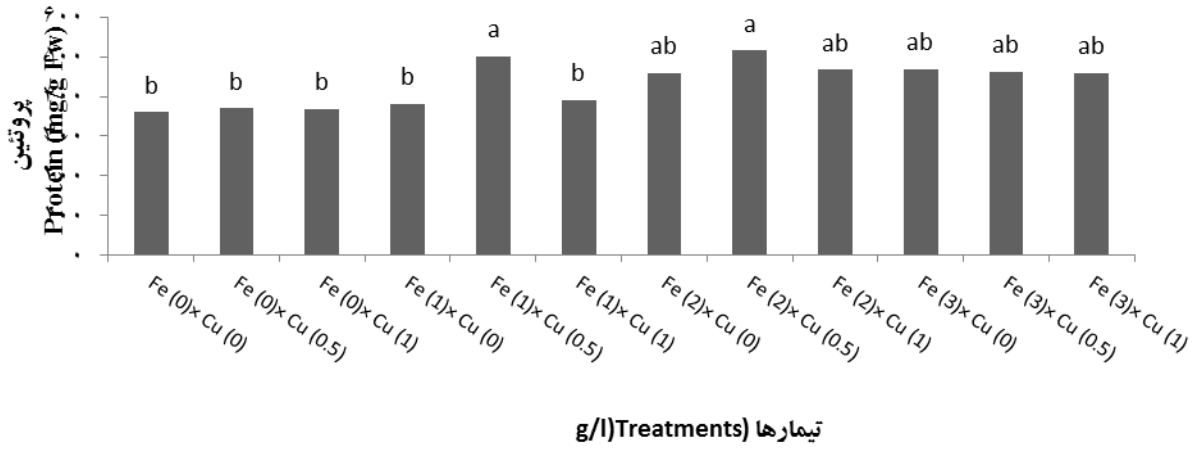
شکل ۳ نشان می‌دهد که همه تیمارها به جز تیمارهای فاقد آهن و تیمار آهن ۱ گرم در لیتر بدون مس باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل برگ شدند. اما بین این تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین کلروفیل در برگ ۱۳۰۰ میکرو بر میلی گرم وزن تر مربوط به تیمار آهن ۱ و ۲ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده و کمترین میزان کلروفیل ۷۹۰ میکرو بر میلی گرم وزن خشک که مربوط به شاهد بوده است.

مواد جامد محلول

شکل ۴ نشان می‌دهد که تمام تیمارها به جز تیمار های فاقد آهن به طور معنی داری میزان مواد جامد محلول را در برگ افزایش

دادند به طوریکه بیشترین میزان مواد جامد محلول ۱۹ و ۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به ترتیب در تیمارهای اهن ۲ و ۳ گرم در لیتر به همراه مس ۰/۵ گرم در لیتر بوده که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان مواد جامد محلول ۶ میلی گرم بر وزن خشک در تیمار فاقد آهن و مس ۱ گرم در لیتر مشاهده شد.

این آزمایش نشان داد که فاکتورهای فیزیولوژیکی مثل میزان کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول با کاربرد نانوکلات‌های اهن و مس در برگ ها افزایش یافت. با افزایش غلظت کاربرد نانو کلات آهن به ۲گرم درلیتر، میزان کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول به طور معنی‌داری افزایش یافت اما در کاربرد ۳ گرم در لیتر کلات آهن میزان این سه ترکیب کاهش یافت. نقش مهم آهن در ساخت کلروفیل و فتوسنتز انکارناپذیر است و در کمبود آهن کلروفیل به اندازه کافی ساخته نمی‌شود و کمرنگی یا کلروز برگ مشاهده می‌شود و کاهش کلروفیل برگ منجر به کاهش ماده‌سازی و کاهش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود. همچنین پروتئین هایی مثل سیتو کروم و فرودکسین دارای آهن می‌باشند و سیتو کروم از ترکیبات مهم در سیستم انتقال الکترون در کلروپلاست می باشد و از طرف دیگر عنصر آهن نقش مهمی در فعال کردن آنزیم نیترات ردوکتاز دارد که باعث احیائ نیترات به آمونیوم می‌شود و آمونیوم برای ساخت اسیدهای آمینه و تولید پروتئین ها استفاده می‌شود (۵).

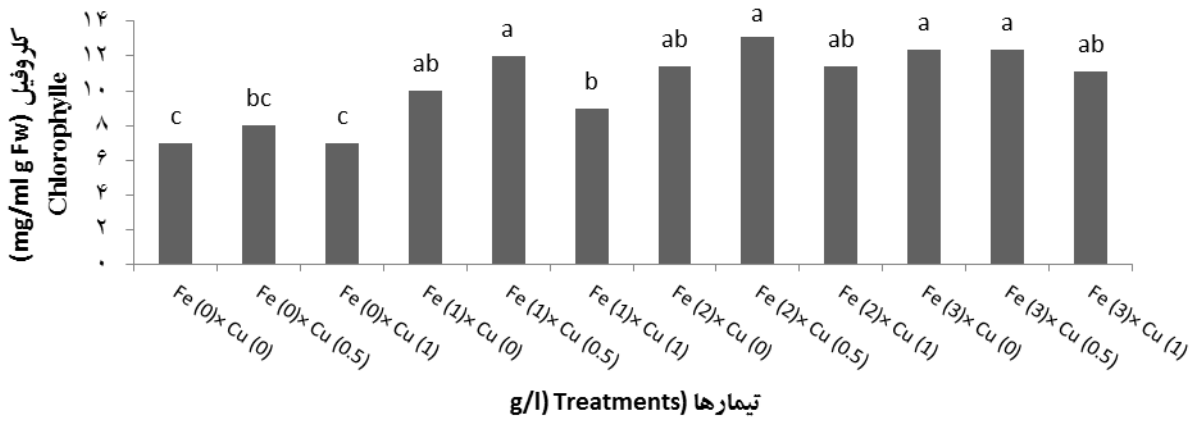


شکل ۲- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت پروتئین برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 2- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on protein content of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستونها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

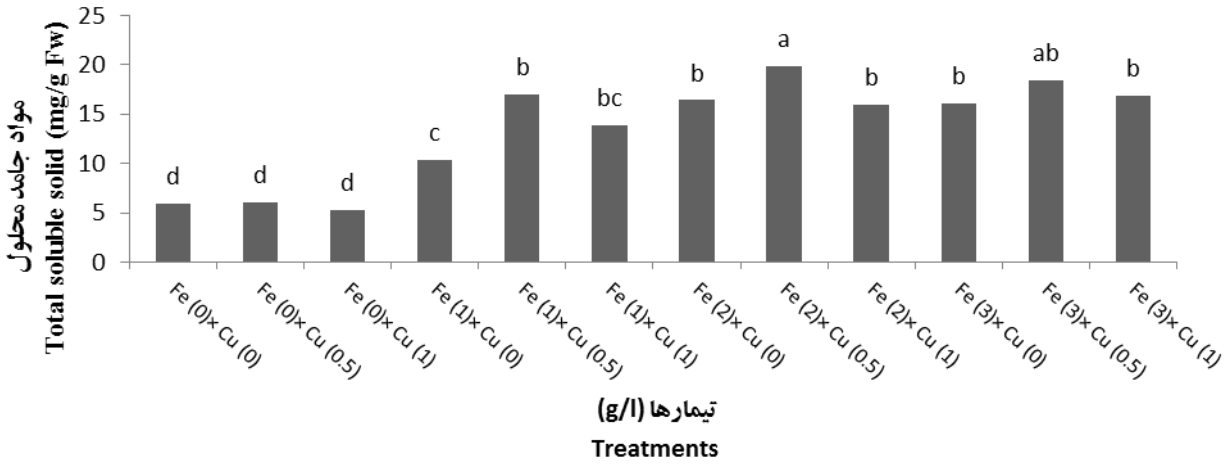


شکل ۳- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت کلروفیل برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure 3- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on chlorophyll content of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستون‌ها نشان دهنده اختلاف معنی‌داربین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test



شکل ۴- اثر متقابل غلظت‌های متفاوت نانو کلات‌های اهن ×مس بر غلظت مواد جامد محلول برگ گل نرگس رقم جونکی

Figure4- Interaction effect of different concentrations of Fe ×Cu nano chelates on total solid solution content of *Narcissus tazeta* cv. Jonkuil leaf

حروف لاتین متفاوت در بالای ستونها نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها درسطح احتمال ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن است

Columns with same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test

کاربرد مس در غلظت ۰/۵ گرم در لیتر در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کلروفیل، پروتئین و قندهای محلول افزایش داد. اما افزایش غلظت مس به ۱ گرم در لیتر به علت اثرات سمی و کاهش جذب آهن باعث کاهش معنی‌دار این ترکیبات در برگ شد. افزایش کلروفیل همچنین می‌تواند به دلیل نقشمس باشد که مقدار بسیار کم در تولید کلروفیل، پروتئین، کربوهیدرات‌ها دخالت دارد (۲۴)

ضرورت مس برای رشد طبیعی و تولید مثل در گیاهان به میزان زیادی به سبب وجود مس به عنوان تشکیل دهنده چندین پروتئین و تعداد زیادی آنزیم می‌باشد که عملکردهای متابولیکی متفاوت اما مهم را به عهده دارند. این پروتئین های در برگیرندهٔ مس نقش های کلیدی مثل تنفس ، فتوسنتز، متابولیسم فنل، لیگنین‌سازی، سنتزپروتئین و تنظیم اکسین‌ها در گیاه دارند (۳۰).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که جذب موثر نانوکلات‌های آهن و مس از طریق برگ گل نرگس صورت گرفته و محلولپاشی با نانو کلات‌های آهن ۲ در هزار توام با مس ۰/۵ در هزار برای بهبود رشد رویشی و زایشی این گل مخصوصا در خاکهای قلیایی توصیه می‌شود. البته این نکته قابل توجه است که غلظت بالای مصرف این کودها می تواند اثر منفی بر رشد داشته و باید در میزان مصرف دقت لازم صورت گیرد.

منابع

1-Azarpour E., AsghariJ., Bozorgi H.R. and Kamalpour G. 2013. Foliar Spraying of *Ascophyllum nodosum* Extract, Methanol and Iron Fertilizers on Fresh Flower Cover yield of Saffron plant (*Crocus sativus* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (17): 1854-1862.

2-Barmen D. and Pale P. 1993. A note of effects of micronutrients on growth and yield of tuberose. Horticulture Journal, 6 (1): 69-70.

3-Barman D. and De L. 1997. Efficacy of split application of nitrogen on growth and yield of tuberose. Journal of Hill Research, 10 (1): 67-68.

4-Bradford M. N. 1979. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. Annual Biochemistry, 72: 248-254.

5- Campbeel W.H. 1999. Nitrate reductase , structure, function and regulation. Annual Review Plant Physiol Plant Molecular Biology, 50: 277-303

6-De L.C. and Dhiman K.R. 2001. Effect of leaf manures, potassium and GA3 on growth, flowering and longevity of tuberose. Journal of Ornamental Horticulture, 4(1): 50-52.

7-Dole J. and Wilkins H., 1996. Floriculture (principle and species). Prentice Hall Press, USA.

8-Fageria N.K., Baligar V.C. and Wright R.J. 1990. Iron nutrition of plants: An overview on the chemistry and physiology of its deficiency and toxicity. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 25(4): 553-570

9-Jones, J.R., Wolf, J.B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling Preparation Analysis and Interpretation Guide. Micro Macro Publishing Inc. Athens, Georgia, USA.
10-Hokm Abadi H., Heideri nezhad A., Barfie R., Nazaran M., Abutalebi A. 2006. A new iron chelate introduction and effect of photosynthesis of pistachio. 27 th International Horticultural Congress, Seoul. Korea, August. 13-19.
11-Hosseini M., Sadeghian B., Aghamiri S.A. 2004. Influence of foliar fertilization on yield of saffron (*Crocus sativus* L.): I International Symposium on Saffron Biology and Biotechnology [in Persian with EnglishSummary].
12-Hyrayama T. and Alensn G. M. 2000. Ethylene captures a metal. Metal ions are involved in ethylene perception and signal transduction. Plant cell physiology, 41: 548-555
13-Kim S. H. and Kronstad G.W. and Ellis B.E. 1996. Purification and characterization phenyl alanine ammonia lyase from Ustilago maydis. Phyto Chemistry, 43: 351-357.
14-Kumar M. and Chattopadby T.K. 2001. Effect of zinc, copper and iron fertilization on tuberose. Journal of Interacademicia, (5): 180-185.
15-Layegh haghighi M., Hassanpour Asil M. and Abbaszadeh B. 2016. Effect of nano chelated iron on essential oil percentage and essential oil compounds of Rosa damascene Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32 (1): 138-147
16- Lidon F. 1997. Effect of copper toxicity on growth, uptake and translocation of metal in corn plant. Plant Science, 16: 1449-1464.
17-Meidner, H. 1984. Class experiments in plant physiology. British LibraryCataloguing in Publication Data, London:
18-Moraes-Cerdeira R.M., Burandt C.L., Bastos J.K., Nanayakkara D., Mikell J., Thurn J. and McChesney J.D.,1997. Evaluation of four Narcissus cultivars as potential sources for galanthamine production. Planta Medica, 63(5): 472-474.
19-Naderi M.R. and Danesh-Shahraki A. 2013. Nano fertilizers and their roles in sustainable agriculture. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(19): 2229-2232.
20-Nair R., Varghese S.H., Nair B.G. Maekawa, T. Yoshida Y. and Sakthi Kumar D. 2010. Review: Nano particulate material delivery to plants. Plant Science, 179: 154-163.
21-Prasad T.N.V.K.V., Sudhakar P., Sreenivasulu Y.,Latha P., Munaswamy V., Raya Reddy K., Sreeprasad T.S., Sajanlal P.R. and Pradeep T. 2012. Effect ofnanoscaleszink oxide on the germination, growth and yield of peanut. Journal Plant Nutrition., 35(1): 905-927.
22-Pandey A.C., Sanjay S.S. and Yadav R.S. 2010. Application of ZnO nanoparticles in influencing thegrowth rate of cicerarietinum L. J Exp Nano. 5, 488-497.metabolism of growing Spinach. Biological Trace Element Research,110: 179-190.
23-Peyvandi M., Parande H.and Mirza M. 2011.Comparison of nano Fe chelate with Fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzyme activity of *Ocimum basilicum.* Biotechnology Journal, 4(2): 89-99 (In Farsi)
24-Raven J.A., Evants M. C.W and Corb R.E. 1999. The role of the trace metals in photosynthetic electron transport in o2 evolving organism. Photosynthesis Research, 60: 116- 149.
25-Renaue B., Nebauer S.G., Sanchez M. and Molina R.V. 2012. Effect of corm size and water stress on photosynthesis and biomass petitioning during the vegetative growth of saffron . Industrial Crops and Products, 39: 40-46.
26-Rivero R.C., Rodrigoez Z.R. and Romero C.E. 2003. Effect of storage condition on nutrient retention in several varieties of potatoes. Food Chemistry, 80: 445-450.
27-Roosta, H.R. and Mohsenian M. 2012. Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum*L.) plants in aquaponic system. Scientia. Horticulturae, 146: 182-191.
28- Roosta H.R. and Pourebrahimi M. 2015. Effects of bicarbonate and different Fe sources on vegetative growth and physiological characteristics of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in hydroponic system. Journal of Plant Nutrition, 38(3): 397-416.
29-Roosta H.A., Rzakhani D., Raghami M.R., Esmaeilizadeh M. 2017. Comparison of the effect of nano Fe chelate with Fe-chelate on growthand physiological characteristics of two cultivars of pepper underalkaline conditions in soilless culture system Journal oF. Science & Technology Greenhouse Culture, 8 (1): 35-54
30-Shorrocks V.M. and Alloway B.J. 1988. Copper in plant, Animal and Human nutrition. International Copper Research Association, 99 P.
31-Somogy M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry, 195:19-29.
32-Temprini O., Rea R., Colla G. and Rouphael Y. 2009. Evalluation of saffron production in Italy: effect of age of saffron field and plant density. Journal of food**,** Agriculture and Environment**,** (1): 19-23.
33-Van Assche F. and clijsters H. 1990. Effects of enzymes activity in plants. Plant cell and Environment Journal, 13: 195-206.
34-Yang F., Hong F.S., You W. J., Liu C., Goa F.Q., Wu C., Yang P. 2006. Influence of nano anaase Tio2 on the nitrogen metabolism of growing Spinach. Biological Trace Element Research, 110: 179-190.
35-Zhu H., Han J., Xiao J.Q., Jin,Y. 2008. Uptake, tranclocation and accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumplcin plants. *Journal of* Environmental Monitoring, 10(11): 713-717.
36-Zhang F. and Zuo Y. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops Journal Plant

Soil, 339: 83-93.
37-Raven J.A., Evans M.C.W. and Korb R.E. 1999. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O2-evolving organisms. Photosynthesis Research, 60: 111-149.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 257-272
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۷۲-۲۵۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of the Effects of Fe and Cu Nano Chelates on some Morphological and Physiological Characteristics of Narcissus (*Psedudonarcissus narcissus* Cv. Jonquil)

F. Kamiab[1]* - H. Mohamadi[2]
Received: 27-06-2018
Accepted: 23-06-2019

Introduction: Narcissus is one of the most important ornamental plants in the world. The deficiency of microelements is a major problem limiting the production of ornamental plants under high-pH soils in most regions of Iran. Cu and Mn are essential microelements for the growth and development of plants as they are involved in many physiological reactions. Fe is involved in the synthesis of chlorophyll and many enzymes, respiration, and nucleic acid metabolism. Cu is a cofactor for numerous enzymes and is also involved in ethylene biosynthesis and activity, respiration, photosynthesis, regulatory proteins, cell membrane metabolism, and hormone signals. The deficiency of microelements, especially Fe, influences productive and reproductive growth of ornamental plants. Thus, this experiment aimed to evaluate the uptake rate of Cu and Mn nano-chelates and their effects on some morphological and physiological Characteristics of 'jonquil' narcissus.

Materials and Methods: This study was carried out in the research garden of Agriculture Faculty of Rafsanjan University in 2015 in factorial experiment based on randomized complete block design with two factors of Fe at four levels of 0, 1, 2 and 3 (g/l) and Cu at three levels of 0, 1 and 2 (g/l) in three replications. The weight of the cultivated bulbs were about 8-10 g. They were planted in eight rows spaced 20 cm with on-row spacing of five cm at the depth of 15 cm in each plot in August. According to soil analysis, 40 tons of manure and 100 tons of urea per ha were applied. The nano fertilizer was purchased from Nano-research Biozar Company. Foliar application was done three times: 1- when the plants had three leaves, 2- before flowering and 3- after flowering at 45-day intervals. Different parameters were recorded including plant height, number of leaves, width and length of leaves , number of main bulb, main bulb weight and diameter, , bulblet diameter and weight, flowering stem height and diameter, number of florets, florets diameter, fresh and dry weight of florets, flower vase life, Cu and Fe concentration, protein, chlorophyll and total soluble solids. Foliar spraying was done three times at the intervals of 45 days.

Results and Discussion: The results showed that the concentration of Cu and Fe in the leaves were enhanced with increase in the rate of each nano-chelate, implying high uptake rate of these nano-chelate by leaves in this plant. The application of Fe (2g/l) and Cu (0.5 g/l) resulted in the highest vegetative growth such as plant height, number of leaves, leaf width and length, number of main bulb, main bulb weight and diameter , and bulblet diameter and weight. High pH in experimental soil caused low absorption of micro elements in this condition. This deficiency was compensated with foliar application of nano-chelates and as a result, the Fe and Cu involved processes were improved in them. On the other hand, enhanced Fe and Cu concentrations in leaves could cause more photosynthesis and higher level of assimilation in plants. Likewise, these elements influence some enzymatic activity such as peroxidase, catalase and **cytochrome oxidase**; consequently, more vegetative growth was observed. Reproductive growth such as flowering stem height and diameter, number of florets, floret diameter and fresh and dry weight and flower vase life were improved in this experiment. The control of abiotic stress is one of the most important roles of Cu and also it is cofactor of **superoxide dismutase** that has been known as a free radical scavenger in plants that could increase quantitative and qualitative traits of flower. This treatment resulted in the highest amount of protein, chlorophyll and total soluble solids in the leaves of narcissus. Fe is one of the essential elements for chlorophyll synthesis. It also has an important role in activating nitrate reducates enzyme that uses ammonium to synthesize proteins. Cu is involved in the synthesis of proteins and enzymes that have major roles in such processes as respiration, photosynthesis, phenol metabolism, lignifications

1 -Young Researchers and Elite club, Assistant Professor, Department of horticulture, Faculty of agriculture, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran
(*- Corresponding Author Email: f.kamiab56@gmail.com)
2 -Assistant Professor, Department of horticulture, Faculty of agriculture, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

and ouxin regulation in plants. Thus, the results of this experiment showed that these nano-chelates were absorbed considerably by leaves of narcissus and they are suitable for foliar application. It should be noted that higher concentration of this fertilizer in this experiment has toxic effects. It is suggested that 2g/l Fe plus 0.5 g/l Cu were used to improve vegetative and reproductive growth of 'jonquil' narcissus, especially in high-pH soils.

Keywords: Alkaline soil, Bulb, Bulblet, Micro element, Vase life

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 273-285
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۸۵-۲۷۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

ارزیابی خصوصیات فیزیکی و رنگ میوه برخی از ژنوتیپ‌های سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) در شمال غرب ایران

زهرا حسن زاده[۱] - حمید حسن پور[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۰

چکیده

سنجد (*Elaeagnus angustifolia* L.) یکی از میوه‌های با ارزشی است که به‌صورت خودرو در مناطق مختلف ایران رشد می‌یابد. ارزیابی خصوصیات میوه و بذر می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ برتر جهت کشت در سطح تجاری مفید واقع شود. در این پژوهش خصوصیات فیزیکی میوه و بذر از قبیل وزن، طول و عرض میوه و بذر، پارامترهای رنگ میوه ۳۸ ژنوتیپ سنجد در استان‌های آذربایجان‌شرقی و غربی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که تنوع بالایی در برخی از صفات مانند عرض برگ، نسبت طول به عرض برگ و وزن گوشت وجود دارد. صفت طول برگ همبستگی مثبت با صفاتی از قبیل عرض برگ، نسبت طول به عرض میوه، طول بذر و نسبت طول به عرض بذر دارد ولی با درصد کرویت همبستگی منفی دارد. براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، هشت عامل اصلی بیش از ۸۵/۹۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. همچنین بنا بر نتایج تجزیه‌ای خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها در دو گروه اصلی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های موجود در گروه اول بیشترین میانگین صفات وزن، طول و عرض میوه و بذر را داشتند و در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه دوم نیز صفات مرتبط به رنگ از قبیل L^*،a^*،b^*، Hue و Chroma بیشترین نقش را داشتند. از میان ژنوتیپ‌های بررسی شده، ژنوتیپ U11 را می‌توان بر اساس داشتن بزرگترین میوه به عنوان ذخایر توارثی ارزشمند در برنامه‌های اصلاحی آینده سنجد، معرفی رقم و کشت آن در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: تنوع، تجزیه خوشه‌ای، سنجد، وزن میوه، همبستگی صفات

مقدمه

سنجد با نام علمی *Elaeagnus angustifolia* L. معمولاً درختچه یا درخت کوچک خارداری است که ارتفاع آن به ۵ تا ۱۰ متر می‌رسد. شاخه‌های آن به رنگ سبز نقره‌ای بوده و برگ‌ها تخم‌مرغی یا سرنیزه‌ای شکل، دارای حاشیه صاف، کامل که در طول ساقه به صورت متناوب هستند. همچنین گل‌ها به شکل زنگوله، بسیار معطر، کرم رنگ، به صورت منفرد یا خوشه‌ای هستند. میوه‌ها بیضی شکل به طول ۲-۱/۵ سانتی‌متر، به رنگ زرد-قرمز می‌باشند (۱۵).

سنجد بزرگترین جنس خانواده Elaeagnaceae هست که پراکندگی آن در شرق آسیا، آسیای جنوب شرقی و کوئینزلند در شمال شرقی استرالیا می‌باشد (۱۶). این درخت در امتداد نهرها، در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان گسترش یافته است (۱۲).

همچنین سنجد نقش بسیار مهمی در حفظ اکوسیستم مناطق بیش از حد خشک، به دلیل تحمل به خشکسالی شدید، شوری و قلیائیت بالا در خاک، بازی می‌کند (۱۸).

گونه‌های مختلف سنجد استفاده‌های زیست محیطی، دارویی و خوراکی دارند و در طب سنتی، از میوه سنجد یا گل آن برای درمان بیماری‌های ادراری، اختلالات معده، تهوع، استفراغ، اسهال، زردی، آسم و نفخ استفاده می‌شود (۵، ۷، ۸ و ۱۰). همچنین مطالعات فارماکوژیکی روی سنجد نشان داده است که این میوه اثر شل‌کنندگی عضلات، اثرات آنتی باکتریال، ضد التهابی و ضد درد دارد (۱، ۳ و ۱۱).

در مطالعه‌ای ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای سنجد بر اساس خصوصیات میوه مثل ابعاد، میزان رطوبت، پروتئین، مواد معدنی و آسکوربیک اسید در ترکیه ارزیابی گردید. این خواص برای طراحی تجهیزات جهت برداشت، پردازش و حمل و نقل، مرتب‌سازی، تفکیک و بسته‌بندی لازم هستند. میانگین طول و عرض میوه، ضخامت میوه، قطر میانگین هندسی، شاخص ضریب کرویت، وزن میوه، وزن هزار

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email: ha.hassanpour@urmia.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.74257

میوه و حجم میوه سنجد به ترتیب ۲۵/۳۹ میلی‌متر، ۱۸/۲۲ میلی‌متر، ۱۸/۲۷ میلی‌متر، ۲۰/۲۸ میلی‌متر، ۸۰/۲۶ درصد، ۲/۰۹ گرم، ۲۱۰۱/۴ گرم و ۴/۷۳ سانتی‌متر مکعب بدست آمد. چگالی حجمی، تراکم میوه و تخلخل به ترتیب ۲۷۷ کیلوگرم بر متر مکعب، ۴۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب و ۳۵/۰۳ درصد بود. رطوبت، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث نیز به ترتیب ۱۶/۹۱ درصد، ۴/۹۹ درصد و ۴/۶۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بود (۲).

در مطالعه‌ی دیگری در ترکیه، میانگین طول، عرض برگ و طول دمبرگ به ترتیب ۵۶/۳۲ میلی‌متر، ۱۸/۶۷ میلی‌متر و ۹/۸۲ میلی‌متر بود و طول و عرض میوه و طول دم میوه و وزن میوه به ترتیب ۲۳/۳۵ میلی‌متر، ۱۶/۵۸ میلی‌متر، ۶/۴۹ میلی‌متر و ۱/۶۶ گرم بدست آمد (۱۴). Ersoy *et al.* (۴) چندین خواص فیزیکی و شیمیایی و محتویات مواد معدنی میوه سنجد را در ترکیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که طول، عرض، ضخامت و وزن میوه به ترتیب ۲/۸۶۶ سانتی‌متر، ۱/۸۸۰ سانتی‌متر، ۱/۸۷۰ سانتی‌متر و۲/۹۰ گرم و میانگین طول، عرض، ضخامت و وزن بذر به ترتیب ۲/۴۲۰ سانتی-متر، ۰/۵۰۸ سانتی‌متر، ۰/۵۰۳ سانتی‌متر و ۰/۳۸ گرم می‌باشد. همچنین مواد جامد محلول ۱۳/۱۴درصد بدست آمد. در مطالعه‌ی میانگین طول، عرض میوه، ضخامت وزن میوه به ترتیب ۲۰/۷۲ میلی‌متر، ۱۵/۷۳میلی‌متر، ۱۴/۶۹ میلی‌متر، ۱/۴۵ گرم و میانگین قطر میانگین هندسی، درصد کرویت، سطح رویه به ترتیب ۱۶/۸۳ میلی‌متر، ۰/۸۱ درصد، ۸/۹۶ سانتی‌متر مربع بود. همچنین میانگین صفات L^*،a^*،b^* به ترتیب برابر با ۱۲/۴۰، ۲/۷۳ و ۲/۳۹ بدست آمد (۱۹). در مطالعه‌ی Cancev *et al.* (۳) مشخص گردید که میانگین وزن میوه سنجد ۱/۹۴ گرم، طول میوه ۲۴/۸۱ میلی‌متر و عرض میوه ۱۶/۲۳ میلی‌متر می‌باشد، همچنین میانگین وزن، طول و عرض هسته در این مطالعه به ترتیب ۰/۴۰ گرم، ۲۰/۰۶ و ۵/۵۷ میلی‌متر بود. در مطالعه دیگر مشخص شد که وزن میوه سنجد در دامنه‌ی ۰/۵۹ – ۲/۵۶ گرم، طول میوه ۱/۱۳–۲/۵۸ سانتی‌متر، عرض میوه ۰/۸۶– ۱/۶۷ سانتی‌متر، طول بذر ۱/۰۲–۲/۴۴ و عرض بذر ۰/۴۴–۰/۶۲ سانتی‌متر می‌باشد (۱۷).

سنجد در کشور ما گونه‌ای فراموش شده بوده و علی‌رغم ارزش غذایی بالای میوه، توجهی به آن نشده است. تاکنون کسی اقدام به کشت و پرورش این گونه در جهت اصلاح ارقام و دستیابی به میوه‌های با کیفیت بالا ننموده است. با توجه به اینکه در ایران میوه سنجد مصارف خوراکی و دارویی دارد، لذا تولید آن در کشور می‌تواند در سلامتی جامعه موثر واقع شود و نظر به اینکه تاکنون مطالعه‌ای روی خصوصیات فیزیکی و رنگ میوه سنجدهای استان‌های آذربایجان‌غربی و شرقی انجام نشده است. همچنین با توجه به اینکه رویشگاه‌های مختلف دارای شرایط متفاوتی می‌باشند، به نظر می‌رسد اثرات متفاوتی بر رشد گیاهان دارند و شرایط آب و هوایی می‌تواند میزان مواد موثره گیاهی را تحت تاثیر قرار دهد. لذا انجام مطالعات پایه‌ای روی سنجدهای وحشی این استان‌ها ضروری به نظر می‌رسد و هدف از انجام این پژوهش بررسی خصوصیات فیزیکی و رنگ میوه برخی از ژنوتیپ‌های سنجد در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نحوه انتخاب و ارزیابی نمونه‌ها: در این پژوهش تعداد ۳۸ ژنوتیپ سنجد از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی از درختان سالم و عاری از آفات و بیماری‌ها انتخاب و اتیکت زنی شدند و با استفاده از دستگاه GPS موقعیت جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای آن‌ها مشخص گردید (جدول ۱). سپس بعد از جمع‌آوری برگ و میوه از درختان مورد نظر، نمونه‌ها به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل و صفات فیزیکی و رنگ آن‌ها اندازه‌گیری شدند.

صفات فیزیکی ارزیابی شده: صفات ارزیابی شده و واحد اندازه‌گیری آن‌ها برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. صفات طول و عرض برگ و طول دم برگ با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شدند. صفات طول، عرض میوه و بذر و طول دم‌میوه با استفاده از کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. همچنین برای اندازه‌گیری وزن میوه و بذر از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. قطر میانگین هندسی، درصد کرویت، سطح رویه و ضریب بازارپسندی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردیدند:

$$GD= (LW^2)^{1/3} \quad (۱-۳)$$

$$Q=(\frac{GD}{L}) \times 100 \quad (۲-۳)$$

$$S= \pi(GD)^2 \quad (۳-۳)$$

$$AR = (\frac{W}{L}) \times 100 \quad (۴-۳)$$

در رابطه‌های فوق، GD قطر میانگین هندسی، Q درصد کرویت، S سطح رویه، AR ضریب بازارپسندی، L طول میوه وW عرض میوه می‌باشد (۱۳).

اندازه‌گیری رنگ میوه: رنگ میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج هانتر لب مدل (sunset H 1149) اندازه‌گیری گردید. نتایج آزمایش رنگ شامل سه شاخص هانتر (a ،b و L) می‌باشد که مولفه L^* (Lightness) نماد روشنایی رنگ (از $L = 0$ برای سیاه تا $L = 100$ برای سفید)، مولفه a^* (Redness) طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مولفه b^* (Yellowness) طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) می‌باشد. قبل از اندازه‌گیری رنگ هر نمونه، دستگاه با استفاده از یک سطح سفید استاندارد ($L = 100$) کالیبره شد.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سنجد در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی

Table 1- Geographical location of oleaster genotypes studied in West and East Azerbaijan provinces

ژنوتیپ Genotype	محل‌جمع آوری Collected site (City)	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)
M1	Miandoab	36° 55' 15.8"	46° 6' 47.2"	1321
M2	Miandoab	36° 55' 15.7"	46° 6' 47.1"	1321
M3	Miandoab	36° 55' 15.5"	46° 6' 47.4"	1320
M4	Miandoab	36° 55' 15.2"	46° 6' 47.3"	1319
M5	Miandoab	36° 55' 14.9"	46° 6' 47.5"	1318
M6	Miandoab	36° 55' 14.3"	46° 6' 47.6"	1316
M7	Miandoab	36° 55' 14.4"	46° 6' 48.2"	1317
M8	Miandoab	36° 55' 14.5"	46° 6' 48.9"	1318
M9	Miandoab	36° 55' 13.5"	46° 6' 50.5"	1315
M10	Miandoab	36° 55' 14.7"	46° 6' 54.4"	1317
X1	Khoy	38° 22' 23.34"	44° 32'.13.77"	1258
X2	Khoy	38° 22' 41.16"	44° 32' 9.85"	1282
X3	Khoy	38° 22' 25.86"	44° 32' 18.59"	1262
X4	Khoy	38° 22' 23.98"	44° 32' 20.54"	1256
X5	Khoy	38° 22' 9.94"	44° 32' 32.74"	1219
X6	Khoy	38° 22' 17.32"	44° 32' 9.20"	1265
X7	Khoy	38° 22' 35.58"	44° 32' 7.94"	1288
X8	Khoy	38° 22' 17.184"	44° 32' 8.77"	1267
X9	Khoy	38° 22' 18.62"	44° 32' 20.65"	1244
X10	Khoy	38° 22' 18.91"	44° 32' 16.25"	1251
U1	Urmia	37° 17' 54.31"	45° 0' 18.54"	1372
U2	Urmia	37° 17' 54.32"	45° 0' 22.21"	1371
U3	Urmia	37° 17' 55.42"	45° 0' 25.59"	1366
U4	Urmia	37° 17' 56.43"	45° 0' 26.09"	1364
U5	Urmia	37° 17' 56.36"	45° 0' 28.8"	1368
U6	Urmia	37° 17' 56.68"	45° 0' 29.34"	1368
U7	Urmia	37° 17' 56.83"	45° 0' 29.73"	1370
U8	Urmia	37° 17' 57.08"	45° 0' 29.98"	1370
U9	Urmia	37° 18' 56.23"	45° 6' 7.16"	1297
U10	Urmia	37° 18' 57.31"	45° 5' 28.35"	1299
U11	Urmia	37° 18' 54.28"	45° 5' 29.67"	1274
Ma1	Malekan	37° 9' 10.5"	46° 0' 44.4"	1278
Ma2	Malekan	37° 9' 10.2"	46° 0' 44.7"	1280
Ma3	Malekan	37° 9' 9.8"	46° 0' 44.8"	1279
Ma4	Malekan	37° 9' 9.6"	46° 0' 44.9"	1281
Mi1	Miyaneh	37° 26' 56.8"	47° 41' 44.9"	1125
Mi2	Miyaneh	37° 21' 47.5"	47° 43' 39.87"	1131
Mi3	Miyaneh	37° 21' 55.8"	47° 42' 4.7"	1127

برای اندازه‌گیری رنگ میوه‌ها از هر تکرار ۳ میوه به طور تصادفی انتخاب شد و برای هر میوه ۳ قرائت رنگ از دو نقطه مقابل هم با قرار دادن هد دستگاه بر روی پوست میوه ثبت شد. مقادیر b^*، a^* و L^* به دست آمده در رابطه‌های زیر قرار داده می‌شوند تا مقادیر زاویه هیو (H°) (زاویه هیو شاخصی است که یک رنگ را از دیگر رنگ‌ها تشخیص می‌دهد) و شاخص کروما (درجه خلوص یا اشباعیت (روشنی) یک رنگ را تعیین می‌کند) محاسبه گردند (۹).

$$H^\circ angel = \arctan (b/ a) \quad (۳-۵)$$

$$Chroma = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (۳-۶)$$

آنالیز آماری: بعد از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، برای آنالیز داده‌ها، به جهت محاسبه آمار توصیفی، همبستگی صفات، تجزیه خوشه‌ای به روش ward از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. همچنین تجزیه به عامل‌ها با استفاده از تکنیک چرخش عامل‌ها به روش وریماکس انجام گردید.

جدول ۲- صفات ارزیابی شده و واحد اندازه‌گیری آن‌ها در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

Table 2- The evaluated attributes in studied genotypes and their units

ردیف Number	صفات Traits	مخفف Abbreviation	واحد اندازه‌گیری Unit of measurement
1	Leaf Length	LL	cm
2	Leaf Width	LW	cm
3	Leaf Length/Leaf Width	LL/LW	-
4	Petiole Length	PL	cm
5	Fruit Length	FL	mm
6	Fruit Width	FW	mm
7	Fruit Length/Fruit Width	FL/FW	-
8	Fruit Weight	FWe	g
9	Pedicle Length	PeL	mm
10	Skin Thickness	ST	mm
11	Flesh Weight	FlWe	g
12	Seed Length	SL	mm
13	Seed Width	SW	mm
14	Seed Length/Seed Width	SL/SW	-
15	Seed Weight	SWe	g
16	Fruit Geometric mean Diameter	GD	mm
17	Fruit Sphericity	Q	%
18	Fruit Surface area	S	mm^2
19	Fruit Aspect Ratio	AR	-
20	L*	L*	-
21	a*	a*	-
22	b*	b^*	-
23	Hue	H	-
24	Chroma	C	-

نتایج و بحث

آمار توصیفی: نتایج میانگین، دامنه، کمینه، بیشینه، انحراف معیار و درصد تنوع صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. نتایج حاصله نشان داد که در بین صفات بررسی شده، صفت عرض برگ از بیشترین میزان تنوع (۳۷/۵۶ درصد) و سطح رویه (۲/۰۹ درصد) از کمترین میزان تنوع برخوردار بود. همچنین صفات نسبت طول به عرض برگ و وزن گوشت نیز از تنوع بالایی برخوردار بودند. در مطالعه‌ی حاضر بیشترین میزان طول برگ، عرض برگ و طول دم‌برگ به ترتیب ۱۰/۰۴، ۳/۵۸ ۱/۶۰ سانتی‌متر بود. همچنین میانگین صفات طول و عرض میوه، وزن میوه، طول دم‌میوه، ضخامت پوست میوه، وزن گوشت میوه، طول و عرض بذر، وزن بذر، میانگین هندسی قطر، درصد کرویت، سطح رویه، ضریب بازارپسندی به ترتیب ۲۲/۹۹، ۱۶/۰۹ میلی‌متر، ۱/۶۹گرم، ۷/۳۵ میلی‌متر، ۰/۳۶ میلی‌متر، ۱/۲۷ گرم، ۱۹/۶۳، ۵/۹۲ میلی‌متر، ۰/۴۱ گرم، ۱۸/۰۹ میلی‌متر، ۷۹/۲۲ درصد، ۱۰۴۰/۱۴ میلی‌مترمربع، ۷۰/۶۹ بود.

طی مطالعه‌ای (۲) میانگین طول و عرض میوه، ضخامت میوه، قطر میانگین هندسی، شاخص ضریب کرویت، وزن میوه، وزن هزار میوه و حجم میوه سنجد را به ترتیب ۲۵/۳۹ میلی‌متر، ۱۸/۲۲ میلی-متر، ۱۸/۲۷ میلی‌متر، ۲۰/۲۸ میلی‌متر، ۸۰/۲۶ درصد، ۲/۰۹ گرم، ۲۱۰۱/۴ گرم و ۴/۷۳ سانتی‌متر مکعب بدست آوردند. در مطالعه‌ی دیگری Ersoy *et al.* (۴) نشان دادند که طول، عرض، ضخامت و وزن میوه به ترتیب ۲/۸۶۶ سانتی‌متر، ۱/۸۸۰ سانتی‌متر، ۱/۸۷۰ سانتی‌متر و۲/۹۰ گرم می‌باشد و میانگین طول، عرض، ضخامت و وزن بذر به ترتیب ۲/۴۲۰ سانتی‌متر، ۰/۵۰۸ سانتی‌متر، ۰/۵۰۳ سانتی‌متر و ۰/۳۸ گرم بود.

در مطالعه‌ی دیگر میانگین طول، عرض برگ و طول دمبرگ به ترتیب ۵۶/۳۲ میلی‌متر، ۱۸/۶۷ میلی‌متر و ۹/۸۲ میلی‌متر و طول، عرض میوه و طول دم میوه و وزن میوه به ترتیب ۲۳/۳۵ میلی‌متر، ۱۶/۵۸ میلی‌متر، ۶/۴۹ میلی‌متر و ۱/۶۶ گرم بدست آمد (۱۴). صفات مرتبط به میوه و بذر در مطالعه حاضر در دامنه مطالعات ذکر شده در بالا بود که این تفاوت می‌تواند ناشی از متفاوت بودن شرایط محیطی و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متفاوت باشد. در مطالعه حاضر میانگین صفات مرتبط به رنگ میوه L^*، a^*، b^*، H و C به ترتیب برابر با ۴۸/۰۹، ۱۳/۹۰، ۱۸/۱۷، ۵۲/۱۸ و ۲۳/۲۸ بود. در مطالعه‌ی مشاهده گردید که میانگین صفات L^*، a^*، b^* به ترتیب برابر با ۱۲/۴۰، ۲/۷۳ و ۲/۳۹ می‌باشد (۱۹). در مطالعه‌ی حاضر میانگین صفات مرتبط به رنگ میوه بالاتر از میانگین ذکر شده در مطالعه Zare *et al.* (۱۹) بود که این می‌تواند به دلیل شرایط محیطی متفاوت و ژنوتیپ‌های بررسی شده متفاوت در دو مطالعه باشد.

جدول ۳- آمار توصیفی صفات ارزیابی شده ژنوتیپ‌های سنجد

Table 3- Descriptive statistics of evaluated characters in oleaster genotypes

صفات Traits	دامنه Range	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean	انحراف معیار Std.Deviation	درصد تنوع Percentage Variation
LL	4.52	10.04	5.52	6.90	1.42	20.58
LW	2.27	3.58	1.31	1.97	0.74	37.56
LL/LW	12.92	14.60	1.68	3.82	1.28	33.68
PL	0.80	1.60	0.80	1.12	0.28	25
FL	15.56	30.57	18.01	22.99	3.21	13.96
FW	6.02	18.67	12.65	16.09	1.88	11.68
FL/FW	1.00	2.13	1.13	1.44	0.19	13.19
FWe	1.61	2.69	1.08	1.69	0.44	26.03
PeL	4.93	10.16	5.23	7.35	1.68	22.85
ST	0.40	0.60	0.20	0.36	0.07	19.44
FlWe	2.13	2.63	0.5	1.27	0.39	30.71
SL	9.98	25.50	16.32	19.63	2.82	14.36
SW	1.63	6.96	5.33	5.92	0.64	10.81
SL/SW	3.90	5.12	1.22	3.34	0.55	16.47
SWe	0.33	0.64	0.31	0.41	0.09	21.95
GD	6.77	21.47	14.70	18.09	1.95	10.77
Q	17.55	86.00	68.45	79.22	6.55	8.27
S	772.77	1452.82	680.05	1040.14	21.76	2.09
AR	23.09	79.81	56.72	70.69	8.65	12.23
L*	22.3	57.18	34.88	48.09	8.25	17.15
a*	12.22	22.34	9.12	13.90	3.74	26.91
b*	15.86	23.22	7.36	18.17	4.02	22.12
H	34.83	68.24	33.41	52.18	10.96	21
C	15.54	27.96	12.42	23.27	3.40	14.61

همبستگی صفات: وجود همبستگی بین دو صفت، رابطه خطی بین آن دو را نشان می‌دهد که در محدوده ۱+ و ۱- متغیر می‌باشد و از رابطه بین صفات می‌توان در برنامه‌های به نژادی استفاده نمود (۶). در صورت وجود همبستگی بالا بین دو صفت می‌توان از طریق اندازه‌گیری یک صفت به وضعیت صفت دوم پی برد. نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات، وجود همبستگی‌های مثبت و منفی معنی‌دار بین برخی از صفات در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج حاصله نشان داد که طول برگ همبستگی مثبت با عرض برگ (۰/۶۳**)، نسبت طول به عرض میوه (۰/۴۷**)، طول بذر (۰/۴*) و نسبت طول به عرض بذر (۰/۳۹*) و همبستگی منفی با درصد کرویت (۰/۴۶**-) دارد. بنابراین درختان سنجدی که طول و عرض برگ بیشتری داشته باشند یا به عبارتی برگ‌هایی بزرگتری داشته باشند، نسبت طول به عرض میوه و بذر آنها نیز بیشتر خواهد بود و در نتیجه میوه‌ها گرد نخواهد بود و بیشتر کشیده‌تر خواهد بود. احتمالا دلیل این موضوع این است که برگهای بزرگتر فتوسنتز بیشتری خواهند داشت و بنابراین افزایش مواد فتوسنتری باعث افزایش نسبت طول به عرض میوه و بذر شده و سبب کشیده شدن میوه‌ها خواهد شد. همچنین نسبت طول با عرض بذر همبستگی مثبت با قطر میانگین هندسی (۰/۴۶**) و سطح رویه (۰/۴۷**) و همبستگی منفی با درصد کرویت (۰/۷۱**-)، ضریب بازارپسندی (۰/۷۱**-) دارد. یعنی هر چقدر نسبت طول بر عرض بذر زیاد باشد، قطر میانگین هندسی و سطح رویه میوه بیشتر خواهد بود ولی بازارپسندی میوه‌ها کمتر می‌شود. احتمالا دلیل این موضوع این است که بالا بودن نسبت طول به عرض بذر باعث افزایش نسبت طول به عرض میوه می‌شود و با توجه به اینکه میانگین قطر هندسی از حاصلضرب طول و عرض میوه بدست می‌آید و سطح رویه نیز از میانگین قطر هندسی حاصل می‌شود. بنابراین در اثر افزایش نسبت طول به عرض بذر، میانگین قطر هندسی و سطح رویه میوه نیز افزایش می‌یابد ولی نظر به اینکه ضریب بازارپسندی از نسبت عرض به طول میوه بدست می‌آید. بنابراین در اثر افزایش نسبت طول به عرض میوه، مقدار آن پایین می‌آید.

همچنین نتایج همبستگی نشان داد که درصد کرویت همبستگی مثبت با ضریب بازارپسندی(1**) و منفی با سطح رویه (۰/۳-) دارد. یعنی هرچه میوه کروی‌تر باشد بازارپسندتر بوده ولی سطح رویه آن کمتر خواهد بود. سطح رویه همبستگی مثبت با شاخص‌های رنگ b* و هیو دارد. بنابراین میوه‌های که رنگ زردی بیشتر و هیو بالاتری داشته باشند، دارای سطح رویه بالاتری خواهد بود.

جدول ۴- همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سنجد

Table 4- Simple correlation between studied traits in wild oleaster genotypes

Traits	LL	LW	LL/LW	PL	FL	FW	FL/FW	FWe	Pel	ST	FlWe	Sl
LL	1											
LW	0.63**	1										
LL/LW	-0.14^{ns}	-0.74**	1									
PL	0.23^{ns}	-0.32*	0.59**	1								
FL	0.31^{ns}	0.45**	-0.36*	-0.14^{ns}	1							
FW	-0.12^{ns}	0.16^{ns}	-0.32*	0.05^{ns}	0.54**	1						
FL/FW	0.47**	0.36*	-012^{ns}	-0.08^{ns}	0.63**	-0.03^{ns}	1					
FWe	-0.12^{ns}	-0.16^{ns}	0.06^{ns}	0.36*	0.39*	0.59**	-0.11^{ns}	1				
Pel	-0.04^{ns}	0.16^{ns}	-0.24^{ns}	-0.09^{ns}	0.17^{ns}	0.21^{ns}	-0.00^{ns}	0.03^{ns}	1			
ST	0.03^{ns}	-0.91^{ns}	0.31^{ns}	0.35*	-0.17^{ns}	-0.09^{ns}	-0.08^{ns}	0.25^{ns}	0.21^{ns}	1		
FlWe	-0.13^{ns}	-0.24^{ns}	0.15^{ns}	0.44**	0.33*	0.55**	-0.13^{ns}	0.97**	0.03^{ns}	0.36*	1	
SL	0.4*	0.53**	-0.38*	-0.03^{ns}	0.94**	0.35*	0.73**	0.21^{ns}	0.26^{ns}	-0.14^{ns}	0.15^{ns}	1
SW	-0.05^{ns}	0.05^{ns}	-0.14^{ns}	-0.16^{ns}	-0.01^{ns}	0.16^{ns}	-0.18^{ns}	0.43**	-0.16^{ns}	-0.17^{ns}	0.28^{ns}	-0.05^{ns}
SL/SW	0.39*	0.42**	-0.24^{ns}	0.03^{ns}	0.79**	0.18^{ns}	0.74**	-0.05^{ns}	0.29^{ns}	-0.00^{ns}	-0.03^{ns}	0.87**
SWe	-0.01^{ns}	0.19^{ns}	-0.32*	-0.1^{ns}	0.42**	0.43**	0.05^{ns}	0.58**	-0.04^{ns}	-0.31^{ns}	0.39*	0.35*
GD	0.04^{ns}	0.3^{ns}	-0.38*	0.03^{ns}	0.8**	0.93**	0.04^{ns}	0.58**	0.22^{ns}	-0.14^{ns}	0.53**	0.64**
Q	-0.46**	-0.33*	0.09^{ns}	0.06^{ns}	-0.6**	0.34*	-0.99**	012^{ns}	0.03^{ns}	0.08^{ns}	0.14^{ns}	-0.70**
S	0.04^{ns}	0.3^{ns}	-0.38*	0.04^{ns}	0.81**	0.92**	0.06^{ns}	0.59**	0.22^{ns}	-0.13^{ns}	0.54**	0.65**
AR	-0.45**	-0.33*	0.08^{ns}	0.06^{ns}	-0.59**	0.34*	-0.99**	0.12^{ns}	0.04^{ns}	0.08^{ns}	0.14^{ns}	-0.69**
L*	0.19^{ns}	0.19^{ns}	0.01^{ns}	0.08^{ns}	0.05^{ns}	0.1^{ns}	-0.01^{ns}	-0.07^{ns}	0.1^{ns}	0.41**	0.01^{ns}	0.11^{ns}
a*	-0.19^{ns}	-0.22^{ns}	0.04^{ns}	-0.20^{ns}	-0.11^{ns}	-0.29^{ns}	0.12^{ns}	-0.04^{ns}	-0.31^{ns}	-0.37*	-0.1^{ns}	-0.15^{ns}
b*	-0.05^{ns}	0.12^{ns}	-0.12^{ns}	-0.11^{ns}	0.12^{ns}	0.51**	-0.28^{ns}	0.2^{ns}	-0.11^{ns}	0.24^{ns}	0.25^{ns}	0.03^{ns}
H	0.1^{ns}	0.23^{ns}	-0.11^{ns}	0.01^{ns}	0.16^{ns}	0.48**	-0.21^{ns}	0.15^{ns}	0.08^{ns}	0.38*	0.21^{ns}	0.13^{ns}
C	-0.19^{ns}	-0.01^{ns}	-0.09^{ns}	-0.22^{ns}	0.05^{ns}	0.32*	-0.20^{ns}	0.18^{ns}	-0.29^{ns}	-0.01^{ns}	0.19^{ns}	-0.05^{ns}

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

*, **, significant at *p<0.05* and *p<0.01* respectively. ^{ns}: Non-significant

ادامه جدول ۴

Table 4- Be continued

Traits	SW	SL/SW	SWE	Dg	Q	S	AR	L*	a*	b*	H	C
SW	1											
SL/SW	-0.51**	1										
SWe	0.80**	-0.10^{ns}	1									
GD	0.11^{ns}	0.46**	0.48**	1								
Q	0.19^{ns}	-0.71**	-0.02^{ns}	-0.01^{ns}	1							
S	0.10^{ns}	0.47**	0.49**	0.99**	-0.3*	1						
AR	0.19^{ns}	-0.71**	-0.02^{ns}	-0.00^{ns}	1.0**	-0.02^{ns}	1					
L*	-0.28^{ns}	0.24^{ns}	-0.36*	0.09^{ns}	0.03^{ns}	0.09^{ns}	0.36*	1				
a*	0.21^{ns}	-0.24^{ns}	0.23^{ns}	-0.25^{ns}	-0.15^{ns}	-0.25^{ns}	-0.15^{ns}	-0.86**	1			
b*	-0.09^{ns}	0.07^{ns}	-0.08^{ns}	0.41**	0.31^{ns}	0.39*	0.31^{ns}	0.43**	-0.29^{ns}	1		
H	-0.18^{ns}	0.21^{ns}	-0.18^{ns}	0.41**	0.24^{ns}	0.39*	0.25^{ns}	0.76**	-0.72**	0.85**	1	
C	0.02^{ns}	-0.07^{ns}	0.06^{ns}	0.25^{ns}	0.21^{ns}	0.23^{ns}	0.21^{ns}	-0.13^{ns}	0.35*	0.78**	0.36*	1

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

*, **, significant at *p<0.05* and *p<0.01* respectively. ^{ns}: Non-significant

تجزیه به عامل‌ها: با استفاده از تجزیه عاملی، صفات مختلف می‌توانند در قالب عامل‌ها یا مؤلفه‌هایی بحث شوند که هر کدام چند صفت را شامل می‌شوند. این امر قدرت مانور محقق را برای کار روی تعداد عامل‌ها یا مؤلفه کمتری به جای تعداد زیادی صفت فراهم می‌کند. نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است. هر عامل با ضریب بیش از ۰/۵ به منزلهٔ ضریب معنادار در نظر گرفته شد. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان دهنده‌ی اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات بررسی شده است و به‌صورت درصد بیان شده است. در این تجزیه هشت عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه‌ی آن‌ها بیشتر از یک بودند توانستند در مجموع ۸۵/۹۲ درصد

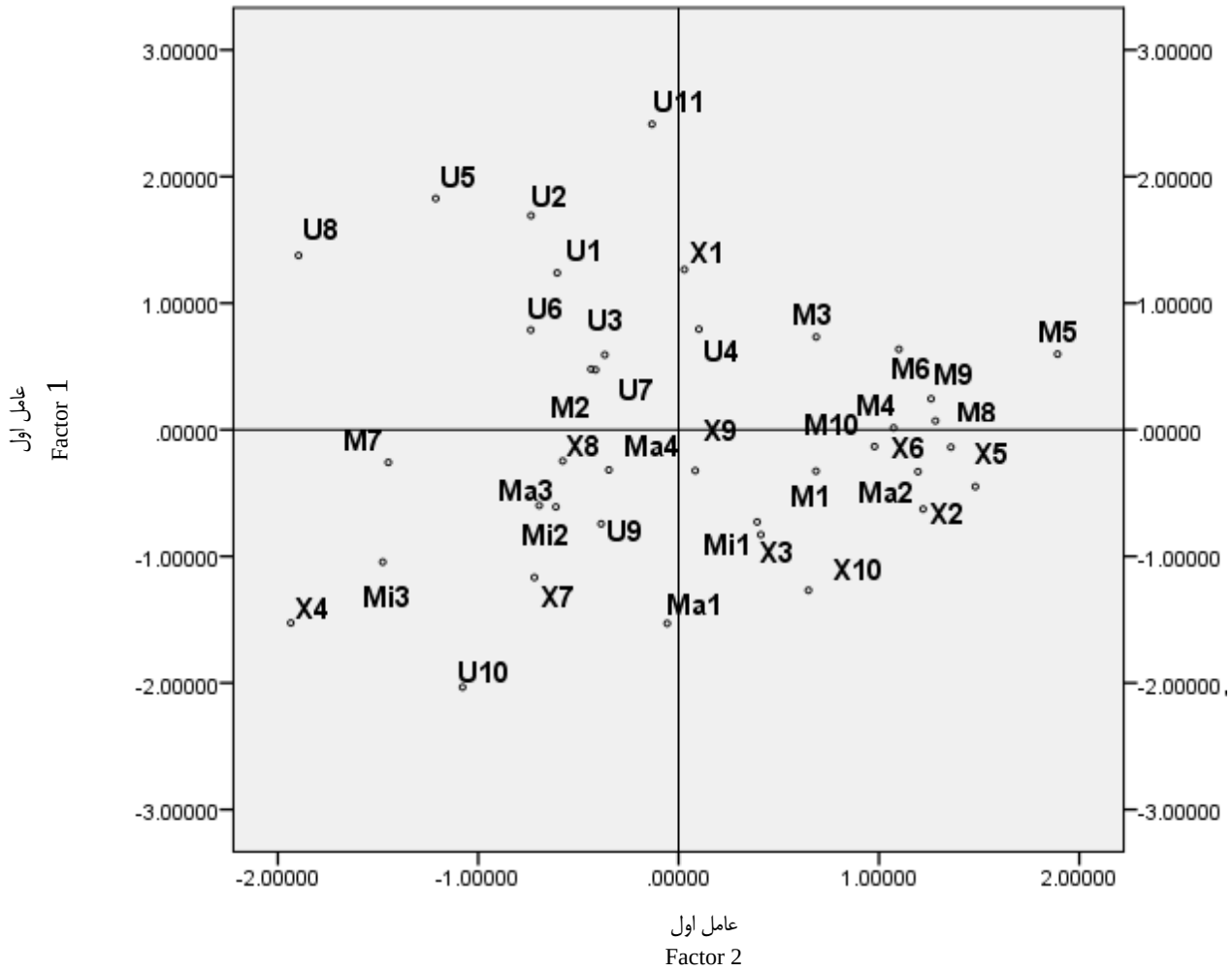
واریانس کل را توجیه کنند. در عامل اول که ۲۰/۵۹ درصد واریانس کل را توجیه می‌کند، صفاتی از قبیل عرض میوه، وزن میوه، وزن گوشت میوه، وزن بذر و سطح رویه قرار داشتند. در عامل دوم که ۱۸/۶۹ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفاتی از قبیل طول میوه، نسبت طول به عرض میوه، طول بذر و نسبت طول به عرض بذر و بازارپسندی قرار داشتند. در عامل سوم که ۱۱/۲۲ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند، صفات مرتبط به رنگ میوه از قبیل L* a* و هیو قرار دارند. همچنین در عامل چهارم صفاتی از قبیل عرض برگ، نسبت طول به عرض برگ و دم برگ بیشترین تاثیر را دارند. بنابراین این عامل را می‌توان عامل برگ نامگذاری کرد. در عامل پنجم نیزصفات b* و کروما بیشترین تاثیر را دارند. در عامل ششم که ۶/۶۴۲ درصد واریانس کل را توجیه می‌کند، قطر میانگین هندسی و درصد کرویت قرار دارند و در عامل هفتم عرض بذر و در عامل هشتم نیز طول برگ بیشترین تاثیر را داشتند.

جدول ۵- ضرایب عاملی صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سنجد

Table 5- Factor coefficients of studied traits in oleaster genotypes

صفات Traits	عامل اول Factor 1	عامل دوم Factor 2	عامل سوم Factor 3	عامل چهارم Factor 4	عامل پنج Factor 5	عامل ششم Factor 6	عامل هفتم Factor 7	عامل هشتم Factor 8
LL	0.11	0.26	0.08	-0.10	-0.01	-0.11	0.05	**0.84**
LW	0.13	0.25	0.18	**0.68**	0.03	-0.09	-0.01	0.52
LL/LW	-0.12	-0.15	-0.07	**-0.86**	0.03	0.02	0.03	0.00
PL	0.09	-0.05	0.04	**-0.76**	-0.10	-0.27	-0.15	0.20
FL	0.62	**0.71**	0.03	0.17	0.01	-0.01	-0.08	0.15
FW	**0.91**	-0.27	0.12	0.12	0.07	-0.05	-0.10	0.11
FL/FW	-0.08	**0.97**	-0.04	0.08	-0.02	0.02	-0.01	0.04
FWe	**0.86**	0.00	0.02	-0.15	0.09	-0.09	0.28	-0.13
PeL	0.28	0.13	0.06	0.35	-0.12	-0.43	-0.14	-0.22
ST	-0.06	0.27	0.29	-0.20	0.37	-0.35	0.11	-0.23
FLWe	**0.81**	-0.01	0.07	-0.23	0.13	-0.07	0.19	-0.18
SL	0.50	**0.73**	0.03	0.22	-0.06	-0.08	-0.12	0.18
SW	0.10	-0.11	-0.01	0.04	-0.01	0.01	**0.88**	0.03
SL/SW	0.27	**0.71**	0.06	0.11	-0.01	-0.08	-0.56	0.13
SWe	**0.60**	0.07	-0.19	0.23	-0.12	-0.13	0.46	0.17
GD	0.04	0.12	0.10	0.16	0.06	**0.93**	-0.11	0.15
Q	0.09	-0.07	0.05	-0.06	0.03	**-0.97**	0.01	-0.05
S	**0.93**	0.13	0.09	0.15	0.04	-0.04	-0.10	0.15
AR	0.09	**-0.97**	0.05	-0.05	0.03	-0.04	0.01	-0.05
L*	0.01	0.01	**0.94**	0.02	-0.00	0.09	-0.01	0.03
a*	-0.11	0.06	**-0.95**	-0.06	0.16	0.05	0.04	-0.05
b*	0.17	-0.09	0.34	0.05	**0.87**	0.14	-0.04	0.03
H	0.18	-0.08	**0.81**	0.08	0.48	0.09	-0.03	0.06
C	0.09	-0.06	-0.29	0.02	**0.91**	0.16	-0.02	-0.02
مقادیر ویژه Eigen value	5.35	4.85	2.91	2.31	22.12	1.72	1.64	1.40
واریانس Variance (%)	20.59	18.68	11.22	8.89	8.17	6.64	6.32	5.39
واریانس تجمعی Cumulative variance (%)	20.59	39.27	50.50	59.39	67.57	74.21	80.53	85.92

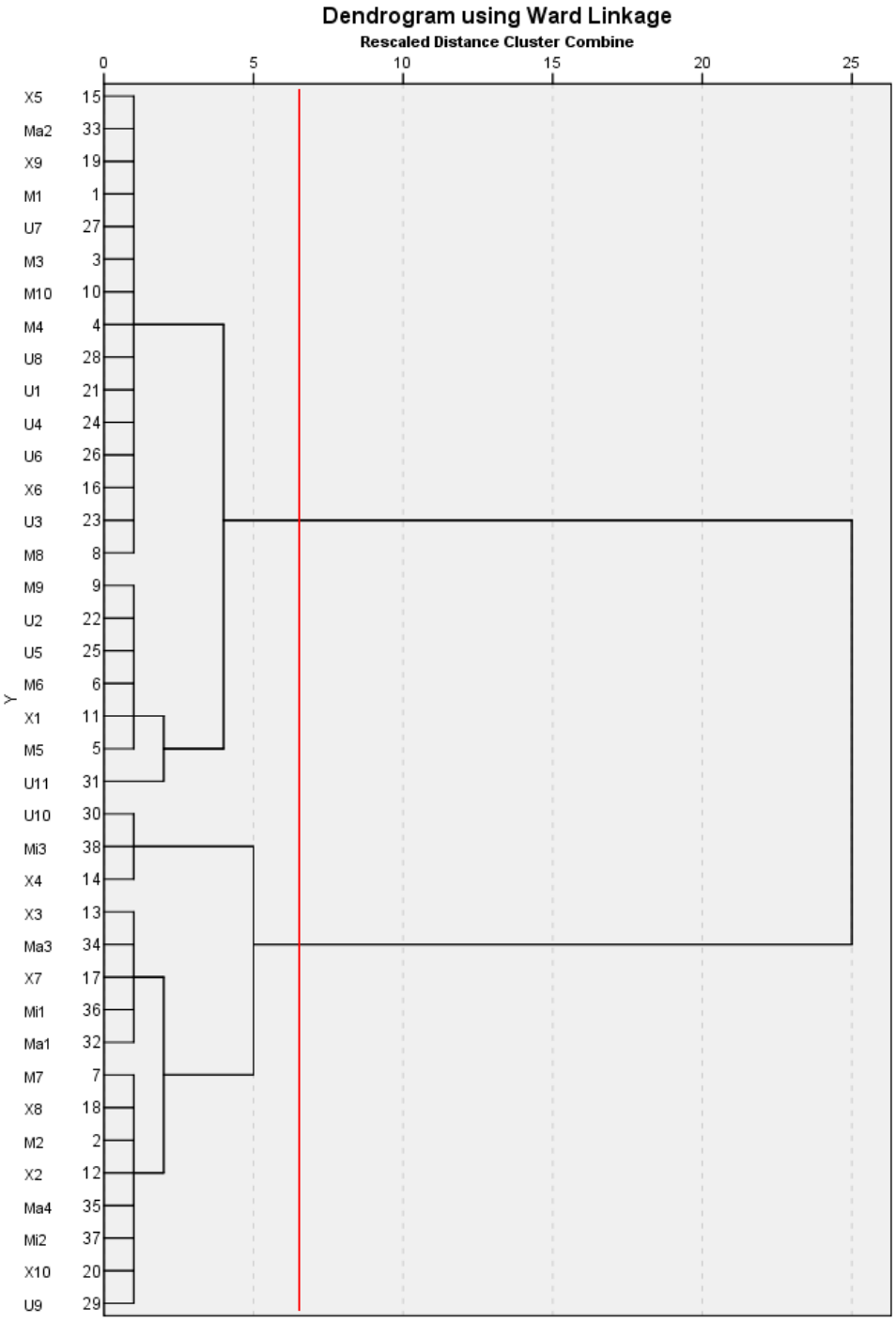
تجزیه دی پلات: آزمون پلات یا تجزیه پلات قادر است، تصویر دوبعدی ایجاد نماید که هر یک از ابعاد آن‌ها یک عامل فرق‌گذار محسوب می‌شود. بنابراین پراکنش ژنوتیپ‌ها و ارقام در محدوده این عوامل اصلی می‌تواند به تعیین بهتر فاصله ارقام یا ژنوتیپ‌ها و تفاوت بین آن‌ها کمک نماید، به خصوص ارقام و ژنوتیپ‌هایی که در یک یا دو عامل دارای مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد باشند. نتایج حاصل از تجزیه دی پلات در شکل ۱ آورده شده است. بر اساس دو عامل اول حاصل از تجزیه به عامل‌ها، ژنوتیپ‌های مورد بررسی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های هستند که در بالای محور افقی و در قسمت مثبت نمودار قرار گرفته‌اند و ژنوتیپ‌های موجود در قسمت منفی نمودار و در پایین محور افقی در گروه دوم جای گرفتند. گروه‌بندی حاصل از تجزیه دی پلات تا حد زیادی با گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای مطابقت دارد. چرا که دو عامل اول در حدود نصف واریانس‌ها را در تجزیه به عامل‌ها توجیه می‌کنند.



شکل۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سنجد براساس دو عامل اول حاصل از تجزیه به عامل‌ها
Figure 1- Grouping of oleaster genotypes based on the first two factor of factor analysis

تجزیه خوشه‌ای: جهت بررسی میزان شباهت‌ها و تفاوت‌ها بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سنجد از تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید (شکل۲). در این پژوهش خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی سنجد با استفاده از کلیه صفات مورد بررسی به روش Ward صورت گرفت. خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس تعداد زیاد صفات می‌تواند روش مطمئنی در تعیین شباهت‌ها و فواصل بین ژنوتیپ‌ها باشد. با برش دندروگرام حاصله در فاصله ۷ بر اساس تجزیه تابع تشخیص، ژنوتیپ‌ها به ۲ خوشه اصلی تقسیم شدند. در خوشه اول، ۲۲ ژنوتیپ (U6, Kh6 ,U3, M8, M9, U2,U5,M6, Kh1, M5, U11 ,Kh5, Ma2, Kh9, M1, U7, M3, M10, M4, U8,U1, U4) قرار گرفتند که ۹ ژنوتیپ آن متعلق به منطقه ارومیه، ۱ ژنوتیپ مربوط به ملکان، ۴ ژنوتیپ متعلق به منطقه خوی و ۸ ژنوتیپ مربوط به منطقه میاندواب بود. همانطوریکه قابل مشاهده است بیشتر ژنوتیپ‌های جمع‌آوری از مناطق ارومیه و میانداوب در این خوشه قرار گرفتند. صفات وزن، طول و عرض میوه و بذر در تفیک ژنوتیپ‌های این خوشه بیشترین نقش را داشتند. در خوشه دوم ۱۶ ژنوتیپ (U10, U9,Kh10,Mi2,Ma4, Kh2,M2 ,Kh8, M7, Ma1, Mi1, Kh7, Ma3, Kh3, Kh4, Mi3) قرار گرفتند که ۳ ژنوتیپ متعلق به منطقه ملکان، ۶ ژنوتیپ مربوط به خوی، ۲ ژنوتیپ متعلق به میاندواب، ۳ ژنوتیپ متعلق به میانه و ۲ ژنوتیپ مربوط به ارومیه بود. همانطوریکه قابل مشاهده است بیشتر ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از مناطق خوی و ملکان و همچنین همه ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از منطقه میانه در این خوشه قرار گرفتند. در تفکیک ژنوتیپ‌های این گروه نیز صفات مرتبط به رنگ از قبیل L^*،a^*،b^*، H و C بیشترین نقش را داشتند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در خوشه‌های مختلف نشان دهنده وجود تنوع بالا از لحاظ صفات ارزیابی

در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود. بطور کلی نتایج تجریه خوشه‌ای نشان داد که شرایط محیطی خیلی نتوانسته است در گروه‌بندی این ژنوتیپ‌ها نقش داشته باشد.



شکل۲- دندروگرام ژنوتیپ‌های مورد بررسی سنجد بر اساس روش وارد

Figure 2- Dendrogram of oleaster genotypes based on Ward's method

نتیجه‌گیری کلی

این پژوهش یک مطالعه مقدماتی و کاربردی بوده که نتایج حاصل از آن می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب به اصلاحگر کمک نماید. همچنین این مطالعه اطلاعات مهمی درباره خصوصیات

فیزیکی و رنگ میوه برخی ژنوتیپ‌های سنجد در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی فراهم می‌کند. در مجموع نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تنوع زیستی وسیعی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سنجد وجود دارد. از میان ژنوتیپ‌های بررسی شده، ژنوتیپ U11 از منطقه ارومیه را می‌توان بر اساس داشتن بزرگترین میوه به عنوان ذخایر توارثی ارزشمند در برنامه‌های اصلاحی آینده سنجد و کشت آن در نظر گرفت. توجه به اینکه در برخی موارد با وجود مشاهده برخی تفاوت‌های مورفولوژیکی در بین ژنوتیپ‌ها، تفکیک آنها از همدیگر میسر نگردید، برای بررسی‌های بیشتر جهت تفکیک دقیق‌تر آنها، استفاده از نشانگرهای مولکولی می‌تواند موثر باشد. بطور کلی می‌توان گفت که این پژوهش می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1. Ahmadiani A., Hosseini J., Semnanian S., Javan M., Saeedi F., Kamalinejad M. and Saremi S. 2000. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Elaeagnus angustifolia* fruit extract. Journal of Ethnopharmacology. 72(1-2): 287-92 .
2. Akbolat D., Ertekin C., Menges H.O., Guzel E. and Ekinci K. 2008. Physical and nutritional properties of oleaster (*Elaeagnus angostifolia* L.) growing in Turkey. Asian Journal of Chemistry. 20: 2358-2366 .
3. Cansev A., Sahan Y., Celik G., Taskesen S. and Ozbey H. 2011. Antioxidant capacity of (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruits. Asian Journal of Chemistry. 23(6): 2661-2665.
4. Ersoy N., Hakki Kalyoncu I., Yalcin Elidemir A. and Tolay I. 2013. Some physico-chemical and Nutritional properties of russion olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) fruit grown in Turkey. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. 7(6): 172-174
5. Faramarz S., Dehghan G. and Jahanban-Esfahlan A. 2015. Antioxidants in different parts of oleaster as a function of genotype. Bioimpacts. 5(2): 79-85.
6. Forde H.I. 1975. Walnuts. In: Janick, J. and Moore, J. N. Purdue University Press, West Lafayette, IN. (Eds.). Advances in Fruit Breeding, 439-455.
7. Ge Y., Liu J. and Su D. 2009. *In vivo* evaluation of the anti-asthmatic, antitussive and expectorant activities of extract and fractions from *Elaeagnus pungens* leaf. Journal of Ethnopharmacology. 126: 420-538 .
8. Gürbüz I., Stun O., Yesilada E., Sezik E. and Kutsal O. 2003. Anti-ulcerogenic activity of some plants used as folk remedy in Turkey. Journal of Ethnopharmocology. (88): 70- 93.
9. Hernandez Munoz P., Almenar E., Del Valle V., Velez D. and Gavara R. 2008**.** Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage. Food Chemistry. 110(2): 428-435.
10. Hosseinzadeh H., Ramezani M. and Namjo N. 2003. Muscle relaxant activity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit seeds in mice. Journal of Ethnopharmacology. 84(3): 275-278 .
11. Incilay G. 2014. Volatile composition, antimicrobial and antioxidant properties of different parts from *Elaeagnus angustifolia* L.. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 17(6): 43-53.
12. Klich M.G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environment heterogeneity. Environmental and Experimental Botany. 44(3): 171-183 .
13. Maghanaki M., Janzadeh R., Rafiai Sh. and Ghoubadiyan B. 2012. Investigation of physical characteristics of Mazandaran native medlar fruit (*Mespilus germanica* L.). Proceedings of the Seventh National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization University of Shiraz, 54-59 (in Persian with English abstract).
14. Özdemir G. and Kalyoncu I.H. 2011. A selection study on oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) grown in the campus area of Selcuk University in Konya, Turkey. African Journal of Biotechnology. 10 (77): 33-53.
15. Seadatmand L., Ghorbanli M. and Niakan M. 2014. Phytochemical and antioxidant activity of *Eleagnus angustifolia* L. in different regions of Razavi Khorasan province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 4: 58-67 (in Persian with English abstract).
16. Sun M. and Lin Q. 2010. A revision of *Elaeagnus* L. (Elaeagnaceae) in mainland China. Journal of Systematics and Evolution. 48(5): 356-390.
17. Uzun A., Çelik B., Karadeniz T., Yilmaz K.U. and Altinta C. 2015. Assessment of fruit characteristics and genetic variation among naturally growing wild fruit *Elaeagnus angustifolia* accessions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 39: 286-294.
18. Wang Q., Ruan X., Huang J. H., Xu N. and Yan Q.C. 2006. Intera-specific genetic relationship analyses of *Elaeagnus angustifolia* based on RP-HPLC biochemical markers. Journal of Zhejiang University Science B. 7(4):

272-278.
19. Zare D., Salmanizade F. and Safiyari H. 2012. Some physical and mechanical properties of Russian olive fruit. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. 6(9): 668-671.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 273-285
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۸۵-۲۷۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of Fruit Physical and Color Characterizations of some Oleaster *(Elaeagnus angustifolia* L.) Genotypes in Northwest of Iran

Z. Hassanzadeh[1]- H. Hassanpour[2]*

Received: 28-07-2018
Accepted: 10-06-2019

Introduction: Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.), belonging to the Elaeagnaceae family, is usually a shrub or small spiny tree with a height of 2– 5 m. Branches of oleaster are silvery green and the leaves are egg-shaped or bayonet and the flowers are bell -shaped, very fragrant, cream color, and single or clustered. The fruits are oval-shaped with a length of 1.5 –2 cm and their colors are reddish-brown. Oleaster *(Elaeagnus angustifolia* L.) is one of the most valuable fruit tree is grown wildly in northwestern of Iran. The oleaster was distributed in East Asia, Southeast Asia, and Queensland in northeastern Australia. This tree was extended along the rivers in many arid and semi-arid regions. It also plays a very important role in maintaining the ecosystem of dry areas, due to high drought tolerance and high salinity and alkalinity tolerance in soil. The evaluation of fruit and seed properties can be useful in selection of superior genotypes for commercially culture. Therefore, the aim of this study was to investigate the physical properties of seed and fruit of some *Elaeagnus angustifolia* genotypes in east and west Azerbaijan provinces.

Materials and Methods: In this study, thirty-eight genotypes of *Elaeagnus angustifolia* L., according to free of pest and disease characteristics were selected and labeled from east and west Azerbaijan provinces, Iran. The fully matured fruits were collected from studied genotypes and then transferred to the lab and different parameters such as physicochemical characterizations of fruit and seed such as weight, length and width of fruit and seed and fruit color parameter were measured. Fruit color was determined by Chroma meter CR-400 (Konica Minolta, Japan). After collected data, to calculate descriptive statistics, correlation and cluster analysis based on Ward's method was used SPSS Software (Version 22). The factor analysis was also performed using varimax rotation method.

Results and Discussion: The results showed that there was high diversity in some of the attributes such as leaf width, leaf length/leaf width ratio and flesh weight. The highest diversity was observed in leaf width (37.56 %) and the fruit surface area had lowest diversity (2.09 %). The mean of fruit length, fruit width and fruit width, fruit geometric mean diameter and sphericity were 22.99, 16.09 cm, 1.69 g, 18.09 mm and 79.22 %, respectively. Ersoy et al. (2013) revealed that length, width, thickness and weight of fruit were 2.86 cm, 1.88 cm, 1.87 cm and 2.90 g respectively. The mean of seed length, width, thickness and weight were 2.42 cm, 0.508 cm, 0.503 cm and 0.38 g, respectively. Leaf length was positively correlated with leaf width, fruit length/fruit width ratio, and seed length and seed length/seed width ratio and negatively with fruit sphericity. In the present study, the mean of traits related to fruit color including L*, a*, b*, hue and chroma were 48.09, 13.99, 18.51, 52.18, and 28.23, respectively. In the study of Zare et al. (2012), the mean of L*, a*, b* were 12.42, 2.73 and 2.39, respectively. In the present study, the mean of traits related to fruit color was higher than the mean mentioned in Zare et al. (2012) study, and this discrepancy can be due to different environmental conditions and studied genotypes. In this study, based on factor analysis, the eight main factors were explained a total of 85.92 % of the variance, which 20.59% were related to the first factor and 18.69% to the second factor. The two-dimensional scatter plot was constructed for graphical overview of the relationships among genotypes. According to scatter plot created by two first factors, all studied genotypes were located in two groups. The scatter plot revealed geometrical distances among genotypes reflecting phenotypic and in this regard presumably genetic dissimilarity among them. According to the cluster analysis, genotypes were divided into two main groups. Genotypes in group first had the highest average fruit and seed length, width and weight. The traits related to color such as L^*, a^*, b^*, hue, chroma had a significant role in separation of second group. Therefore, the presence of genotypes in different clusters represented high diversity in terms of evaluated traits among the all genotypes.

Conclusions This research is a preliminary study that can be based to select the desired genotypes. The study

1 and 2- MSc Student and Associate Professor of Horticultural Science, Faculty of agriculture, Urmia Univirsity
(*- Corresponding Author Email: ha.hassanpour@urmia.ac.ir)

also provides important information on the physical characteristics and fruit color of some *Elaeagnus angustifolia* genotypes in the east and west Azerbaijan provinces. In general, the results of this study showed that there is high diversity among the studied genotypes.The results obtained might be helpful for breeding programs and introducing of cultivar in *Elaeagnus angustifolia*.

Keywords: Cluster analysis, Correlation, Diversity, Fruit weight, Oleaster

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 287-299
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۹۹-۲۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

ارزیابی مورفولوژیک و گزینش تک درختان متحمل به تنش یخ‌زدگی در باغات زیتون استان گلستان

عیسی کرامتلو[۱]- سعید نواب‌پور[۲]*- خلیل زینلی‌نژاد[۳]- الهه توکل[۴] - سید مهدی حسینی مزینانی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲

چکیده

دمای پایین یکی از تنش‌های عمده غیر زیستی است که بر رشد و نمو و تولید میوه زیتون تاثیر مستقیم دارد. این مطالعه در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ با هدف ارزیابی خسارت یخ‌زدگی و شناسایی تک درختان متحمل به تنش یخ‌زدگی زودرس پاییزه پس از وقوع یخبندان آذر ماه ۱۳۹۵در باغات زیتون شرق استان گلستان انجام شد. علائم تنش یخ‌زدگی در درختان زیتون با توجه به نوع رقم و ژنوتیپ، شامل خشکیدگی و ریزش برگ، ترکیدگی شاخه‌های یک تا چند ساله، تیرگی رنگ پوست و چوب، خروج محتویات میوه و تغییر رنگ میوه بلافاصله بعد از تنش یخ‌زدگی تا هفت ماه بعد از تنش مطالعه شد. در ابتدا ۱۱۸ تک درخت زیتون که نسبت به سرما از خود تحمل نشان داده بودند شناسایی و مجدداً یک ماه، چهار ماه و هفت ماه بعد از تنش، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نهایت، تعداد ۳۸ اصله درخت زیتون با تحمل پایدار نسبت به تنش یخ‌زدگی در باغات مختلف شناسایی، شماره‌گذاری و از نظر صفات مکانی، عملکردی و مورفولوژیک بررسی شدند. تراکم متوسط کانوپی، دارا بودن طول میان‌گره متوسط و عادت رشد گسترده، رشد رویشی کمتر، ریزش نکردن برگ و عدم ترکیدگی پوست مهمترین صفات مورفولوژیک در درختان شناسایی شده بود. برخی از این تک درختان در ارتفاع و دامنه‌های مختلف، علاوه بر تشکیل میوه، الگوهای رفتاری مشابهی نسبت به تنش یخ‌زدگی نشان دادند که با انجام تحقیقات تکمیلی، احتمال معرفی ارقام متحمل به سرما با عملکرد قابل قبول از بین درختان شناسایی شده وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تنش غیر زیستی، تراکم کانوپی، سرمای زودرس، عادت رشد

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *europaea*; Oleaceae) از گونه‌های باغی همیشه سبز و دیپلوئید (2n=2x=46) است. صفت همیشه سبز بودن درخت زیتون حساسیت این گیاه را به کاهش دما افزایش داده است. دمای پایین یکی از تنش‌های عمده غیر زیستی است که رشد و تولید میوه زیتون را تهدید می‌کند. کاهش دما در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار مهمترین عوامل محدود کننده رشد زیتون می‌باشد. اگرچه دماهایی که به زیتون آسیب وارد می‌کند با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت هستند، با این حال اغلب دمای منفی ۷ درجه سانتی‌گراد را دمای بحرانی در نظر می‌گیرند (۱۷). دماهای کمتر از منفی ۱۲ درجه سانتی‌گراد می‌تواند آسیب جدی به گیاه وارد کرده و حیات گیاه را مورد تهدید قرار دهد (۲۷). تنش یخ‌زدگی اغلب در اواخر پاییز و زمستان علاوه بر خسارت به محصول زیتون رقم‌های روغنی دیررس، باعث خشکیدگی شاخساره سال جاری و شاخه‌های یکساله می‌شود و در خوش بینانه‌ترین حالت، محصول سال آینده آسیب جدی می‌بینند. تنش یخ‌زدگی در ابتدا سبب تشکیل بلورهای یخ در آوندهای گیاهان می‌شود؛ سپس این بلورها به سرعت، تمام شاخه‌های گیاه را در بر می‌گیرند، در نهایت یخ به فضای بین سلولی نفوذ می‌کند و باعث ایجاد اختلاف فشار اسمزی در بیرون و درون سلول شده و منجر به نشت آب و پلاسمولیز شدید سلول‌ها می‌شود. فرآیند بازگشت از یخ زدگی در کنار تشکیل حباب‌های هوا در بافت آوندی به شکل قابل توجهی باعث ایجاد آسیب و از بین رفتن بخش هوایی گیاه می‌گردد (۴۲).

کمبود آب مهمترین تنشی است که سلول‌های یخ زده از آن رنج می‌برد. افزایش غلظت ترکیبات سلولی، رسوب پروتئین، تغییر در نفوذ

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: s.navabpour@gau.ac.ir)
۴- استادیار، بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
۵- استاد پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری، تهران
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.74100

پذیری غشاء سلولی، کاهش حجم سلول و تغییر pH، از جمله نتایج مستقیم یخزدگی در سلول محسوب می‌شود (۴۷). در حال حاضر در استان گلستان نزدیک به ده هزار هکتار باغ زیتون وجود دارد که ۶۰ درصد آن را ارقام کنسروی و باقیمانده را رقم‌های روغنی شامل می‌شود. با این حال در ده سال گذشته به دفعات شرایط سرما در باغات زیتون تجربه شده است. خسارت در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۹۲ و وقوع تنش سرما در اوایل آذر ماه ۱۳۹۵ به بیش از نه هزار هکتار از باغات زیتون استان آسیب وارد کرد.

مکانیسم‌های تحمل به یخزدگی در گیاهان، بر پایه تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مرتبط با آسیب یخ زدگی متفاوت است. این مکانیسم‌ها شامل فعال شدن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تغییر در ترکیب غشاء سلولی، فعال‌سازی مسیر فیتوهورمونی سیگنال سرما مانند اسید آبسزیک اسید (ABA)، تجمع ترکیبات محافظت کننده از سرما و فعال سازی ژن‌های پاسخ دهنده به سرما است (۵، ۱۱، ۱۶، ۲۲و۲۳). در درخت زیتون سوپرکولینگ[1] (اجتناب از تشکیل یخ در بافت‌ها) مکانیسم اصلی مقاومت به سرما است (۴و۳۲). ارقام مختلف زیتون واکنش‌های متفاوتی در برابر تنش سرما دارند. با این وجود، به علت افزایش تقاضا نسبت به روغن با کیفیت زیتون، کشت آن در مناطق با عرض جغرافیایی بالاتر از منشاء کاشت آن، در حال افزایش است (۱۴، ۲۹و۳۶). این مسئله به ویژه در استان گلستان که کشت زیتون در اراضی شیبدار کم بازده یکی از اولویت‌های برنامه توسعه باغات می‌باشد، اهمیت ویژه‌ای دارد. از آنجاییکه انتخاب رقم‌های مقاوم و درک مکانیسم مقاومت به سرما، موثرترین روش برای اجتناب از خسارت سرما با روش‌های اصلاح گیاهی و مهندسی ژنتیک به شمار می‌رود، بنابراین اولین گام برای رسیدن به این هدف، شناسایی ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در مناطق زیتون‌خیز می‌باشد؛ این هدف از نیازهای اساسی توسعه زیتون در استان و کشور می‌باشد. تعیین میزان تحمل به سرما در گیاهان چوبی نیازمند صرف هزینه زیاد، زمان طولانی و شرایط کنترل شده آزمایشگاهی و یا مزرعه‌ای می‌باشد. تاکنون روش‌های مختلفی برای بررسی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در گونه زیتون پیشنهاد شده است. این روش‌ها شامل تراکم روزنه‌ها (۳۹)، فعالیت فتوسنتزی (۳)، اندازه روزنه‌ها (۳۸)، آزاد شدن ترکیبات فنولی (۴۰)، آنالیز افتراقی حرارتی (۱۸)، نشت یونی (۲۶)، تکنیک الکتروشیمیایی در ترکیب با آنالیز فراکتال برگ[2] (۷)، کلروفیل فلورسنسی (۴۳) و درجه‌بندی ریزش برگ و ترکیدگی پوست در تنش یخ زدگی طبیعی (۲۸) می‌باشد. با توجه به فنوتایپینگ طبیعی نسبت به تنش دمای پایین در سال‌های اخیر بویژه تنش یخزدگی آذر ماه ۱۳۹۵، یکی از روش‌های سریع دست‌یابی به منابع ژنتیکی جدید، مطالعه و شناسایی تک درختان متحمل به سرما نسبت به شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. با توجه به گستردگی و خسارت تنش یخ زدگی آذر ماه ۱۳۹۵ و نگرانی باغداران از تکرار این تنش در سال‌های آینده، این مطالعه با هدف بررسی خسارت یخ زدگی و شناسایی تک درختان متحمل به یخزدگی زودرس پاییزه در باغات زیتون شرق استان گلستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ بر روی تک درختان متحمل به سرما، پس از وقوع یخبندان آذر ماه ۱۳۹۵ شرق استان گلستان، انجام شد. تاکنون با وجود تکرار وقوع سرما در سال‌های متمادی، مطالعه قابل استنادی در باغات زیتون استان از نظر تحمل به شرایط سرما انجام نشده است. مراجعه به باغات زیتون در دو منطقه عمده پرورش زیتون در شرق استان: حوزه اول شامل گنبد، کلاله و مراوه‌تپه و حوزه دوم آزادشهر، مینودشت و گالیکش با شرایط آب و هوایی نسبتاً مشابه برنامه‌ریزی شد. معیار تحمل به سرما، سبز بودن و ریزش نکردن برگ‌ها، سالم بودن پوست درخت در انواع شاخه‌های یک تا چند ساله و تنه بود. درختان سالم در باغات مختلف در مرحله اول (سه روز بعد از تنش) شناسایی و پلاک گذاری شد. تک درختان شناسایی شده مجدداً یک ماه بعد از تنش (مرحله دوم)، سپس چهار ماه بعد (مرحله سوم) و در نهایت هفت ماه (مرحله چهار) بعد از تنش مطالعه و درختان گزینش شده شماره گذاری (عدد- CTO) شدند. بررسی‌های مربوط به صفات مورفولوژیک در هر یک از ژنوتیپ‌ها بر اساس نتایج پروژه CFC/IOOC/03 (۱۲) و مطالعه لودلینی و همکاران (۲۸) انجام شد (جدول ۱).

سن درختان گزینش شده از ۱۱ تا ۲۵ سال متفاوت بود. برای محاسبه عملکرد محصول سال ۱۳۹۵ درختان گزینش شده به داده‌های کارشناسان باغبانی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان‌های مورد مطالعه و اطلاعات باغداران استناد شد. برای تعیین جهت شیب و درصد آن، پلیگون باغات زیتون سال ۱۳۹۵ با نرم‌افزار تحت وب Google Earth ترسیم، سپس با نرم‌افزار ArcGIS[3] محاسبه شد. صفات ارتفاع درخت، ارتفاع کانوپی و متوسط قطر کانوپی از طریق تهیه تصاویر دیجیتالی و آنالیز آن با نرم‌افزار دیجی مایزر[4] (۴۵) تعیین شد. از آنجائیکه تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر مدیریت عملیات باغبانی شامل هرس، تغذیه، مدیریت کف باغ و آبیاری در باغات زیتون مورد بررسی مشاهده نشد، لذا از مطالعه نقش مدیریت عملیات باغبانی در مقاومت به تنش سرما صرف نظر شد.

1- Supercooling
2- Leaf fractal analysis
3- ESRI ArcGIS for Desktop v10.4
4- Digimizer (v.4.6.1) Application MedCalc Software

برای اندازه‌گیری طول میان‌گره در ۱۰ شاخه میوه دهنده (یکساله) واقع در شاخه‌های اطراف درختان گزینش شده، تعداد ۵۰ میان گره با خط‌کش میلی‌متری اندازه گیری و ثبت شد. طول میان‌گره کمتر از یک سانتی‌متر، بین ۳-۱ سانتی‌متر و بیشتر از ۳ سانتی‌متر به ترتیب کوتاه، متوسط و طویل طبقه‌بندی شدند (۱۲).

جدول ۱- صفات مورفولوژیک مورد بررسی تک درختان زیتون گزینش شده هفت ماه بعد از تنش یخ‌زدگی

Table 1- Morphological traits of the selected olive trees on seventh months after the freezing stress

ردیف Row	صفت Trait	واحد Unit	روش اندازه گیری Measurement method
1	سن درختان Tree age	سال Year	تعداد سال از زمان احداث باغ Year after planting
2	ارتفاع محل Location altitude	متر Meter	نرم افزار گوگل ارث Google Earth software
3	جهت شیب و درصد آن Dip direction and its percentage	-	جهت جغرافیایی و گوگل ارث Cardinal direction
4	عملکرد سال گذشته Previous yield	کیلوگرم Kg	متوسط عملکرد سال گذشته Past average yields
5	ارتفاع درخت Tree height	متر Meter	نرم افزار دیجی مایزر Digimizer software
6	ارتفاع کانوپی Canopy height (H)	متر Meter	نرم افزار دیجی مایزر Digimizer software
7	متوسط قطر کانوپی Average of canopy diameter (D)	متر Meter	نرم افزار دیجی مایزر Digimizer software
8	حجم کانوپی Canopy volume (CV)	متر مکعب m^3	$CV=0.5236\times(D)^2\times H$
9	مساحت سطح کانوپی Canopy surface area(CSA)	متر مربع m^2	$CSA=3.1416\times DH$
10	محیط تنه Trunk perimeter (TP)	میلی متر mm	متر پارچه‌ای Sewing tape measure
11	قطر تنه Trunk diameter (TD)	سانتی متر cm	$TD=(TP/2\pi)\times 2$
12	مساحت مقطع عرضی تنه Trunk cross section area (TCSA)	سانتی متر مربع cm^2	$TD=\pi\times(TD/2)^2$
13	طول میان‌گره Length of internode	سانتی متر cm	خط کش Ruler
14	عادت رشد Growth habit	کد Code	۱- عمودی ۲- پهن ۳- آویزان 1: erect, 2: spreading, 3: drooping
15	تراکم کانوپی Canopy density	کد Code	نامتراکم ۲- متوسط ۳- متراکم 1: sparse, 2: medium, 3: dense
16	ریزش برگ کانوپی Canopy defoliation	کد Code	۰-بدون ریزش ۱- <۵۰٪ ۲-<۵۰٪ ۳-ریزش کامل 0: no leaf drop, 1: <50%, 2: >50% and 3: totally defoliated
17	درجه گسترش ترکیدگی پوست Barksplit ranging	کد Code	۰- بدون ترک ۱- شاخه یکساله ۲-شاخه دو و سه ساله ۳- شاخه اصلی ۴- تنه 0: none, 1: only on 1-year-old shoots, 2: extended to 2- and 3-years-old branches, 3: extended to primarybranches and 4: extended to the trunk
18	گلدهی و تشکیل میوه Flowering and fruit set	کد Code	۱- عدم تشکیل گل و میوه ۲- تشکیل گل و میوه 1: no-flower, 2: flowering and fruit Production

صفت عادت رشد به پراکنش طبیعی شاخه‌های اصلی و شاخساره قبل از تربیت و هرس درختان اشاره دارد. با این وجود از آنجائیکه در بیشتر باغات مراجعه شده، در درختان گزینش شده حداقل هرس انجام شده بود، این صفت به منظور گروه‌بندی درختان متحمل به سرما در سه طبقه عمودی، پهن (گسترده) و آویزان (مجنون) انتخاب شد (جدول ۱). تراکم کانوپی، ریزش برگ، درجه گسترش ترکیدگی پوست، گلدهی و تشکیل میوه بر اساس اطلاعات جدول (۱) ارزیابی شد. برای محاسبه آمار توصیفی و تجزیه صفات از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

نتایج و بحث

تحلیل داده‌های هواشناسی

تنش سرما به دفعات در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۹، ۱۳۹۰، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵ به باغات زیتون آسیب وارد کرد. در ۱۷ دی ماه ۱۳۸۶ با کاهش دمای هوا به کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد در شهرهای کلاله، گنبد و مراوه تپه به ترتیب با منفی ۸/۶، منفی ۱۱/۶ و منفی ۱۲ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد. در ۱۴ بهمن ماه سال ۱۳۸۹ به علت حجم زیاد برف باعث شکسته شدن شاخه‌ها و در ۲۲ آذرماه ۱۳۹۰ به میوه‌های ارقام دیررس مانند کرنائیکی خسارت وارد شد. در ۱۴ بهمن ماه ۱۳۹۲ دمای هوای گنبد، مراوه تپه و کلاله به ترتیب به منفی ۹ ، منفی ۱۰/۴ و منفی ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. به علت یافت نشدن اطلاعات قابل استناد هواشناسی در شهرهای آزادشهر، مینودشت و گالیکش در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ از گزارش حداقل دما و تحلیل شرایط سرما در این مناطق صرف نظر شد. سال ۱۳۹۵ با ورود جبهه هوای سرد به استان و کاهش ناگهانی دما به پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد و پایداری این شرایط به مدت چهار روز در هفته اول آذر ماه (جدول ۲)، حادث شد (۴۶).

بررسی تعداد روزهای با دمای زیر صفر نشان داد، حداقل به مدت ۴۸ ساعت؛ در روزهای سوم و چهارم آذر ماه ۱۳۹۵، باغات زیتون در دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد قرار داشتند. با این حال خسارت عمده یخزدگی به باغات زیتون به علت کاهش دما به کمتر از منفی ۷ درجه سانتی‌گراد در روز چهارم آذر ماه بود. میانگین دمای هوا در روز چهارم آذر ماه از منفی ۴/۴ تا منفی ۸ درجه سانتی‌گراد متغیر بود. حداقل دمای ثبت شده در مناطق مورد مطالعه در روز چهارم آذر به ترتیب در مراوه تپه، گنبد، کلاله و مینودشت، منفی ۱۴/۲، منفی ۱۲/۷، منفی ۱۲/۳ و منفی ۸/۵ درجه سانتی‌گراد است (۴۶). در همین زمان بیشینه سرعت وزش باد شش متر بر ثانیه در مینودشت و مراوه تپه گزارش شده است. در این شرایط هوای سرد نزدیک سطح زمین و هوای گرمتر در ارتفاع ۷/۶ تا ۱۵/۲ متر قرار می‌گیرد (۱۷). عوامل موثر در خسارت یخزدگی، حداقل دما، مدت زمان آن به همراه مرحله سازگاری به سرما در گیاه می‌باشد (۴۹). بارانکو و همکاران (۸) آستانه خسارت منفی ۸/۶ را به عنوان دمای خسارت زننده به ارقام زیتون گزارش کرده‌اند، در حالی که روئیز و همکاران (۴۱) دامنه دمایی بین صفر تا شش درجه سانتی‌گراد زیر صفر را دما آسیب زننده به سلول‌های رقم‌های مختلف زیتون بیان کرده‌اند. وقوع تنش یخزدگی در باغات زیتون تنها در شمال ایران نیست و در بسیاری از مناطق زیتون‌خیز دنیا تجربه شده است. تنش یخزدگی به دفعات در کشورهای ایتالیا، آمریکا و استرالیا خسارت وارد کرده است (۲۸و۳۴).

جدول۲- رکورد حداقل دمای ثبت شده در هفته اول آذر ماه سال ۱۳۹۵در ایستگاه‌های هواشناسی مناطق عمده پرورش زیتون در شرق استان گلستان

Table 2- Minimum recorded temperature in the first week of December 2016 in the meteorological stations of the major regions of olive growing in the east of Golestan province

منطقه Region	روز Day						
	1	2	3	4	5	6	7
مینودشت Minudasht	00.8	-03.1	-05.5	-08.5	-07.1	-03.7	06.4
گنبد Gonbad	-00.5	-05.1	-05.4	-12.7	-07.9	-01.4	-00.6
کلاله Kalaleh	-00.5	-05.3	-08.0	-12.3	-08.7	-05.0	-01.3
مراوه تپه Maravehtapeh	-02.6	-05.5	-10.5	-14.2	-07.3	-01.7	03.2

علائم تنش یخزدگی

سه روز بعد از تنش یخزدگی و بروز علائم اولیه خسارت، نوک سوختگی و خشکیدگی برگ، ترکیدگی و خشک‌شدن شاخه‌های سال جاری، ترکیدگی شاخه‌های یک ساله، دوساله، چند ساله و تنه در رقم‌های حساس، ریزش برگ، خروج شیره گیاهی از تنه و شاخه‌های اصلی، تیرگی رنگ پوست و چوب، خروج محتویات میوه به بیرون اگزوکارپ در برخی رقم‌ها مانند آربکین و آربوسانا، رنگ پریدگی و چروکیدگی میوه در سایر رقم‌ها بود. ده روز بعد از تنش، ریزش شدید برگ‌ها، جدا شدن کامل پوست شاخه‌های سال جاری از چوب و قهوه‌ای شدن چوب تنه در رقم‌های حساس مانند کرنائیکی و آربوسانا نمایان بود. بررسی‌های مختلف نشان داده‌اند که اندام‌های مختلف درخت زیتون نسبت به سرما مقاومت متفاوتی از خود نشان می‌دهند، با این حال برگ‌ها حساس‌ترین اندام درخت زیتون تشخیص داده شد. در یک ارزیابی آزمایشگاهی مانکوسو (۲۹) حساسیت اندام‌های زیتون به سرما را به ترتیب ریشه، برگ، شاخساره و جوانه تعیین کرد. از آنجائیکه ریشه در خاک قرار دارد از خسارت تنش سرما محافظت می‌شود. تیرگی پوست می‌تواند نتیجه اکسیداسیون مواد فنلی در دیواره سلولی به علت متلاشی شدن سلول‌های زنده به علت کریستال‌های یخ باشد (۱۷ و ۱۹).

یک ماه بعد از تنش در رقم آربکین که نوک سوختگی برگ علامت غالب تنش بود، ریزش ناگهانی برگ ظاهر شد و در سایر درختان حساس علاوه بر ریزش کامل برگ، خشکیدگی چوب در سرشاخه‌ها مشخص بود. لودلینی و همکاران (۲۸) در مطالعه رفتار برخی از ارقام زیتون به یخبندان طبیعی گزارش کردند، رقم‌های آربکین و FS17 بیشترین ریزش برگ را داشتند. گومز دل کامپو و بارانکو (۱۸) در ارزیابی مقاومت به تنش یخزدگی درختان یک‌ساله رقم‌های مختلف زیتون نسبت به وقوع یخبندان ۱۱ نوامبر و ۱۶ دسامبر ۲۰۰۱ در مادرید اسپانیا نشان دادند که رقم کورنی‌کابرا و آربکین کمترین علائم تنش یخزدگی را داشتند؛ در حالی که رقم‌های امپلتر، فرانتویو، اوخی بلانکا بیشترین علائم خسارت یخزدگی را بروز دادند.

شناسایی تک درختان متحمل به سرما

علائم تنش یخزدگی در باغات شرق استان گلستان کاملا مشهود بود. با این حال در بین درختان آسیب دیده، تک درختانی مشاهده شد که هیچ گونه علائمی از خسارت یخزدگی نداشتند. این درختان ممکن است در میزان تحمل به سرما با یکدیگر تفاوت داشته باشند (۲). برای بررسی بیشتر این درختان با توجه به معیار انتخاب درختان متحمل به سرما در ابتدا تعداد ۱۱۸ تک درخت زیتون در مناطق مختلف که نسبت به سرما از خود تحمل نشان داده بودند شناسایی گردید. سپس در ارزیابی مرحله دوم (یک ماه بعد از تنش) این درختان مجددا ارزیابی شدند. در ارزیابی مرحله سوم (اسفند ماه ۱۳۹۵) تعدادی از درختان شناسایی شده با خشکیدگی برگ مواجه شدند یا به علت قطع درختان توسط باغدار از ادامه مطالعه حذف شدند. در ارزیابی خرداد ماه ۱۳۹۶ (هفت ماه بعد از تنش) برخی از این درختان بطور کامل خشک شدند بطوریکه برگ‌های خشک قهوه‌ای بر روی درخت نمایان بود. این درختان رشد رویشی جدید نداشتند، اما شاخساره و برگ تا سه ماه بعد از تنش یخزدگی سالم بود. در برخی گیاهان به ویژه گیاهان چوبی، علائم یخزدگی ممکن است چند ماه یا حتی یک یا دو سال بعد ظاهر شود (۳۱). در نهایت تعداد ۳۸ اصله درخت زیتون که تحمل نسبتا پایداری نسبت به سرما از خود نشان داده بودند، انتخاب و از نظر ۱۸ صفت مورفولوژیک، عملکردی و مکانی (جدول ۱) ارزیابی شدند. از آنجائیکه اطلاعات قابل استنادی در خصوص نوع رقم درختان شناسایی شده وجود نداشت، از گروه‌بندی این درختان بر حسب رقم اجتناب شد. گئوریورو و همکاران (۲۰) در مطالعه مزرعه‌ای کلون‌های رقم زیتون لچینو نسبت به تنش یخزدگی سطوح مختلفی از تحمل در این کلون‌ها را گزارش کردند. الفی و همکاران (۱) بعد از وقوع یخبندان طبیعی در ایتالیا رقم‌های پیانتون و لچینو را متحمل (کمترین آسیب) و رقم کانینو و روشیولا را به عنوان رقم‌های حساس معرفی کردند. مطابق با نتایج این تحقیق لودلینی و همکاران (۲۸) بعد از وقوع یخبندان سال ۲۰۱۳ در مرکز ایتالیا اختلاف در تحمل به یخ-زدگی و بازجوانه‌زنی رقم‌های مختلف زیتون را گزارش کردند.

ارزیابی مکانی تک درختان متحمل به سرما

مشخصات صفات اندازه‌گیری شده و میزان ضریب تنوع هر صفت در ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در جدول ۳ آمده است. باغات زیتون و تک درختان متحمل به سرما به ترتیب در محدوده ارتفاع ۵۲ تا ۶۱۰ متر و ۱۰۷ تا ۳۸۷ متر از سطح دریا قرار دارند. تعداد کل درختان بررسی شده (۱۴۸۰۶۴ اصله درخت) و درختان متحمل به سرما گزینش شده (۳۸ اصله) بر حسب ارتفاع از سطح دریا در جدول ۴ طبقه بندی شده است. جدول ۴ نشان می‌دهد کمترین تعداد درختان (۵ درصد) در ارتفاع بین صفر تا ۱۰۰ متر و ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر قرار دارند و ۵۵ درصد درختان در ارتفاع بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر (بیشترین تعداد درختان) جای دارند. در ارتفاع بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر هیچ درخت متحمل به سرما شناسایی نشد. به طور کلی ۷۱ درصد درختان شناسایی شده در ارتفاع بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر قرار داشتند. هر چند فاکتورهای محیطی در مناطق مختلف تاثیر متفاوتی بر محصولات باغبانی دارد، از آنجائیکه بیشترین سطح باغات زیتون در ارتفاع ۱۰۰ تا ۳۰۰ متر احداث شده است ممکن است عامل شناسایی بیشترین تعداد درختان باشد. شاخص تنوع برای این صفت ۳۵/۰۸ درصد می‌باشد.

جدول ۳- دامنه تغییرات و ضریب تنوع برخی صفات مورد بررسی در ۳۸ ژنوتیپ زیتون متحمل به سرما ۱۳۹۵ شرق استان گلستان

Table 3. Descriptive statistic of the studied traits in 38 cold tolerant olive genotypes in the east of Golestan province

ردیف Row	صفت Trait	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	درصد تنوع Coefficient of variation
1	سن درخت Tree age (year)	24	11	17.55	4.45	25.36
2	ارتفاع محل Location altitude (meter)	387	107	206.37	72.39	35.08
3	درصد شیب Percent gradient	56.80	0	28.22	12.95	45.89
4	عملکرد سال ۱۳۹۵ Yield 2016 (kg)	60	0	11.68	10.59	90.60
5	ارتفاع درخت Tree height (meter)	6.4	2	4.01	0.98	24.50
6	ارتفاع کانوپی Canopy height (meter)	6.07	2	3.47	0.87	25.00
7	متوسط قطر کانوپی Average of canopy diameter (meter)	4.89	1.01	2.68	0.81	30.06
8	حجم کانوپی Canopy volume (m^3)	61.39	1.62	15.50	12.50	80.67
9	مساحت سطح کانوپی Canopy surface area (m^2)	83.81	9.65	30.61	15.73	51.37
10	قطر تنه Trunk diameter (cm)	38.45	8.31	16.64	5.35	32.15
11	مساحت مقطع عرضی تنه Trunk cross section area (cm^2)	1161.25	54.21	239.43	186.35	77.83
12	طول میان‌گره Length of internodes (cm)	2.16	1.05	1.53	0.23	15.06

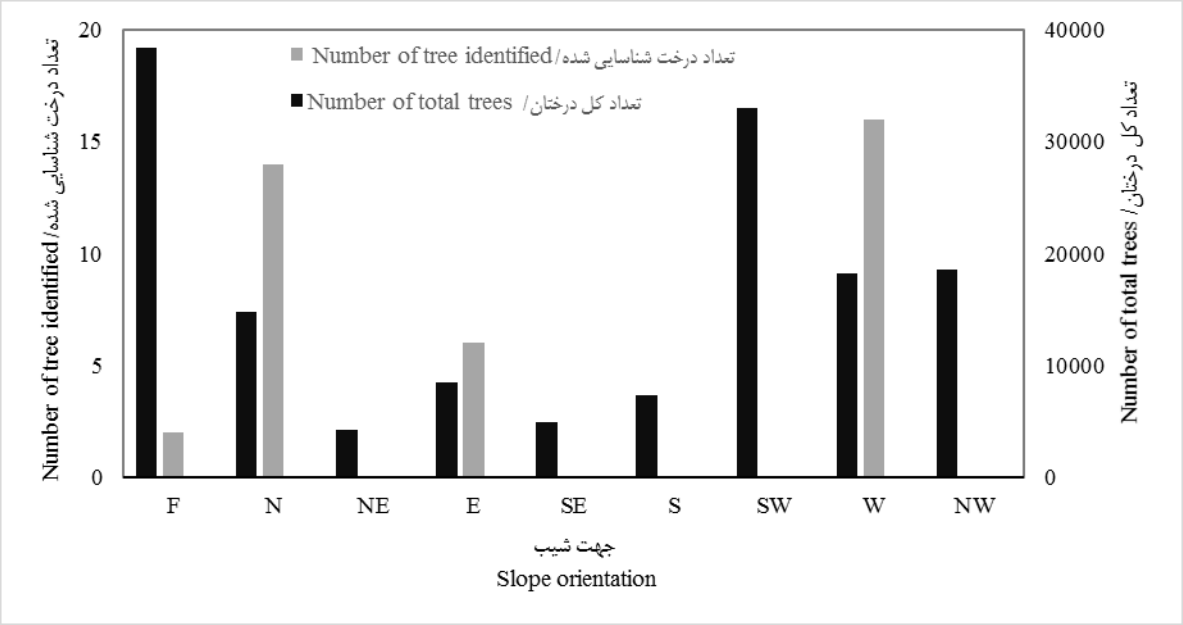
جدول ۴- تعداد کل درختان زیتون ارزیابی شده و متحمل به سرما در ۱۳۹۵ در مناطق شرقی استان گلستان در ارتفاعات مختلف

Table 4. Number of total trees assessed and cold tolerant olive trees in 2016 in the Eastern region of Golestan province at different elevations

ارتفاع Elevation (m)	تعداد درخت متحمل به سرما شناسایی شده Number of tolerant trees	تعداد کل درختان ارزیابی شده Total number of trees evaluated
0-100	2	27961
100-200	21	51091
200-300	6	41740
300-400	7	16723
400-500	2	7328
500-600	0	3221

تعداد کل درختان ارزیابی شده در شیب‌های مختلف همراه با تعداد درخت متحمل به سرما شناسایی شده در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین تعداد درخت (۳۸۴۲۴ اصله) در بخش مسطح و کمترین تعداد مربوط به شیب شمال شرقی با ۴۲۱۰ اصله درخت می‌باشد. تعداد درخت متحمل به سرمای شناسایی شده در شیب‌های شمالی، غربی و شرقی به ترتیب ۱۴، ۱۶ و ۶ اصله درخت را شامل می‌شود و بطور کلی ۹۵ درصد کل درختان متحمل به سرما را شامل شد و ۵ درصد باقیمانده مربوط به اراضی مسطح بود. با این وجود در شیب‌های شمال شرقی، جنوب شرقی، شمال غربی، جنوب و جنوب غربی که نزدیک به ۴۶ درصد کل درختان ارزیابی شده را به خود

اختصاص دادند، درخت متحمل به سرما یافت نشد. شیب زمین از صفر تا ۵۶/۸ درصد در شیب غربی منطقه چراغ‌تپه مینودشت متفاوت بود. بطور کلی متوسط شیب باغات ۲۸/۲۲ درصد بود و ۹۵ درصد کل درختان شناسایی شده در مناطق شیبدار قرار داشتند. شاخص تنوع برای این صفت ۴۵/۸۹ درصد برآورد شد.



شکل ۱- تعداد کل درختان ارزیابی شده در جهات مختلف جغرافیایی و درختان شناسایی شده در هر جهت شیب

Figure 1- Number of total trees assessed in different geographical directions and number of trees identified in each direction (F=مسطح/Flat, N=شمال/North, NE=شمال شرق /Northeast, E=شرق /East, SE=جنوب شرق/Southeast, S=جنوب/South, SW= جنوب غرب/Southwest, W=غرب/West, NW= Northwest/شمال غرب)

درختان واقع در دامنه‌های جنوبی و غربی در اثر تنش یخزدگی آسیب کمتری می بینند (۳۷) زیرا خاک این دامنه‌ها گرمای تابشی بیشتری جذب می‌کند و محیط اطراف درختان را گرم‌تر نگه می‌دارد، با این حال به دلیل افزایش تابش آفتاب به یخ زدگی دیرس بهاره حساس‌تر هستند. مقایسه صفات جدول (۱) نشان داد برخی از درختان شناسایی شده در شیب‌های مختلف شبیه به هم هستند، همانند دو اصله درخت موجود در اراضی مسطح (شکل ۱) با وجود اختلاف ارتفاع مکانی، در دامنه‌های شمالی و غربی هم یافت شدند، اما در دامنه جنوبی درختی یافت نشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این درختان بایستی از نظر ژنتیکی تفاوت‌هایی نسبت به سایر درختان زیتون در این منطقه داشته باشند. اگرچه مقاوم شدن به سرما توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود (۴۸) با این حال، پیام‌های محیطی با تغییر فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، مانند تبدیل نشاسته به قندهای محلول، عامل القاء تحمل بیشتر است (۴، ۳۰ و ۳۵). در یک گونه خاص، مقاومت به سرما یک صفت با سازگاری خوب بین تغییرات تابستان و زمستان، همچنین صفتی تغییر پذیر با تنوع بین مناطق است (۹). اسنایدر و د ملو- ابرئو (۴۴) در شرایط اقلیمی و توپوگرافی مشابه، تنها توضیح احتمالی اختلاف در بروز علائم تنش یخزدگی در یک رقم را نوع خاک، پوشش زمین، محتوای آب خالص و غلظت باکتری‌های مولد هسته یخ بیان کردند.

ارزیابی عملکرد تک درختان متحمل به سرما

اطلاعات مربوط به میزان محصول درختان متحمل به سرما در سال ۱۳۹۵ از طریق پرسش از باغداران و تخمین محصول تا حد امکان جمع آوری گردید. تعداد ۶ اصله درخت تولید میوه نداشتند در حالیکه در ۳۲ اصله از درختان بین ۲ تا ۶۰ کیلوگرم میوه زیتون برداشت شد. از این تعداد در ۷ درخت کمتر از ۱۰ کیلوگرم در هر درخت میوه برداشت شد. با این حال در ۱۷ درخت بین ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم و در ۸ درخت بین ۲۰ تا ۶۰ کیلوگرم برداشت میوه گزارش شد. مطالعه تشکیل گل در بهار سال ۱۳۹۶ نشان داد به جز ۱۰ درخت که گلدهی نشان ندادند در ۲۸ درخت باقیمانده تشکیل گل آذین و مرحله تمام گل مشاهده گردید؛ با این وجود به علت تنش گرمای شدید در ۲۱ اردیبهشت سال ۱۳۹۶ با افزایش ناگهانی دما به ۳۹/۳ درجه سانتی‌گراد تنها در ۱۶ درخت میوه تشکیل شد. تحمل

درختان به سرما علاوه بر خصوصیات ژنتیکی رقم، به شرایط آب و هوایی و شیوه‌های مدیریت عملیات باغبانی نیز بستگی دارد (۴). با توجه به دیم بودن باغات زیتون در منطقه در باغ‌هایی که درختان متحمل به سرما شناسایی شد تفاوتی از نظر مدیریت عملیات باغی مانند هرس، تغذیه، مدیریت بستر باغ مشاهده نشد. از آنجائیکه زمان وقوع سرما بعد از برداشت میوه زیتون در آذر ماه بود بین ردیف ها و کف درختان عاری از هر گونه پوشش گیاهی و مالچ طبیعی بود. پوشش گیاهی خطر یخزدگی را همانند سایر مالچها افزایش می‌دهد (۴۴) زیرا گرمای کمتری در روز توسط خاک جذب و در طی شب آزاد می‌شود. بنابراین درختان گزینش شده نسبت به سایر درختان که علائم تنش یخ زدگی را نشان داده بودند، از نظر مدیریت عملیاتی باغبانی تفاوتی نداشتند. درختان آسیب دیده با سایر تنش‌های محیطی نسبت به درختان بدون تنش به علت سطح پایین قندها علائم تنش سرما را سریع‌تر بروز می‌دهند. همچنین محصول زیاد درخت بدون توجه به تاریخ برداشت به علت کاهش ذخایر قندی، مقاومت به سرما را کاهش می‌دهد (۱۳). مطالعه گولن و همکاران (۲۱) نشان داد افزایش سطح قندهای محلول و فسفولیپیدها در توانایی ایستادگی رقم‌های زیتون در برابر سرما نقش مهمی دارد. بررسی کایا و همکاران (۲۵) بر روی انگور نشان داد کانوپی فشرده و روش‌های مدیریتی ضعیف مانند هرس تابستانه و شرایط رشدی نامناسب باعث کاهش مقاومت به سرما می‌شود. با توجه به موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت، انتخاب درخت متحمل به سرما کاری مشکل و پیچیده است و به سادگی نمی‌توان یک درخت را متحمل یا مقاوم به سرما معرفی کرد.

ارزیابی مورفولوژیک تک درختان متحمل به سرما

ارتفاع درختان شناسایی شده از دو متر در ژنوتیپ CTO-35 تا ۶/۰۵ متر در ژنوتیپ CTO-29 متفاوت بود. متوسط ارتفاع درختان شناسایی شده ۴/۰۱ متر برآورد شد (جدول ۳). از نظر ارتفاع کانوپی کمترین ارتفاع مربوط به ژنوتیپ CTO-37 و بیشترین ارتفاع کانوپی مربوط به CTO-29 بود. متوسط ارتفاع کانوپی ۳/۴۷ متر محاسبه شد. بیشترین میانگین قطر کانوپی ۴/۸۹ متر در CTO-14 و کمترین قطر مربوط به CTO-13، ۱/۰۱ متر محاسبه شد. در حالت کلی میانگین قطر کانوپی در کلیه ژنوتیپ‌ها ۲/۶۸ متر گزارش شد. بیشترین و کمترین حجم و سطح کانوپی به ترتیب در CTO-29 و CTO-13 محاسبه شد. همچنین از نظر صفات قطر تنه و مساحت مقطع عرضی تنه، ژنوتیپ CTO-29 بیشترین و CTO-9 کمتر مقدار را به خود اختصاص دادند.

تغییرات طول میان‌گره بین ۱/۰۵ سانتی‌متر در CTO-20 تا ۲/۱۶ سانتی‌متر در CTO-49 متفاوت می‌باشد. با توجه به گروه‌بندی طول میان‌گره در ارقام زیتون (۱۲) و تغییرات طول میان‌گره، همچنین متوسط طول میان‌گره در درختان گزینش شده (۱/۵۳ سانتی‌متر) طول میان‌گره در طبقه متوسط ۳-۱ سانتی‌متر قرار می‌گیرند. شاخص تنوع صفت ۱۵/۰۶درصد گزارش شد. نتایج گروه بندی درختان گزینش شده نسبت به صفت عادت رشد نشان داد ۹۷ درصد درختان دارای عادت رشد گسترده یا پهن می‌باشند و تنها CTO-9 عادت رشد عمودی یا ایستاده دارد. ریزش برگ یکی از نشانه‌های مهم تنش یخزدگی می‌باشد. مطالعه درختان گزینش شده نشان داد تعداد ۳۳ درخت (۸۶ درصد) علائمی از ریزش برگ نشان ندادند و تنها در ۵ درخت کمتر از ۵۰ درصد ریزش برگ مشاهده شد. ترکیدگی پوست بر روی شاخه‌های یکساله در درختان گزینش شده، مشاهده نشد.

ساختار کانوپی احتمال و شدت یخزدگی را افزایش یا کاهش می‌دهد (۱۰). این اتفاق از طریق ساختار آرایشی شاخساره، ارتفاع کانوپی، تراکم و نفوذپذیری تنظیم می‌شود (۴۵). ارتفاع و حجم کانوپی پیش‌بینی کننده پتانسیل رشد گیاه است. رشد زیاد درختان به عنوان یک صفت منفی در مناطقی که خطر سرمای زودرس پاییزه وجود دارد به حساب می آید (۱۵). این صفات علاوه بر ژنتیکی بودن تحت تاثیر خصوصیات خاک و دسترسی درختان به عناصر غذایی مانند نیتروژن و پتاسیم دارد (۳۳). بجز در درختان شناسایی شده سایر درختان زیتون از نظر رشد رویشی در شرایط نرمال نبودند، بنابراین امکان مقایسه رشد رویشی در سال بعد از تنش سرما وجود نداشت. با این حال، میزان رشد رویشی سالانه (اطلاعات نشان داده نشده است) درختان گزینش شده بین ۳/۶ تا ۲۸/۶ متر متغیر و بطور میانگین ۱۰/۱۵ سانتی‌متر در سال ۱۳۹۶ بود. بنابراین به نظر می‌رسد درختان با رشد رویشی کمتر در مقایسه با درختانی که رشد رویشی بیشتری دارند به سرما متحمل‌تر می‌باشند.

تراکم کانوپی نشان‌دهنده فشردگی کانوپی است و با طول میان‌گره، قدرت رشد شاخساره و اندازه برگ‌ها مرتبط می‌باشد. نتایج این صفت بیانگر این بود همه درختان گزینش شده دارای تراکم متوسط می‌باشند. در این حالت فاصله میان‌گره‌ها سبب می‌شود فضای داخلی کانوپی بصورت سایه روشن مشاهده شود (۱۲). موافق با نتایج این پژوهش، کانوپی‌های متراکم به طور غیرمستقیم به علت کاهش فتوسنتز و در نتیجه تجمع پایین قند در کانوپی، باعث افزایش حساسیت به تنش یخزدگی می‌شوند (۴۴). در نتیجه، با تربیت درختان با کانوپی متراکم به فرم عادت رشد گسترده و افزایش نفوذپذیری نور به درون کانوپی تحمل درخت به سرما افزایش می‌یابد. در شرایطی که درختان با کمبود پتاسیم مواجه باشند، طول میان‌گره و همچنین رشد شاخساره با وجود تعداد طبیعی گره کاهش می‌یابد و مقاومت درخت به سرما، خشکی و بیماری‌ها کاهش می‌یابد (۲۴). لودلینی و همکاران (۲۸) در ارزیابی تحمل ۲۴ رقم مختلف زیتون در مناطق مرکزی ایتالیا نسبت به تنش یخ زدگی سال ۲۰۱۲ با مطالعه ریزش

برگ کانوپی و ترکیدگی پوست سه ماه بعد از وقوع تنش رقم‌های آسکولانا دورا و اوربتانا را به عنوان مقاومترین رقم به تنش یخ‌زدگی گزارش کردند. در مرکبات ریزش برگ چند روز بعد از تنش یخ زدگی نشان‌دهنده سالم بودن چوب، در حالی که ماندگاری برگ آسیب دیده بر روی شاخه‌ها، نشانه آسیب به چوب می‌باشد (۴۹).

نتیجه‌گیری کلی

تحمل به سرما صفتی است که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی فراوان قرار دارد. اگرچه درخت زیتون نسبت به سایر درختان میوه نیمه‌گرمسیری به سرما متحمل‌تر می‌باشد، با این حال برخی رقم‌ها نسبت به سایر ارقام به سرما تحمل بیشتری دارند. در سرمای آذرماه سال ۱۳۹۵ به ده‌ها هکتار از باغ‌های زیتون شرق استان گلستان خسارت جدی وارد شد، بطوریکه بسیاری از باغداران درختان خشکیده زیتون را از زمین خارج کرده و به سمت کشت جایگزین رفتند. در لابلای درختان آسیب‌دیده و تحت شرایط اقلیمی و باغی یکسان؛ تعداد ۳۸ تک درخت زیتون بعد از هفت ماه نسبت به سرما تحمل پایداری داشتند و هفتاد و چهار درصد از آن‌ها، سال ۱۳۹۶ مراحل ظهور گل، بویژه رشد و نمو طبیعی میوه را نشان دادند. در مطالعه رفتار گیاهان چوبی نسبت به دماهای پایین قدرت درخت، نوع رقم یا ژنوتیپ، میزان محصول، خصوصیات خاک و مدیریت عملیات باغی موثر می‌باشند، با این وجود برخی از درختان شناسایی شده در ارتفاع و دامنه‌های مختلف، ویژگی‌های ظاهری و رفتاری مشابه داشتند. در نتیجه، با تکثیر و تولید نهال از گیاهان مادری و اعمال تیمارهای یخ زدگی در شرایط کنترل شده بر روی اندام‌های مختلف گیاهی و نهال؛ همچنین احداث باغ زیتون در مکانی با خصوصیات آب و هوایی و خاکی یکسان، به همراه ارزیابی مولکولی این درختان، می‌توان امیدوار بود رقم‌های متحمل به سرما با عملکرد قابل قبول شناسایی و معرفی شوند.

سپاسگزاری

بخش عمده هزینه انجام این طرح از محل اعتبار طرح شماره ۷۱۰ پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری تامین شده است.

منابع

1- Alfei B., Cavezza G., Santinelli A., and Panelli G. 1999. Osservazioni sulcomportamento agronomico di alcune varietà autoctone ed alloctone di olivonelle Marche (Agronomic behaviour of native and non-native olive varieties of the Marche Region-Italy). In: Atti V Convegno Nazionale Biodiversità: Biodiversità e Sistemi Ecocompatibili, 9–10 Sept. 1999, Caserta, Italy.

2- Antognozzi E., Famiani F., Proietti P., Pannelli G., and Alfei B. 1994. Frost resistance of some olive cultivars during the winter, Acta Horticulturae, 356:152–155.

3- Antognozzi E., Pilli M., Proietti P., and Romani F. 1990. Analysis of some factors affecting frost resistance in olive trees. p. 4280. In: Proceedings 23rd International Horticultural Congress, Aug 30. 1990. Firenze, Italy.

4- Arias N.S., Bucci S.J., Scholz F.G., and Goldstein, G. 2015. Freezing avoidance by supercooling in *Olea europaea* cultivars: the role of apoplastic water solute content and cell wall rigidity, Plant, Cell & Environment, 38: 2061–2070.

5- Asadi-Sanam S., Pirdashti H., Hashempour A., Nematzadeh G.A., and Yaghoubian Y. 2014. The physiological and biochemical responses of eastern purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) to freezing stress, Russian Journal of Plant Physiology, 62: 515–523.

6- Auslander A., Nevo E., and Inbar M. 2002. The effects of slope orientation on plant growth, developmental instability and susceptibility to herbivores, Journal of Arid Environments, 55:405–416.

7- Azzarello E., Mugnai S., Pandolfi C., Masi E., Marone E., and Mancuso S. 2009. Comparing image (fractal analysis) and electrochemical (impedance spectroscopy and electrolyte leakage) techniques for the assessment of the freezing tolerance in olive, Structure and Function, 23:159–167.

8- Barranco D., Ruiz N., and Gomez-del Campo M. 2005. Frost tolerance of eight olive cultivars, HortScience, 40(3):558–560.

9- Bower A.D., and Aitken S.N. 2006. Geographic and seasonal variation in cold hardiness of whitebark pine, Canadian Journal of Forest Research, 36:1842–1850.

10- Charrier G., Ngao J., Saudreau M., and Ameglio T. 2015. Effects of environmental factors and management practices on microclimate, winter physiology, and frost resistance in trees, Frontiers in plant science, 6(259).

11- Chinnusamy V., Zhu J., and Zhu J.K. 2006. Gene regulation during cold acclimation in plants. Physiologia Plantarum, 126:52–61.

12- Cimato A., and Attilio C. 2008. Conservation, characterization, collection and utilization of the genetic resources in olive, Technical paper (CFC/IOOC/03).

13- Clements, J. 2014. Cold injury to fruit trees (well, with an emphasis on tender fruit), Ontario Fruit & Vegetable Conference, 19-20 Feb. 2014. Ontario, Canada.
14- Connor D.J., and Fereres E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive, Horticultural Reviews, 31:155–229.
15- Coopman R.E., Jara J.C., Escobar R., Corcuera L. J., and Bravo L. A. 2010. Genotypic variation in morphology and freezing resistance of Eucalyptus globulus seedlings subjected to drought hardening in nursery, Electronic Journal of Biotechnology, 13(1): 5-6.
16- D'Angeli S. and Altamura M.M. 2007. Osmotin induces cold protection in olive trees by affecting programmed cell death and cytoskeleton organization, Planta, 225: 1147–1163.
17- Denney J.O., Martin G.C., Kammereck R., Ketchie D.O., Connell J.H., Krueger W.H., Osgood J.W., Sibbett G.S., and Nour G.A. 1993. Some olives show damage; many, coldhardiness, California Agriculture, 47:2–12.
18- Fiorino P., and Mancuso S. 2000. Differential thermal analysis, deep supercooling and cell viability in organs of *Olea europaea* at subzero temperatures, Advances in Horticultural Science, 19:23–27.
19- Gomez-del-Campo M., and Barranco D. 2005. Field evaluation of frost tolerance in 10 olive cultivars, Plant Genetic Resources, 3:385-390.
20- Guerriero R., Vitagliano C., Bartolini S., and Andreoni N. 1988. La selezione clonale della cultivar “Leccino”: osservazioni su 31 presunti cloni nel campo di comparazione della Maremma Toscana, Atti del Convegno Olive da Tavola, Ascoli Piceno.
21- Gulen H., Cansev A., and Eris A. 2009. Cold hardiness of olive (*Olea europaea* L.) cultivars in cold-acclimated and non-acclimated stages: seasonal alteration of soluble sugars and phospholipids, Journal of Agricultural Science, 147:459–467.
22- Hashempour A., Ghasemnezhad M., Fotouhi Ghazvini R. and Sohani M.M. 2014. The physiological and biochemical responses to freezing stress of olive plants treated with salicylic acid, Russian Journal of Plant Physiology, 61: 443–450.
23- Hashempour A., Ghasemnezhad M., Sohani M.M., Fotouhi Ghazvini R. and Abedi A. 2019. Effects of Freezing Stress on the Expression of Fatty Acid Desaturase (FAD2, FAD6 and FAD7) and Beta-Glucosidase (BGLC) Genes in Tolerant and Sensitive Olive Cultivars, Russian Journal of Plant Physiology, 1-9.
24- Kailis S., and Harris D. 2007. Producing Table Olives, Landlinks press, Collingwood.
25- Kaya O., and Kose S. 2017. Determination of resistance to low temperatures of winter buds on lateral shoot present in Karaerik (*Vitis vinifera* L.) grape, Acta Physiol Plant, 39:209.
26- La Porta N., Zacchini M., Bartolini S., Viti R., and Roselli G. 1994. The frost hardiness of some clones of olive cv. Leccino, Journal of Horticultural Science, 69(3):433–435.
27- Larcher W. 1970. Okophysiologie der Pflanzen, Oecologia Plantarum, 5:267–286.
28- Lodolini E.M., Alfei B., Santinelli A., Cioccolanti T., Polverigiani S., and Neri D. 2016. Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetativere-sprouting as indication of recovery ability, Scientia Horticulturae, 211:152–157.
29- Mancuso S. 2000. Electrical resistance changes during exposure to low temperature measure chilling in freezing tolerance in olive tree (*Olea europaea* L.) plants, Plant, Cell and Environment, 23:291–299.
30- Morin X., Ameglio T., Ahas R., Kurz-besson C., Lanta V., Lebourgeois F., Miglietta F., and Chuine I. 2007. Variation in cold hardiness and carbohydrate concentration from dormancy induction to bud burst among provenances of three European oak species, Tree Physiology, 27: 817–825.
31- Morris R., and Crites A.M. 2007. Freeze damage to plants in lower elevations of Southern Nevada, Nevada Cooperative Extension, 1-10.
32- Mousavi S., Arzani K., Hosseini-Mazinani M., and Yadollahi A. 2015. Responses of Commercial Olive Cultivars (*Olea europaea* L.) to Cold Stress Using Electrolyte Leakage Method and Measuring Total Soluble Carbohydrate, Journal of Crop Production and Processing, 5(16) :85-95. (in Persian).
33- Noori O., Arzani K., Moameni A., and Taheri M. 2015. Vegetative growth and fruit set of olive (Olea europaea L. cv. ‘Zard’) in response to some soil and plant factors, Journal of Central European Agriculture, 16(3).
34- Palliotti A., and Bongi G. 1996. Freezing injury in the olive leaf and effects of mefluidide treatment, Journal of the American Society for Horticultural Science, 71:57-63.
35- Poirier M., Lacointe A., and Ameglio T. 2010. A semi-physiological model of cold hardening and dehardening in walnut stem, Tree Physiology, 30:1555–1569.
36- Rahemi M., Yazdani F., and Sedaghat S. 2016. Evaluation of freezing tolerance in olive cultivars by stomatal density and freezing stress, International Journal of Horticultural Science and Technology, 3(2):145-153.
37- Reddick, L. 2009. Identification and prevention of frost or freeze damage, Arizona Cooperative extension, 1-6. Available at https://cals.arizona.edu/mohave/ master_gardeners /kingman/articles/frostorfreeze.pdf (visited 5 May 2018).
38- Roselli G., and Venora G. 1990. Relationship between stomatal size and winter hardiness in the olive, Acta Horticulturae, 286:89–92.

39- Roselli G., Benelli G., and Morelli D. 1989. Relationship between stomatal density and winter hardiness in olive (*Olea europaea* L.), Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 64:199–203.
40- Roselli G., La Porta N., and Morelli D. 1992. Valutazioni del germoplasma di olivo per la tolleranza a stress da freddo Atti Convegno Germoplasma Frutticolo, Alghero, Italy.
41- Ruiz N., Barranco D., and Rapoport H.F. 2006. Anatomical response of olive (*Olea europaea* L.) to freezing temperatures, Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81(5):783–790.
42- Schreiber S.G., Hamann A., Hacke U.G., and Thomas B.R. 2013. Sixteen years of winter stress: an assessment of cold hardiness, growth performance and survival of hybrid poplar clones at a boreal planting site, Plant, Cell and Environment, 36:419-429.
43- Simkeshzadeh N., Mobli M., Etemadi N., and Bani Nasab B. 2011. Evaluation of cold tolerance in some olive cultivars by measuring chlorophyll fluorescence and morphological injuries, Journal of Horticultural Science, 24(2):163-169. (in Persian).
44- Snyder R.L., and de Melo-Abreu J.P. 2005. Frost Protection: fundamentals, practice and economics, Vol. 1, Environmental and Natural Resouces Series, FAO, Rome.
45- Stephan J. M., Teeny P. W., Vessella F., and Schirone B. 2018. Oak morphological traits: between taxa and environmental variability, Flora, 243:32-44.
46- Synoptic station in Minudasht. 2017. Statistics, Minudasht, Iran.
47- Wisniewski M., Carole B., and Gusta L.V. 2003. An overview of cold hardiness in woody plants: seeing the forest through the trees, Hortscience, 38:952–959.
48- Xin Z., and Browse J. 2000. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures, Plant, Cell & Environment, 23:893–902.
49- Zekri M., Oswalt C., Futch S. and Hurner L. 2016. Freeze damage symptoms and recovery for citrus, Citrus Industry (December), 18-21.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 287-299
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۹۹-۲۸۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Morphological Evaluation and Selection of Tolerant Trees to Freezing Stress at the Olive Orchards in Golestan Province

I. Karamatlou[1]- S. Navabpour[2*]- Kh. Zainilnejad[3]- E. Tavakol[4]- M. Hosseini Mazinani[5]

Received: 28-07-2018
Accepted: 03-07-2019

Introduction: Low temperature is one of the major abiotic stresses which can cause a significant reduction in olive growth and productivity mainly at late autumn, winter and early spring. Although olive is moderately freezing tolerant, temperatures below a certain threshold -7°C can damage the plant, while at -12°C damage may be serious enough to threaten the life of the tree. Different cultivars of olives have diverse reactions to cold stress and so, the selection of cold resistant cultivars is the most effective method to avoid frost damages. First step to achieve this goal, is identifying tolerant cultivar and genotypes in olive area growing. Due to extensive and high freezing damage in November 2016, the objective of the present study was to evaluate morphological characteristics and selection of individual cold tolerant trees.

Materials and Methods: The present study was carried out in some cold tolerant olives after freezing event in December 2016 in eastern region of Golestan province of Iran. After freezing stress, healthy olive trees were identified in two major olive cultivation regions and then were evaluated in four stages. Thus, this study included: 1- meteorological data analysis, 2- evaluation of freezing stress symptoms in olive orchards and identification of single tolerant trees, 3-stugy of single tolerant cold trees in four stages. For each genotype, studies on morphological traits (tree age, location altitude, dip direction and its percentage, previous yield, tree height, canopy height, average of canopy diameter, canopy volume, canopy surface area, trunk perimeter, trunk diameter, trunk cross section area, length of internodes, growth habit, canopy density, canopy defoliation, bark split ranging, flowering and fruit set) based on CFC/IOOC/03 and Lodolini et al. (2016) results.

Results and Discussion: History of cold climate in the last two decades showed freezing event several times caused damage to olive orchards. The last freezing stress occurred with the entrance of the cold air to the Golestan province and a sudden drop in temperature to less than 0 degrees Celsius and stability of these conditions for 5-days in the late of November, 2016. The temperature dropped below 0°C began on November 23 and lasts for 4-days. However, the main damage to the olive orchards is on November 25, when temperature is -7°C. The minimum temperature recorded in the studied regions in November 25, Maravehtapeh, Gonbad, Kalaleh and Minoudasht are -14.2, -12.7, -12.3 and -8.5°C, respectively. Symptoms of freezing damage on olive tree can range from shoot tip burns and defoliation up to bark split on branches or trunk. After four stages visiting olive orchards, finally, from 118 primary individual trees, 38 trees were introduced for further evaluation. Location altitude (meters above sea level) of the individual trees were 107-387 in the CTO-39 and CTO-35 genotypes, respectively. Generally, 95% of all trees identified in sloping land orchards, and the percentage variation for this trait was 48. 52. Fruit production of selected olives before freezing event in 2016 showed except of six trees, 32 of olives was of 2-60 kg/tree. The height of tree were 2-6.05 in CTO-37 and CTO-49 genotypes, respectively. However, average of canopy diameter in all genotypes was 2.73. Also, trunk diameter (TD) and trunk cross section area (TCSA) were maximum in CTO-55 and minimum in CTO-9. However, the average of this trait was 16.60 cm. Variation between genotype in internode length changed between 1.05 in CTO-20 and 2.16 in the CTO-49. Reduction of internode spaces and shoot growth, even though the total node number is normal resistance of the olive tree to cold is reduced. Leaf defoliation is one of the most important symptoms of freezing event. The study of selected trees showed that 33 trees (86%) did not showed symptoms of leaf loss, and only five tree showed less than 50% leaf loss. Except for the CTO-54 genotype, which showed symptoms of bark splitting on one-year shoots, no evidence of bark splitting observed in other selected olives.

Conclusions: Although olive is the most cold-hardy of the subtropical fruit trees, some varieties can withstand low temperatures better than the other. Although temperatures at which olive trees can be damaged

1, 2 and 3- Ph.D student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran, Respectively
(*-Corresponding Author Email: s.navabpour@gau.ac.ir)
4- Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
5- Professor, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Tehran, Iran

vary, depending on climatic conditions, temperatures at or below -7°C are often critical. The most important symptoms were leaf defoliation, bark split, and limb dieback. Finally, because of different influence of environmental factor in different regions, evaluation of location, yield and morphological traits showed some of cold tolerant olive in different region had a similar behavior, thus by supplementary molecular studies, it can be hoped that among recognized trees, cold resistant cultivars with acceptable yields were introduced.

Keywords: Abiotic stress, Canopy density, Early cold, Growth habit

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 301-310
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۱۰-۳۰۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

واکنش چهار رقم گوجه‌فرنگی پاییزه به تاریخ‌های متفاوت انتقال نشاء در استان بوشهر

بهرام بهزادی[1*]- علی راحمی کاریزکی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱

چکیده

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تاریخ انتقال نشاء و رقم گوجه‌فرنگی، آزمایشی به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقات برازجان در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با تیمارهای تاریخ انتقال نشاء در چهار سطح (۱۵ شهریور، ۵ مهر، ۲۵ مهر و ۱۵ آبان) در کرت اصلی و تیمار رقم در چهار سطح شامل ارقام پتوپراید۲، پتوارلی سی اچ، کالجیN3 و کیمیا در کرت فرعی درچهار تکرار اجرا شد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد کل، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته، طول و قطر میوه، اسیدیته و درصد مواد جامد محلول بودند. پس از برداشت میوه در هر چین، صفات عملکرد میوه، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته اندازه‌گیری شد. برای تعیین طول و قطر میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول از هر کرت آزمایش، ۱۰ میوه به‌طور تصادفی انتخاب شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که اثر متقابل تاریخ انتقال نشاء با رقم بر صفات عملکرد میوه، عملکرد تک بوته، تعداد میوه در بوته، وزن میوه و قطر میوه در سطح یک درصد معنی دار بود. اثر سال بر عملکرد و اجزاء عملکرد معنی‌دار بود. در سال اول بیشترین مقدار عملکرد کل و عملکرد تک بوته ازتاریخ کاشت ۱۵ شهریور و رقم پتوپراید۲ و کمترین عملکرد از تاریخ کاشت آخر (۱۵ آبان) و رقم کیمیا به دست آمد. در سال دوم بیشترین مقدار عملکرد کل و تک بوته از تاریخ کاشت دوم (۵ مهر) و رقم کیمیا و کمترین مقدار از تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم پتوارلی سی اچ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: طول میوه، قطر میوه، کرتهای یک بار خرد شده، مواد جامد محلول

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) از سبزیجاتی است که بطور وسیعی در جهان کشت می‌شود (۲) و به عنوان دومین سبزی اقتصادی در جهان پس از سیب زمینی طبقه بندی می‌شود (۱۴). این گیاه یک سبزی با ارزش بالا است که بطور گسترده ای به صورت تازه مصرف و یا فرآوری شده مصرف شده و تقریبا در هر کشوری از جهان رشد می‌کند (۱۹).

در استان بوشهر اکثر سبزیجات به‌خصوص گوجه‌فرنگی به صورت زمستانه کشت می‌گردند، به‌طوریکه در بخش‌هایی از استان از اوایل دی‌ماه یا کمی زودتر این محصول به بازار عرضه می‌شود. به دلیل تولید خارج از فصل، گوجه‌فرنگی از اهمیت اقتصادی بالایی در استان بوشهر برخوردار است و بیشترین سطح زیر کشت در بین محصولات سبزی و صیفی را در استان دارا می‌باشد. در سالهای اخیر سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی خارج از فصل در استان بوشهر به ۱۲۵۰۰ هکتار رسیده است. متوسط عملکرد میوه در حدود ۴۰ تن در هکتار می‌باشد. تاریخ کاشت و ارقام مناسب از جمله موارد مدیریت مزرعه هستند که در افزایش عملکرد موثر هستند. هدف از تاریخ کاشت یافتن زمان کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است به‌طوری که مجموعه عوامل محیطی در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقاء گیاهچه مناسب باشد و ضمن این که گیاه حتی‌الامکان در هر مرحله از رشد با شرایط مطلوب خود روبرو می‌گردد با شرایط نامساعد محیطی نیز برخورد نکند (۱۶). بهترین تاریخ انتقال نشاء منجر به دستیابی به عملکرد بهتر در مقایسه با سایر تاریخ های کاشت نشاء می‌گردد. انتخاب ارقام مناسب از نظر سازگاری با منطقه و پرمحصولی و زودرسی می‌تواند جوابگوی نیازها و خواسته های کشاورزان استان باشد. در یک مطالعه با بررسی اثر روش و تاریخ کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط

۱- محقق، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: b.behzadi@areeo.ac.ir)
۲- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.75620

آب و هوایی منطقه مشهد گزارش شد که تاریخ کاشت دوم (۱۵ اردیبهشت) در هر دو سال آزمایش عملکرد اولیه بیشتری نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت داشت در حالی که از نظر عملکرد کل در هر دو سال تفاوت معنی‌داری بین تاریخ‌های کاشت مشاهده نشد (۱۸). در یک پژوهش با بررسی اثر تاریخ‌های متفاوت انتقال نشاء بر عملکرد و کیفیت ۵ رقم گوجه‌فرنگی مشخص شد که تعداد میوه موثرترین جزء محصول بوده و میزان همبستگی آن با عملکرد بسیار معنی‌دار بود (۴). در پژوهشی دیگر با مقایسه عملکرد ۱۵ رقم و لاین گوجه‌فرنگی در بوشهر، لاین Sp-99 با عملکرد ۴۰/۱۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد را دارا بود (۱۷). برخی از محققین گزارش کردند که ارقامی که میوه‌های درشت‌تری داشتند، کمترین تعداد میوه در بوته را داشتند (۱۰ و ۲۱). دو محقق با بررسی اثرتاریخ کاشت بر روی عملکرد و ویژگی‌های اجزاء عملکرد گوجه‌فرنگی رقم Pusa Ruby گزارش نمودند که انتقال نشاء در تاریخ ۱۳ فوریه درصد تشکیل میوه، تعداد میوه در بوته بیشتری نسبت به تاریخ‌های دیگر داشت. اما انتقال نشاء در ۵ مارس سبب افزایش وزن تک میوه، قطر میوه و عملکرد شد، همچنین با انتقال نشاء در ۲۵ مارس تعداد روزهای کاشت تا برداشت کاهش یافت (۲۳). در بررسی دیگری با سه تاریخ کاشت(اول، پانزدهم و سی‌ام اکتبر) و پنج ژنوتیپ گوجه‌فرنگی گزارش شد که بیشترین عملکرد میوه، قطر و وزن میوه از تاریخ کاشت زودتر به‌دست آمد (۸). تعدادی از محققان با بررسی واکنش گوجه‌فرنگی به زمان انتقال نشاء روی عملکرد میوه و خصوصیات زراعی ارقام گزارش کردند که تاریخ انتقال نشاء اثر بسیار معنی‌داری بر تعداد روزها تا شروع گلدهی، رسیدگی محصول، تعداد شاخه در بوته، قطر میوه،تعداد میوه در بوته و عملکرد میوه داشت، انتقال زودهنگام نشاء دوره برداشت را افزایش داد، در حالی که تاریخ کاشت دیر به‌طور معنی‌داری روی گلدهی موثر بود و بوته‌ها زودتر به گل رفتند (۳، ۹ و ۲۲).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ به صورت کرتهای یک بار خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات برازجان استان بوشهر با مختصات طول جغرافیایی۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض ۲۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۱۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه حدود ۳۰۰-۲۵۰ میلی‌متر به اجرا در آمد. در این مطالعه تاریخ‌های انتقال نشاء در چهار سطح شامل (۱۵شهریور، ۵ مهر، ۲۵ مهر و ۱۵ آبان) به عنوان عامل اصلی و ارقام در چهار سطح (کیمیا، کالجی N3 ،پتو ارلی سی اچ و پتوپراید ۲) به عنوان عامل فرعی در آزمایش بودند. ضریب هدایت الکتریکی آب و خاک مزرعه به ترتیب۳۶۰۰ و ۴۰۰۰ دسی زیمنس بر متر و مقادیر شن، رس، سیلت و کربن آلی خاک به ترتیب ۵۶، ۱۲ و ۳۲ درصد بود. خاک مزرعه دارای بافت لومی بود.

فاصله بین ردیف‌های کاشت ۱۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۴ متر بود. قبل از کاشت در فصل تابستان عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق، دیسک، ماله و کودپاشی در زمان مناسب انجام شد. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک تعیین شد. کودهای فسفره، پتاسه، کم‌مصرف و یک‌سوم کودهای نیتروژنه و سکوسترون آهن همراه با کود حیوانی پوسیده شده قبل از استقرار لوله‌های تیپ مصرف و با خاک مخلوط شد. یک‌سوم کودهای نیتروژنه و سکوسترون آهن در هنگام گلدهی و یک‌سوم باقی مانده در زمان شروع میوه‌دهی داده شد. کودهای مصرفی شامل نیتروژن از منبع اوره (۴۰۰ کیلوگرم در هکتار)، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کودهای میکرو شامل سولفات روی و منگنز (هر کدام ۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات مس (۱۰ کیلوگرم در هکتار)، سکوسترون آهن (۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۵ تن در هکتار کود دامی پوسیده شده طبق آزمون خاک و توصیه کارشناس تغذیه محاسبه و مصرف شد. نوار آبده آبیاری مدل سی پلاست ساخت کشور ایتالیا و با فاصله خروجی روزنه‌های ۲۰ سانتیمتر بود. کشت نشاءها در دو طرف نوار آبده انجام شد. تاریخ تهیه خزانه برای هر تاریخ انتقال نشاء حدود ۴۵ روز قبل از هر تاریخ کاشت بود. نشاءها در سینی‌های کشت یونولیتی در گلخانه تهیه شدند. آبیاری با توجه به نوع تیمار، شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه انجام شد. صفات مورد بررسی شامل عملکرد کل، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته، طول و قطر میوه، اسیدیته و درصد مواد جامد محلول بودند. پس از برداشت میوه در هر چین عملکرد میوه، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک‌بوته محاسبه و اندازه‌گیری شد. برای تعیین طول و قطر میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول از هر کرت آزمایش، ۱۰ میوه به‌طور تصادفی انتخاب شد. طول و قطر میوه با دقت سانتی‌متر با کولیس دیجیتال مدل دیجیتال کاپیلار ساخت کشور چین اندازه گیری شد. به‌منظور تعیین اسیدیته و مواد جامد محلول عصاره تهیه شد. عصاره تهیه شده در مجاورت سود ۰/۱ نرمال با فنل فتالئین تیتر شد و اسید غالب گوجه‌فرنگی که اسید سیتریک است، محاسبه شد. مواد جامد محلول به وسیله دستگاه رفراکتومتر دیجیتال شرکت ATAGO مدل PAL-3 ساخت کشور ژاپن اندازه گیری شد (۱۵). بعد از برداشت میوه در هر چین، صفات تعداد میوه در بوته، عملکرد تک بوته، وزن میوه محاسبه و اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده های دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال بر صفات عملکرد کل، تعداد میوه در بوته، وزن میوه، عملکرد تک بوته، طول میوه، اسیدیته تیتر شده در سطح یک درصد معنی دار بود. تاریخ‌های مختلف انتقال نشاء بر روی تمام صفات اثر معنی دار در سطح یک درصد داشتند. بیشترین عملکرد میوه، تعداد میوه در بوته و قطر میوه از تاریخ کاشت اول و کمترین مقادیر از تاریخ کاشت آخر به دست آمد. اثر ارقام گوجه‌فرنگی به جز بر اسیدیته قابل تیتراسیون (سطح پنج درصد) برای بقیه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش تاریخ کاشت با رقم تنها بر روی صفات طول میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته تیتر شده معنی‌دار نبود (جدول ۱).

عملکرد کل و عملکرد تک‌بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که برهمکنش تاریخ‌های انتقال نشاء و ارقام بر عملکرد کل در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول بیشترین مقدار عملکرد از تاریخ کاشت ۱۵ شهریور و رقم پتوپرایدا۲ به میزان ۵۹/۳۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد از تاریخ کاشت آخر (۱۵ آبان) و رقم کیمیا به میزان ۱۶/۴۱ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ بیشترین مقدار عملکرد از تاریخ کاشت دوم (۵ مهر) و رقم کیمیا به میزان ۵۴/۴۰ تن در هکتار و کمترین عملکرد از تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم پتوارلی سی اچ در تاریخ کاشت ۱۵ آبان به میزان ۱۱/۵۴ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که برهمکنش تاریخ‌های انتقال نشاء و ارقام بر عملکرد تک بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد تک بوته در سال اول ازتاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) و رقم پتوپرایدا۲ به میزان ۲۰۷۷ گرم میوه در بوته و کمترین عملکرد از تاریخ کاشت آخر (۱۵ آبان) و رقم کیمیا به میزان ۵۷۴ گرم میوه در بوته به دست آمد (جدول ۲). در سال دوم بیشترین مقدار عملکرد تک بوته از تاریخ کاشت دوم(۵ مهر) و رقم کیمیا به میزان ۳۴۰۰ گرم میوه در بوته و کمترین عملکرد از تاریخ کاشت ۱۵ آبان و رقم پتوارلی سی اچ به میزان ۷۲۱ گرم میوه در بوته به دست آمد (جدول ۳). در سال اول عملکرد کل با تأخیر در کاشت در حدود ۷۲ درصد و در سال دوم در حدود ۷۹ درصد کاهش یافت (جدول‌های ۲ و ۳). همان طور که مشاهده می‌شود با تأخیر در کاشت در سال اول عملکرد تک بوته در حدود ۷۲/۴ درصد و در سال دوم در حدود ۷۹ درصد کاهش یافت. به طور کلی در طی دو سال آزمایش با تأخیر در کاشت عملکرد تک بوته کاهش یافت. تاریخ های کاشت زودتر به دلیل اینکه گیاهان فرصت کافی برای تکمیل مرحله رویشی را دارند، در افزایش عملکرد تأثیر دارند (۶). نتایج به دست آمده مشابه با نتایج تعدادی از محققان است که همگی کاهش عملکرد میوه را با تأخیر در تاریخ انتقال نشاء گزارش کردند (۴، ۹، ۲۳ و ۲۴). تاریخ کاشت نقش تعیین کننده مهمی در تولید محصول دارد. این امر می‌تواند بر اساس این واقعیت باشد که گیاه زراعی در تاریخ کاشت زودتر از امتیاز استفاده از رطوبت خاک و مواد مغذی در طی فصل رشد طولانی‌تر برخوردار است که در نتیجه عملکرد بیشتری را تولید می‌کند (۱۲).

تعداد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که برهمکنش تاریخ‌های انتقال نشاء و ارقام بر تعداد میوه در بوته در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). در سال اول بیشترین تعداد میوه در بوته از رقم Cal J-N3 در تاریخ انتقال نشاء ۵ مهرماه با ۳۲/۹۷ عدد میوه در بوته به دست آمد. کمترین تعداد میوه در بوته از تاریخ کاشت آخر (۱۵ آبان) و رقم کیمیا با ۹/۷۶ عدد میوه به دست آمد (جدول ۲). در سال دوم برهمکنش تاریخ انتقال نشاء و ارقام روی تعداد میوه در بوته معنی دار نبود (جدول ۳). به‌طور کلی تیمارهایی با تاریخ های انتقال نشاء زودتر از نظر تعداد میوه در بوته برتری نشان دادند. نتایج به دست آمده با مطالعات مشابه یکسان است (۹ و ۲۳). به دست آمدن حداکثر تعداد میوه از تاریخ انتقال زود و حداقل تعداد از تاریخ انتقال دیر به دلیل دمای بالا می باشد. شروع رشد میوه گوجه‌فرنگی و تشکیل میوه به شرایط محیطی خیلی حساس است. بنابراین به آسانی قابل درک است که شرایط محیطی تعداد میوه در بوته را تنظیم می‌کند وقتی که دما به حد بهینه نزدیک بود تعداد میوه در بوته بیشتری تولید کرد و دماهای نامطلوب تعداد میوه در بوته را کاهش داد (۹). در تحقیقی، تنها ۵۰ درصد از گلها به میوه تبدیل شدند، بنابراین اندازه مخزن یک عامل محدود کننده تولید میوه در گوجه‌فرنگی می‌باشد (۱).

وزن میوه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که برهمکنش تاریخ‌های انتقال نشاء و ارقام روی وزن میوه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). در سال اول بیشترین وزن تک میوه از رقم کیمیا در تاریخ انتقال نشاء ۵ مهرماه به میزان ۱۳۰/۸ گرم و کمترین مقدار از رقم Cal J-N3 در تاریخ انتقال نشاء ۱۵ آبان به میزان ۶۱/۳۱ گرم به دست آمد (جدول ۲). در سال دوم برهمکنش تاریخ انتقال نشاء و ارقام روی وزن میوه معنی‌دار نبود (جدول ۳). به‌طور کلی تأخیر در کاشت باعث کاهش وزن میوه تمامی ارقام شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای برخی از صفات زراعی ارقام گوجه‌فرنگی در دو سال زراعی

Table1. Combined analysis of variance for some agronomic traits of tomato varieties in two cropping seasons

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of Squares							
		عملکرد میوه Fruit yield	عملکرد در بوته Mean yield per plant	تعداد میوه در بوته No. of fruit plant^{-1}	وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit lenghth	قطر میوه Fruit diameter	مواد جامد محلول کل Brix	اسیدیته تیتر شده Titrable Acidity
سال Year	1	2865.813**	5125057.010**	6915.321**	12741.268**	7.201**	0.485^{ns}	0.125^{ns}	0.191**
تکرار×سال Replication ×Year	6	60.179^{ns}	214776.954^{ns}	82.582^{ns}	169.173^{ns}	0.093^{ns}	0.094^{ns}	0.201^{ns}	0.002^{ns}
تاریخ انتقال نشاء Transplanting date(TD)	3	5713.009**	13611545.300**	2732.429**	16516.280**	8.625**	7.087**	11.082**	0.198**
سال× تاریخ انتقال نشاء Y× TD	3	1345.835**	4058674.890**	620.413**	5052.727**	0.303^{ns}	0.813*	1.824**	0.017**
خطای الف Error a	18	42.527	130413.798	112.807	226.162	0.281	0.220	0.214	0.002
رقم Cultivar	3	417.116**	960611.558**	402.384**	10461.253**	2.012**	9.139**	1.499**	0.005*
سال×رقم Year× Cultivar	3	113.798**	297164.911**	54.152^{ns}	1023.065**	0.322*	0.053^{ns}	0.177^{ns}	0.0003^{ns}
رقم× تاریخ انتقال نشاء Transplanting date× Cultivar	9	122.545**	297417.647**	89.015**	569.797**	0.179^{ns}	0.424**	0.079^{ns}	0.002^{ns}
تاریخ انتقال نشاء× سال× رقم Y×C×**TD**	9	89.739**	225712.064**	55.065*	412.665*	0.364**	0.359**	0.132^{ns}	0.003^{ns}
خطای ب Error b	72	20.552	47656.028	25.709	172.68	0.118	0.104	0.184	0.002
درصد ضریب تغییرات C.V. (%)		14.47	14.93	17.94	12.85	5.83	5.90	10.02	12.14

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

*,**and ns: significant at 5%, 1% and non significant, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد کل و برخی صفات زراعی گوجه‌فرنگی در اثر متقابل تاریخ های کاشت و ارقام در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸

Table2. Mean comparison of total yield and some agronomic traits for different Transplanting date and Cultivars in 2009-10 growing seasons

تاریخ انتقال نشاء و ارقام	عملکرد میوه	عملکرد در بوته	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	مواد جامد محلول کل	اسیدیته تیتر شده
Transplanting date and Cultivars	**Fruit yield (ton ha^{-1})**	**Mean yield per plant**	**No. of fruit plant^{-1}**	**Fruit weight (g)**	**Fruit Length (cm)**	**Fruit diameter (cm)**	**Brix (%)**	**Titrable Acidity (%)**
06 Sep × Petopride 2	59.35a	2077a	27.72b	100.6c	5.81bcd	5.85c	3.42g	0.23de
06 Sep × Peto Early CH	37.50e	1313e	15.98fg	90.78d	6ab	5.64c	3.37g	0.23de
06 Sep × Cal-J N3	43.55d	1524d	28.31b	77.14fg	6.09ab	4.90de	3.85ef	0.24de
06 Sep × Kimia	54.74ab	1916ab	30.08ab	113.1b	6.39a	6.28b	4.1e	0.25de
27 Sep × Petopride 2	53.96b	1889b	23.08cd	119b	5.87bc	5.75c	3.52fg	0.25de
27 Sep × Peto Early CH	46.69cd	1634cd	26.67bc	103c	6.13ab	5.52c	3.55fg	0.22e
27 Sep × Cal-J N3	46.20d	1617d	32.97a	87.22de	6.38a	5de	4e	0.25de
27 Sep × Kimia	51.60bc	1806bc	23.24cd	130.8a	6.36a	6.70a	4.25de	0.26d
17 Oct × Petopride 2	22.69gh	794gh	15.56fg	82.57ef	4.98ef	5.13d	4.17de	0.31c
17 Oct × Peto Early CH	25.58fg	895fg	18.69ef	75.25g	5.47d	4.78e	4.72abc	0.30c
17 Oct × Cal-J N3	20.05hi	702hi	15.35fg	84.43de	5.55cd	5.06de	4.72abc	0.30c
17 Oct × Kimia	26.93fg	934fg	13.50gh	101.3c	5.47d	5.79c	4.52cd	0.30c
06 Nov × Petopride 2	30.49f	1067f	22.13de	67.19h	4.62f	4.78de	4.67bc	0.39b
06 Nov × Peto Early CH	19.06hi	667hi	12.67gh	91.13d	5.05e	5.60c	4.95ab	0.44a
06 Nov × Cal-J N3	22.17gh	776gh	19.01def	61.31h	5.50cd	4.27f	5.12a	0.39b
06 Nov × Kimia	16.41i	574i	9.76h	89.38de	4.68f	5.63c	4.95ab	0.46a

در هر ستون هر یک از تیمارها، حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن است

In each column, each data followed by the same letters indicate no significant difference in the level of 5% by Duncan's multiple range test

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد کل و برخی صفات زراعی گوجه‌فرنگی در اثر متقابل تاریخ های کاشت و ارقام در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹.

Table3. Mean comparison of total yield and some agronomic traits for different Transplanting date and Cultivars in 2010-11 growing seasons

تاریخ انتقال نشاء و ارقام	عملکرد میوه	عملکرد در بوته	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	مواد جامد محلول کل	اسیدیته تیتر شده
Transplanting date and Cultivars	**Fruit yield (ton ha^{-1})**	**Mean yield per plant**	**No. of fruit plant^{-1}**	**Fruit weight (g)**	**Fruit Length (cm)**	**Fruit diameter (cm)**	**Brix (%)**	**Titrable Acidity (%)**
06 Sep × Petopride 2	13.98fgh	873fgh	56.80a	162.4ab	6.25c	5.89c	3.85c	0.35bcd
06 Sep × Peto Early CH	15.49fgh	968fgh	47.09bc	144.6bc	6.21cd	6.51b	3.85c	0.31cd
06 Sep × Cal-J N3	19.27fgh	1205efg	49.83ab	112.2de	6.86ab	5.44cde	4.30bc	0.31cd
06 Sep × Kimia	33.90c	2118c	44.07bcd	181.5a	6.24cd	7.07a	3.90c	0.38bc
27 Sep × Petopride 2	48.32b	3020b	40.85bcde	115.9d	6.09cde	5.78cd	3.77c	0.39b
27 Sep × Peto Early CH	43.15b	2697b	36.50de	118.9cd	6.20cd	5.81cd	4.20bc	0.38bc
27 Sep × Cal-J N3	43.47b	2717b	49.69ab	119.5d	7.20a	5.34de	4.22bc	0.34bcd
27 Sep × Kimia	54.40a	3400a	39.80cde	155.2b	6.60bc	6.64ab	3.95c	0.35bcd
17 Oct × Petopride 2	29.35cd	1835cd	39.76cde	87.68efg	6.14cd	5.23ef	3.60c	0.32bcd
17 Oct × Peto Early CH	24.83de	1552de	31.16efg	83.72fg	6.23cd	5.18ef	3.90c	0.29d
17 Oct × Cal-J N3	19.77ef	1236ef	33.83ef	74.92fgh	6.61bc	4.59gh	4.20bc	0.31bcd
17 Oct × Kimia	24.02de	1501de	25.92fg	147.9b	5.44f	5.18ef	3.87c	0.35bcd
06 Nov × Petopride 2	16.24fgh	1015fgh	23.01g	65.20gh	5.18def	4.80fg	4.95ab	0.47a
06 Nov × Peto Early CH	11.54h	721h	13.94h	72.70fgh	5.40f	5.40f	5.40f	0.48a
06 Nov × Cal-J N3	13.02gh	814gh	23.47g	53.88h	5.60ef	5.60ef	5.60ef	0.51a
06 Nov × Kimia	14.81fgh	926fgh	14.20h	97.21def	5.69def	5.69def	5.69def	0.51a

در هر ستون هر یک از تیمارها، حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن است

In each column, each data followed by the same letters indicate no significant difference in the level of 5% by Duncan's multiple range test

قطر میوه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که برهمکنش تاریخ‌های انتقال نشاء و ارقام روی قطر میوه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). در سال اول بیشترین قطر میوه از رقم کیمیا در تاریخ انتقال نشاء ۵ مهرماه با قطر ۶/۷۰ سانتی‌متر و کمترین مقدار از رقم Cal J-N3 در تاریخ انتقال نشاء ۱۵ آبان با قطر ۴/۲۷ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۲). در سال دوم بیشترین قطر از رقم کیمیا در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور به میزان ۷/۰۷ سانتی‌متر و کمترین میزان از رقم Cal J-N3 در تاریخ انتقال نشاء ۱۵ آبان به میزان ۴/۲۲ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳). به‌طور کلی تأخیر در کاشت موجب کاهش قطر میوه در تمامی ارقام شد. نتایج به دست آمده مشابه با نتایج تعدادی از محققان است که گزارش کردند با تأخیر در تاریخ کاشت، قطر میوه کاهش می‌یابد (۸). تشکیل میوه‌های درشت‌تر در تاریخ‌های کاشت زودتر ممکن است به دلیل شرایط آب و هوایی مطلوبتر در زمان تشکیل میوه باشد (۱۳).

نتیجه گیری

این مطالعه به‌طور کلی نشان داد که عملکرد میوه و سایر اجزاء عملکرد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار می‌گیرد. بطور کلی تأخیر در کاشت موجب کاهش عملکرد میوه، عملکرد تک بوته، وزن میوه و تعداد میوه در بوته می‌شود. عوامل محیطی مثل نور، دما، میزان co_2 و رطوبت از سالی به سال دیگر قابل تغییر هستند. این عوامل در گوجه‌فرنگی بر تعداد گل تشکیل شده در بوته، گرده‌افشانی آنها و درصد تشکیل میوه تأثیر می‌گذارد. همچنین پتانسیل ارقام نیز بر عملکرد و اجزاء آن اثر معنی‌دار داشته و ارقامی که میوه های درشت‌تری تولید نمودند کمترین تعداد میوه در بوته را داشتند. بنابراین می توان از اندازه مخزن به عنوان یکی از عوامل محدود کننده تولید میوه گوجه‌فرنگی نام برد. تفاوت‌های گوناگون در رشد و عملکرد ممکن است به تفاوت توزیع اکولوژیکی ارقام گوجه‌فرنگی و یا تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام کاشته شده در شرایط محیطی یکسان نسبت داده شود.

منابع

1- Adelana B. O. 1975. Effect of stalking on growth and yield of tomatoes. East African Agricultural and Forestry, 41(3):243-249.

2- Asgedom S., Struik P. C., Heuvelink E. and Araia W. 2011. Opportunities and constraints of tomato production in Eritrea. African Journal of Agricultural Research, 6(4): 956-967.

3- Bhardwaj R.K., Mehta BS. and Kohli UK. 1995. Effect of planting time and spacing on some indeterminate tomato cultivars in mid hills. Annals of Agricultural Research, 16(3): 396-398.

4- Emami A. 2014. Effect of transplanting dates on fruit yield and related quality traits of tomato genotypes (*Lycopersicun escutentum* Mill.). International Journal of Current Research and Academic Review. 2(8): 1-9.

5- Gorjian G. 1989. Results of tomato researchs in Bushehr Province. Final Report Project, Record Number: 1017657 of Seed and Plant Improvement Institute (SPII). (In Persian with English abstract).

6- Hamma I. L., Ibrahim U. and Haruna M. 2012. Effect of planting date and spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in Samaru area of Zaria in Nigeria. Nigerian Journal of Agriculture, Food and Environment. 8(1):63-66.

7- Hanareh M. and Hasani G. 2014. Effects of Transplanting Stage of Seedling and Planting Depth on Growth and Yield of Tomato cv. Petoearly CH.

8- Hossain M.F., Ara N., Islam M.R., Hossain J. and Akhter B. 2014. Effect of different sowing dates on yield of tomato genotypes. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology, 4(1), pp.40-43.

9- Islam Sh., Islam M.M., Abubakar Siddik., M., Afsana N., Rabin M.H., Delavar Hosein., M., Parvin S. 2017. Variation in Growth and Yield of Tomato at Different Transplanting Time. International Journal of Scientific and Research Publications, 7(2):142-145.

10- Jamwal R.S., Parkash S., Thakur, D.R. and Parkash S. 1995. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivars to planting date and spacing under alluvial sand deposits. Himachal Journal of Agricultural Research. 21: (2) 27-31.

11- Khajehpour M. R. 2000. Principles and foundations of agronomy. Esfahan Industrial university Press. 386 p. (In Persian).

12- Khan A., Najeeb U., Wang L., Tan D. K. Y., Yang G., Munsif F., Ali S. and Hafeez A. 2017. Planting density and sowing date strongly influence growth and lint yield of cotton crops. Field Crops Research, 209, 129-135.

13- Madhumathi C. and Sadarunnisa S. 2013. Effect of different transplanting dates and varieties on fruit quality and seed yield of tomato. Asian Journal of Horticulture, 8(1), 8-11.

14- Maerere A.P., Sibuga K.P., Mwajombe K.K. 2006. Baseline survey report of tomato production in Mvomero district-Morogoro region, Tanzania, Sokoine University of Agriculture Faculty of Agriculture, Morogoro, pp 1-31.

15- Mamnooei E. 2005. Effect of planting density on yield and quality of tomato cultivars under plastic cover in Jiroft. Research reports for Agricultural Research Center of Jiroft and Kahnooj seed and plant parts. 24 pp. (In Persian).
16- Mazaheri Tehrani M., Mortazavi A., Ziaolhagh H. and Ghandi A. 2007. Qualitative characteristics in tomato processing, Knowledge frontier Press. 253 p. (In Persian).
17- Mivechi Langaroodi H. 1998.Study on yield and quality of 15 tomato lines and cultivars in Bushehr Province. Research reports for Agricultural Research Center of Boushehr seed and plant department. (In Persian).
18- Mousavi M. J. 1996. Investigation of the effect of cultivation and date of planting on physiological characteristics and yield of tomato in Mashhad area. Thesis of M Sc. Mashhad University (In Persian).
19- Naika S., J. Juede M., Goffau M. H. and Van Dam B. 2005. Cultivation of tomato Production, processing and marketing. In: B. Van Dam (ed.), Digigrafi, Wageningen, The Netherlands.
20- Peyvast Gh. 2007. Vegetable Production (4th ed). Daneshpazir Press. 506 pp. (In Persian).
21- Radzevičius A., Viškelis P. and Bobinas Č. 2008. Quality and physiological parameters of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits of Lithuanian selection. biologija, 54(2): 108-111.
22- Samnotra R.K., Gupta A.K., Jandial K.C. 1998. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) to different dates of transplanting. Environment and Ecology.16: 3, 740-741.
23- Sharma N.K. and Tiwari R.S. 1996. Effect of time of planting on yield and yield contributing characters of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cv. Pusa Ruby. Recent Horticulture3: 1, 82-85.
24- Singh A., Jain P. K., Sharma H. L. and Singh Y. 2015. Effect of planting date and integrated nutrient management on the production potential of tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.) under polyhouse condition. Journal Crop and Weed, 11, 28-33.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 301-310
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۱۰-۳۰۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Response of Four Fall Tomato Cultivars to Various Transplanting Dates in Bushehr Province

B. Behzadi[1]*- A. Rahemi Karizaki[2]

Received: 24-10-2018
Accepted: 01-06-2019

Introduction: Tomato is a major source of the antioxidant, lycopene, which has been linked to many health benefits, including reduced risk of heart disease and cancer. It is also a great source of vitamin C, potassium, folate and vitamin K. Optimal planting dates and appropriate cultivars are farm management cases that are effective in increasing yield. The purpose of the planting date is to find the planting time of a cultivar or a group of similar varieties of a plant so that the set of environmental factors at that time would be appropriate for the emergence, establishment and survival of the seedlings. Because of off-season production, tomato has a high economic status in Bushehr Province. Some researchers reported that cultivars with larger fruits had the lowest number of fruits per plant. By investigating the response of tomatoes to time of transplantation, fruit yield and crop characteristics of the cultivars, a number of researchers reported that the date of transplantation had a significant effect on the number of days to flowering, the number of branches per plant, the diameter of the fruit, the number of fruits per Plant and fruit yield, early transfer of seedlings increased the harvest period, while late planting date was significantly effective on flowering, and the plants sooner went to flower.

Materials and Methods: The study was conducted in order to determine the best transplanting date and tomato cultivars. An experiment was carried out in Randomized Completely Block Design with four levels of transplanting dates (6 Sep, 27 Sep, 17 Oct and 6 Nov) in main plots and four cultivars (Petopride 2, Peto Early CH, Cal J-N3 and Kimia) in sub plots with four replications in Bushehr Agricultural and Natural research resource center during 2009-2011.The spacing between rows of planting was 140 cm and plant spacing was 50 cm. Each plot included 4 planting lines of 4 meters long. Before planting in the summer, land preparation was done between June and August. The amount of fertilizer was determined based on soil test results. Phosphorus fertilizers, potassium, micronutrient and one third of nitrogen fertilizers and iron sequestrons, along with decayed animal manure, were mixed prior to deployment of type tubes and mixed with soil. One third of nitrogen fertilizers and iron sequestrons were given during flowering and one-third remained at the time of fruit start. Irrigation was carried out on a regular basis, taking into account the weather conditions and plant requirements. After each harvest, fruit yield, fruit number per plant, fruit weight, yield per plant were measured. To determine the length and diameter of fruit, acidity and soluble solids from each plot, 10 fruits were selected randomly.

Results and Discussion: Interaction effect among the tomato cultivars and transplanting dates on fruit yield, yield per plant, number of fruits per plant, fruit weight and fruit diameter were significant at 1% probability level. In the first year, the highest total yield and fruit yield per plant were obtained from the transplanting date of 6 September and Potoperide 2 cultivar, and the lowest yield was produced with November 15 transplanting date and Kimia cultivar. In the second year, the highest total yield and fruit yield per plant were obtained from the transplanting date of 27 September and kimia cultivar, and the lowest amount was obtained from the transplanting date of 6 November and Peto Early CH cultivar. Planting date is one of the most important management practices which affects the crop growth through the effect on photoperiod, day and night temperature, light intensity and soil moisture. In most cases, earlier planting dates due to the longer vegetative and reproductive growth period of the plant may improve the allocation of photosynthetic materials to the plants.

Conclusions: This study showed that fruit yield and yield components were significantly affected by planting date and cultivars. Generally, delay in planting reduces fruit yield, plant yield, fruit weight and number of fruits per plant. Environmental factors such as light, temperature, CO_2, moisture content can be changed from year to year. These factors affect the number of flowers formed in the plant, their pollination, the percentage of

1- Researcher, Crop and Horticultural Science Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Bushehr, Iran
(*- Corresponding Author Email: b.behzadi@areeo.ac.ir)
2 - Assistant Professor in Plant Production, Department of Palnt Production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Golestan, Iran

fruit formation. Also, the potential of cultivars had a significant effect on yield and its components and the cultivars producing the shorter fruit had the least number of fruits per plant.

Keywords: Fruit lenght, Fruit diameter, Split plot, Brix

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 311-322
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۲۲-۳۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

اثر محلولپاشی برگی عناصر کم مصرف آهن و روی بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه آلبالو (*Prunus cerasus* L.)

مهدی قسمتی[1*] - فرید مرادی نژاد[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸

چکیده

آلبالو یکی از محصولات مهم و استراتژیک در منطقه خراسان رضوی است که تغذیه مناسب این گیاه می‌تواند سبب بهبود عملکرد گردد. در این پژوهش تأثیر محلول‌پاشی سه سطح کلات آهن و سولفات روی (صفر، ۲ و ۴ گرم در لیتر) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه آلبالو شامل وزن تازه میوه، درصد ماده خشک، عملکرد، مواد جامد محلول، اسیدیته، آنتی‌اکسیدان کل میوه و کلروفیل a، b و کل، و غلظت آهن و روی در برگ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل آن‌ها سبب افزایش وزن تازه میوه، درصد ماده خشک، عملکرد میوه و صفات کلروفیل گردید بطوریکه سطوح ۴ گرم در لیتر از کلات آهن موجب افزایش معنی‌دار در میزان وزن تر، عملکرد و کلروفیل ، ۴ گرم در لیتر از سولفات روی موجب افزایش معنی‌دار در میزان وزن تر و ماده خشک ، همچنین اثر متقابل این دو تیمار باعث افزایش میزان عملکرد شد. علاوه بر آن مقدار مواد جامد محلول، آنتی‌اکسیدان کل و غلظت آهن برگ نیز فقط تحت تأثیر سطوح مختلف کلات آهن قرار گرفت که با افزایش سطوح محلول‌پاشی صفات مورد مطالعه بهبود یافتند. محلول‌پاشی با سولفات روی توانست غلظت روی در برگ را افزایش دهد اما اسیدیته آب میوه تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت. نتایج نشان داد که سطوح مختلف سولفات روی در تمامی صفات کمی میوه آلبالو، نسبت به کلات آهن اثر بهتری داشته است هرچند این مقدار تفاوت چشمگیری نسبت به تیمار کلات آهن نداشت. محلول‌پاشی با کلات آهن تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی میوه از جمله مواد جامد محلول و آنتی اکسیدان کل داشت علاوه بر این مصرف همزمان کلات آهن و سولفات روی نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها اثر بهتری بر صفات کمی و کلروفیل برگ درخت آلبالو داشت بطوری‌که بهترین نتیجه از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد.

کلمات کلیدی: آنتی‌اکسیدان، درصد ماده خشک، عملکرد، کلروفیل، مواد جامد محلول

مقدمه

آلبالو با نام علمی *Prunus cerasus* از خانواده Rosaceae بوده که گونه‌های مختلف این گیاه، بومی جنوب شرقی اروپا و غرب آسیا است (۳۳). این میوه سرشار از پروتئین، ریبوفلاوین، ویتأمین ث، ترکیبات فنولی و آنتوسیانین می‌باشد (۲۴). خواص غذایی میوه آلبالو زیاد بوده و برای سلامت انسان و جلوگیری از بسیاری از بیماری ها از جمله سرطان و دیابت مفید است (۱۶). ایران در تولید میوه آلبالو بعد از ترکیه و آمریکا در مقام سوم قرار دارد (۵). بنابراین مدیریت در تولید و تغذیه گیاه جهت ارتقاء کمیت و کیفیت محصول ضروری است چراکه اولین معیار برای خرید محصول کیفیت و ظاهر آن است. تغذیه در دوران رشد گیاه یکی از عوامل تأثیرگذار بر خصوصیات کمی و کیفی میوه است (۱۸). در شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک مثل استان خراسان رضوی به دلیل بالا بودن pH خاک جذب عناصر غذایی به ویژه عناصر کم مصرف دچار مشکل می‌شود (۵۲) بنابراین استفاده از روش مناسب جهت تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه امری ضروری می‌باشد. محلولپاشی یکی از راه‌های مهم در تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه است چراکه در این روش عناصر بطور مستقیم در دسترس اندام هوایی و میوه قرار می‌گیرد. همچنین افزایش جذب عناصر غذایی به صورت محلولپاشی در خاک‌های قلیایی به اثبات رسیده است (۱۸). باتوجه به اینکه جذب مواد غذایی از خاک تحت تأثیر عوامل مختلف متغییر است محلولپاشی، روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شود (۲۶). امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف استفاده از عناصر ریز مغذی

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته گیاهان دارویی و دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ghesmati25@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.75654

به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است (۴۰). عناصر کم مصرف علاوه بر افزایش خصوصیات کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامت انسان نیز تأثیر به سزایی دارند (۴۸). آهن یکی از عناصر ضروری در تولید محصولات کشاورزی در جهان است و گیاهان برای رشد بهینه و مناسب، نیاز به استفاده پیوسته از آن دارند (۲۸). pH مناسب برای جذب آهن بین ۵/۵ تا ۶/۵ گزارش شده است بنابراین pH بالای ۷ منجر به کاهش جذب آهن می‌شود (۳۰). کلروز ناشی از کمبود آهن به صورت زرد شدن برگ‌های جوان ظاهر شده که ناشی از اختلال در ساخت کلروفیل و همچنین ساخت کلروپلاست می‌باشد (۳۲). شواهد زیادی در دست است که کمبود عناصر کم مصرف مثل آهن باعث محدود شدن رشد و عملکرد و کیفیت گیاه می‌شود (۱۳) بعنون مثال در آزمایش انجام شده در میوه توت فرنگی نشان داده شد که یک رابطه خطی بین غلظت آهن و عملکرد میوه وجود دارد (۴). محلولپاشی آهن در سیب منجر به افزایش معنی‌دار در اندازه‌ی میوه، محتوای آب‌میوه، درصد مواد جامد محلول شد (۸). علاوه بر آهن روی نیز یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه می‌باشد که کمبود آن باعث نابسامانی‌های فراوانی در باغات میوه می‌گردد که در بعضی موارد منجر به مرگ درختان می‌شود. روی برای سنتز تریپتوفان که ماده پیش ساز است مورد نیاز بوده و کمبود آن باعث کاهش هورمون رشد IAA و کاهش فاصله میان گره‌ها و سطح برگ می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). تحقیقات انجام شده در میوه انار نشان می‌دهد محلول‌پاشی برگی سولفات روی عملکرد میوه، کیفیت و ارزش غذایی دانه را افزایش داده و باعث افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول، آب میوه و سطح برگ می‌شود (۲۱). محققان اظهار داشتند که محلولپاشی سولفات روی در انگور باعث افزایش ۲۰ درصدی تشکیل میوه و سبب افزایش قند کل می‌گردد (۳۱). همچنین مطالعه عناصر ریزمغذی بر عملکرد و کیفیت میوه آلبالو مشخص کرد که کاربرد روی سبب افزایش تشکیل میوه و آب میوه می‌گردد (۲۵).

در اغلب نقاط ایران ازجمله استان خراسان رضوی به دلیل قلیایی بودن خاک، فعالیت عناصر میکرو مانند آهن و روی کاهش یافته و با کربنات رسوب می‌کنند و راندمان جذب عناصر کاهش می یابند (۵۲). از طرفی بخش عمده ای از تولید آلبالو در کشور، از استان خراسان رضوی تأمین می‌شود و به دلیل محدود بودن منطقه کشت این درخت اطلاعات اندکی از تغذیه این گیاه در دسترس می‌باشد لذا هدف اصلی از انجام این آزمایش بررسی اثر محلولپاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه آلبالو می باشد.

مواد و روش

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در باغ تجاری آستان قدس رضوی واقع در ۱۰ کیلومتری از مرکز شهرستان مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل آهن سکوسترین ۶ درصد (Fe- EDDHA) در سطوح مختلف (۰، ۲و ۴ گرم در لیتر) و فاکتور دوم سولفات روی در سطوح مختلف (۰، ۲ و ۴ گرم در لیتر) بود که تیمارها طی دو مرحله ۲۰ روز بعد از مرحله تمام گل و ۲۰ روز بعد از محلولپاشی اول، اعمال گردید. در این آزمایش از ۳۶ اصله درخت آلبالو ۱۰ ساله که فاصله روی ردیف ۳ متر و بین ردیف ۴ متر بود استفاده گردید. شرایط عمومی درختان انتخاب شده مشابه سایر درختان باغ بوده و عملیات آبیاری (بصورت قطره‌ای) و مبارزه با آفات و بیماری برای همه درختان تیمار شده به طور یکسان و یکنواخت انجام پذیرفت. محلول‌پاشی در صبح زود زمانی که دما و رطوبت زیاد نبود اعمال گردید و سپس در مرحله رسیدگی بلوغ تجاری، از هر درخت به مقدار یک کیلوگرم میوه و۵۰۰ گرم برگ برداشت پس از جداسازی، میوه‌ها و برگ‌های سالم و یکسان از نظر شکل، اندازه و رنگ برای تعیین خصوصیات بیوشیمیایی میوه و کلروفیل برگ استفاده شدند. برای بررسی وضعیت خاک، نمونه گیری از نقاط مختلف باغ از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری انجام شد و در آزمایشگاه آنالیز گردید، که نتایج آن در جدول ۱ قابل مشاهده است.

اندازه‌گیری صفات فیزیکی و شیمیایی میوه

برای اندازه‌گیری وزن‌تر میوه، ۵۰ میوه به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها معادل وزن تازه میوه در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری ماده خشک، میوه‌های تازه را تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار داده و درصد ماده خشک از تقسیم وزن خشک بر وزن‌تر و به‌صورت درصد محاسبه گردید (۱۲). به منظور تعیین میزان عملکرد، از هر درخت تمامی میوه‌ها برداشت و توسط ترازو در همان روز برداشت، توزین گردید (۸).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (RF 10,0-32$_{o}$ Brix, Extech Co., USA) و اسیدیته میوه به‌وسیله دستگاه pH متر دیجیتالی (Metller Toledo, Switzerland) محاسبه شد. تعیین آنتی‌اکسیدان میوه با بررسی فعالیت ضد اکسایشی رادیکال‌های آزاد DPPH انجام شد. بدین منظور ۰/۵ میلی لیتر آب میوه به ۲ میلی لیتر از محلول اتانولی ۰/۲۵ میلی مولار رادیکال آزاد DPPH اضافه‌شده و مدت ۲ ساعت در تاریکی قرار گرفته و جذب محلول در ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و نتایج به صورت درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد بیان شد (۱۱). برای اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کل ابتدا ۰/۲۵گرم از برگ تازه

درخت همراه با ۵ میلی‌لیتر استون۸۰ درصد در هاون چینی ساییده و عصاره حاصل به مدت ۵ دقیقه در دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شد و محلول بالایی را جدا و جذب در طول موج‌های ۶۴۶ و۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و میزان کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تازه برگ بیان شد (۶). برای اندازه‌گیری عناصر معدنی روی و آهن به روش خاکستر کردن خشک میوه و از طریق دستگاه جذب اتمی (مدل پرکین المر، آمریکا) استفاده شد (۱).

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد و میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physiochemical characteristics of soil in experimental site

بافت Texture	ماده آلی Organic matter	روی Zn (mg kg^{-1})	آهن Fe (mg kg^{-1})	فسفر P (mg kg^{-1})	پتاسیم K (mg kg^{-1})	نیتروژن کل Total N (%)	pH
شنی لومی Loamy sandy	0.35	0.34	2.05	16.32	120	0.03	8.22

نتایج و بحث

وزن تازه میوه

اثر کاربرد سطوح مختلف کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تازه میوه (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش مقدار آهن و سولفات روی وزن تازه میوه به صورت معنی داری افزایش یافت به طوری که ۴ گرم در لیتر کلات آهن به مقدار ۱۵/۹۸درصد و ۴ گرم در لیتر سولفات روی به مقدار ۲۱/۸۱ درصد افزایش وزن تازه میوه را نسبت به شاهد باعث شدند (جدول ۳). در جدول (۴) مقایسه میانگین اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی نشان داده شده است. بیشترین وزن تازه میوه به میزان ۷/۹۱ گرم مربوط به تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم بر لیتر سولفات روی بود. مشابه نتایج این آزمایش اثر محلولپاشی توأم کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش وزن تازه میوه انگور شد (۷). در تحقیقی که در میوه نارنگی انجام شد مشخص گردید که سطوح مختلف سولفات روی سبب افزایش وزن میوه گردید (۶). در آزمایشات مختلف محققان نشان دادند که محلول‌پاشی آهن سبب افزایش وزن و عملکرد گوجه فرنگی (۲۳) و میوه انار می‌شود (۳۷) روی به عنوان یکی از عناصر ریزمغذی سبب افزایش رشد زایشی شده و در پی آن تولید و تشکیل میوه را افزایش می‌دهد (۴۱). آهن و روی با افزایش کارایی فتوسنتز سبب ذخیره کربوهیدرات می‌شوند که به دنبال آن تشکیل میوه، اندازه، وزن و عملکرد نیز افزایش می‌یابد (۹). چنانچه در این آزمایش مشخص شد محلولپاشی همزمان روی و آهن سبب افزایش وزن میوه می‌شود.

درصد ماده خشک

اطلاعات بدست آمده از جدول تجزیه واریانس گویای آن است که اثر محلول‌پاشی کلات آهن، سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی بر درصد ماده خشک میوه آلبالو در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). تیمار ۴ گرم درلیتر کلات آهن و سولفات روی به ترتیب به میزان میزان ۱۳/۹۲ و ۲۴/۱۰ درصد سبب افزایش ماده خشک میوه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳). براساس نتایج تحقیق مصرف همزمان ۴گرم در لیتر کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش درصد ماده خشک میوه (۵۴/۷۵ درصد) گردید و کمترین مقدار درصد ماده خشک از تیمار عدم مصرف کلات آهن و سولفات روی (۳۵/۰۱ درصد) به دست آمد. در بررسی‌های انجام شده در فلفل قرمز و میوه سیب مشخص گردید که کلات آهن سبب افزایش درصد ماده خشک میوه نسبت به شاهد می‌شود (۳۴ و ۴۶). گزارشات سایر محققین نیز گویای افزایش درصد ماده خشک میوه زیتون (۴۷) و انگور (۷) تحت تأثیر محلولپاشی سولفات روی می‌باشد. در اثر مصرف آهن مقدار کلروفیل، فتوسنتز و رشد رویشی افزایش و این امر سبب افزایش کربن گیری و میزان ماده خشک تولیدی در گیاه می‌گردد (۴). روی نیز در تشکیل آنزیم ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز دخالت دارد که این آنزیم سبب تثبیت دی‌اکسید کربن در فتوسنتز، و افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده و درنتیجه افزایش رشد گیاه راه به همراه داشته و مواد خشک تولیدی را افزایش می‌دهد (۱۰).

عملکرد

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص کرد که اثر محلول‌پاشی کلات آهن و سولفات روی در سطح ۱ درصد و اثر متقابل آن ها در سطح ۵ درصد بر عملکرد میوه معنی‌دار شده است (جدول ۲). تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به میزان ۲۸/۶۳ درصد و تیمار ۴ گرم در لیتر سولفات روی به میزان۱۳/۶۳ درصد سبب افزایش عملکرد میوه نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه آلبالو
Table 2- ANOVA for foliar application of iron chelate and zinc sulfate on some physicochemical properties of sour cherry fruit

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن تر ۵۰ عدد میوه Fresh Weigth of 50 Fruit	درصد ماده خشک Dry Matter	عملکرد Yield	مواد جامد محلول TSS	اسیدیته pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant
بلوک Block	3	1.15ns	39.05ns	44.54ns	31.11 ns	0.18ns	4.94ns
کلات آهن A Iron chelate A	2	4.70**	162.99**	205.52**	4.76**	0.08ns	19.44*
سولفات روی B Zinc sulfate B	2	7.79**	492.73**	160.19**	2.39ns	0.02ns	17.69ns
A×B	4	1.23**	116.14**	67.36*	2.85ns	0.03ns	8.94ns
خطا Error	24	3.54	23.77	19.76	1.46	0.02	8.44
ضریب تغییرات CV (%)	-	13.97	10.78	8.39	5.90	5.20	5.49

*،**و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند

*, ** and ns represent significance level of 1%, 5% and non-significant difference, respectively

براساس نتایج این تحقیق مصرف همزمان کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش عملکرد میوه شد بطوریکه بیشترین مقدار عملکرد میوه در تیمار ۴ گرم بر لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد (جدول ۴). نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین در مورد کاربر آهن در میوه سیب (۴۴) و گریپ فروت (۱۵) مطابقت دارد. گزارش شده است که با کاربرد روی، میوه های توت فرنگی وزن و عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشتند (۳۶) در آزمایش انجام شده در میوه بادام نشان داده شد که تشکیل میوه، وزن، و عملکرد میوه با کاربرد سولفات روی افزایش می‌یابد (۱۷) که این گزارش با نتایج این آزمایش هم راستا می‌باشد.

دلیل افزایش عملکرد درخت با افزایش سطوح آهن می‌تواند به دلیل افزایش محتوای کلروفیل در برگ‌ها که از مهمترین مخازن جذب کربوهیدرات‌ها هستند دانست که منجر به افزایش فتوسنتز و تغذیه بهتر میوه‌ها می‌شود، چنانچه تأثیر محتوای آهن درخت بر درصد رنگیزه‌های موجود در برگ و در پی آن تأثیر بر فتوسنتز و افزایش محتوای کربوهیدرات های درخت نیز به اثبات رسیده است (۵۰). روی نیز از جمله عناصر ریز مغذی مهم می‌باشد که برای تشکیل میوه در اندازه مطلوب ضروری است عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز به صورت غیر مستقیم و به طبع آن باعث افزایش انتقال کربوهیدرات به میوه و سبب افزایش وزن و اندازه میوه شده و عملکرد را افزایش می دهد (۲۰).

مواد جامد محلول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده محلولپاشی کلات آهن بر مواد جامد محلول میوه آلبالو در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد اما اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر مواد جامد محلول میوه داشته باشد (جدول ۲). بیشترین مقدار مواد جامد محلول از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن (۲۳/۵۷ درجه بریکس) حاصل شد که البته با تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن (۲۲/۳۷ درجه بریکس) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بطور مشابه، در پژوهشی دیگر مشخص گردید که میوه های هلو محلولپاشی شده با کلات آهن مقدار مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند (۲۲) همچنین منصوری و همکاران (۳۴) گزارش کردند که میوه‌های سیب تحت تیمار محلولپاشی آهن مقدار مواد جامد محلول آن افزایش یافت.

جدول ۳- کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه آلبالو

Table 3- Foliar application of iron chelate and zinc sulfate on some physicochemical properties of sour cherry fruit

تیمار	وزن تر ۵۰ عدد میوه Fresh Weigthof 50 Fruit (g)	ماده خشک Dry Matter (%)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مواد جامد محلول TSS (Brix)	pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant (%)
کلات آهن Iron chelate ($g\ l^{-1}$)						
0	5.95^{c}	40.97^{b}	49.25^{b}	22.37^{b}	3.33^{a}	50.34^{a}
2	6.19^{a}	47.08^{a}	52.16^{b}	23.30^{ab}	3.23^{a}	52.78^{ab}
4	7.13^{a}	47.60^{a}	47.41^{a}	23.57^{a}	3.26^{a}	53.23^{a}
سولفات روی Zinc sulfate ($g\ l^{-1}$)						
0	5.70^{c}	39.32^{c}	50.16^{b}	22.54^{a}	3.30^{a}	49.47^{a}
2	6.27^{b}	44.52^{b}	5358^{ab}	22.11^{a}	3.5^{a}	50.89^{a}
4	7.29^{a}	51.81^{a}	58.08^{a}	22.98^{a}	3.23^{a}	50.50^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

نتایج آزمایش حاضر با گزارشات پیشین مطابقت دارد. مواد جامد محلول یکی از شاخص‌های کیفی میوه است و رابطه بالایی با ساختار میوه، مقدار نشاسته، مواد پکتینی و قندهای گلوگز، فروکتوز و ساکارز دارد (۳۴). افزایش مواد جامد محلول در میوه آلبالو تحت تأثیر کلات آهن می‌تواند ناشی از نقش آهن در سنتز کلروفیل و افزایش فتوسنتز برگ باشد چراکه آهن در زنجیره انتقال الکترون و کمپلکس آهن-گوگرد مثل فردوکسین در ساختار آنزیم های درگیر در جذب نیترات، نیتریت و نیترات رودکتاز نقش ایفا می‌کند این وضایف آهن در گیاه و در دسترس قرار دادن آهن به مقدار کافی می تواند علت افزایش مواد جامد محلول باشد (۲).

pH آب میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار پ هاش آب میوه آلبالو تحت تأثیر اثرات ساده کلات آهن و سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی قرار نگرفت (جدول ۲).

جدول ۴- اثر متقابل کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه آلبالو

Table 4- Interaction effect of iron chelate ×zinc sulfate foliar application on some physicochemical properties of sour cherry fruit

کلات آهن Iron Chelate ($g\ l^{-1}$)	سولفات روی Zinc Sulfate ($g\ l^{-1}$)	وزن تر Fresh Weight (g)	ماده خشک Dry Matter (%)	عملکرد Yield (Kg/tree)	مواد جامد محلول TSS (%)	pH	آنتی اکسیدان کل Total Antioxidant (%)
0	0	5.01^{c}	35.01^{d}	46.10^{c}	22.84^{a}	3.35^{a}	50.56^{a}
	2	6.25^{b}	44.08^{bc}	48.25^{bc}	22.85^{a}	3.37^{a}	50.23^{a}
	4	6.73^{ab}	44.72^{bc}	50.50^{b}	23.90^{a}	3.23^{a}	50.23^{a}
2	0	6.87^{ab}	47.69^{ab}	54.75^{b}	22.45^{a}	3.37^{a}	52.68^{a}
	2	5.83.^{bc}	36.34^{d}	49.73^{bc}	23.50^{a}	3.27^{a}	52.56^{a}
	4	6.87^{ab}	49.49^{ab}	52.30^{bc}	23.33^{a}	3.33^{a}	52.89^{a}
4	0	6.75^{ab}	38.89^{cd}	52.40^{bc}	23.47^{a}	3.22^{a}	51.34^{a}
	2	7.11^{ab}	53.23^{a}	54.00^{b}	23.44^{a}	3.30^{a}	51.98^{a}
	4	7.91^{a}	54.75^{a}	60.75^{a}	22.25^{a}	3.25^{a}	53.54^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test.

آنتی اکسیدان کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثر ساده کلات آهن بر میزان آنتی اکسیدان کل میوه آلبالو معنی دار شده و اثر ساده سولفات روی و اثر متقابل کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر میزان آنتی‌اکسیدان میوه داشته باشد (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقدار آنتی‌اکسیدان بترتیب از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن

(۵۳/۲۳ درصد) و شاهد (۵۰/۳۴ درصد) حاصل شد. چنانچه مشاهده می‌شود مقدار آنتی‌اکسیدان میوه با افزایش غلظت کلات آهن افزایش می‌یابد اما با این وجود اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن با تیمار ۲ گرم در لیتر کلات آهن مشاهده نشد (جدول ۴). بررسی منابع نشان داد که محلولپاشی کلات آهن سبب افزایش آنتی‌اکسیدان میوه هلو شد (۳۹). آنتی‌اکسیدان‌ها سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن میوه‌ها را از ناهنجاری حفاظت می‌کنند (۴۹) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها شامل ترکیبات آنزیمی مثل آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و همچنین ترکیبات غیر آنزیمی شامل ویتأمین ث، ترکیبات فنولی و کارتنوئیدها می‌باشد و سیستم آنتی‌اکسیدانی باعث جلوگیری از اثرات سوء رادیکال‌های آزاد می‌شود (۵۳) گزارش شده است که کمبود آهن موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیداز دیسموتاز برای تبدیل رادیکال اکسیژن به پراکسید هیدروژن می‌شود با این حال فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز کاهش می یابد آنزیم کاتالاز و پراکسیداز از آنزیم های محتوی هم هستند که به طور مشابهی تحت کمبود آهن قرار می‌گیرند بنابراین افزایش محتوی آهن با افزایش مقدار آنزیم کاتالاز و پراکسیداز سبب افزایش محتوی آنتی اکسیدان میوه می‌شود (۲۹).

جدول ۵- تجزیه واریانس کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیک برگ درخت آلبالو

Table 5- ANOVA for foliar application of iron chelate and zinc sulfate on physiological properties of sour cherry leaf

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کلروفیل برگ Chlorophyll leaf			غلظت عناصر برگ Concentration of Leaf Elements	
		کلروفیلa Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	آهن (Fe)	روی (Zn)
بلوک Block	3	0.007ns	0.005 ns	0.117 ns	21.18ns	4.22ns
کلات آهن (A) Iron chelate (A)	2	0.83**	0.207**	1.35**	252.08**	13.84**
سولفات روی (B) Zinc sulfate (B)	2	0.51**	0.111*	1.89**	104.02ns	17.69ns
A×B	4	0.25**	0.105*	1.98**	80.03ns	10.04ns
خطا Error	24	0.057	0.033	0.176	0.02	5.44
ضریب تغییرات CV(%)	–	12.39	13.78	10.9	11.45	9.49

**،*و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند

*،** and ns represent significance level of 1%, 5% and non-significant difference, respectively

محتوی کلروفیل برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده محلول‌پاشی کلات آهن بر کلروفیل a، b و کل در سطح ۱ درصد معنی دارشد همچنین اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی بر مقدار کلروفیل a و کل درسطح ۱ درصد و بر مقدار کلروفیل b در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس جدول مقایسه میانگین با افزایش غلظت کلات آهن و سولفات روی مقدار کلروفیل a، b و کل افزایش یافت هرچند در تیمار سولفات روی بین تیمار ۲ و ۴ گرم در لیتر در هر سه صفت کلروفیل a، b و کل اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۶). مقدار کلروفیل برگ تحت تأثیرمحلول پاشی توأم کلات آهن و سولفات روی افزایش نشان داد بطوریکه بیشترین مقدار کلروفیل a (۱/۶۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه)، کلروفیل b (۱/۶۷میلی گرم در صد گرم وزن تازه) و کلروفیل کل (۱/۳۸میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۲) از تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی بدست آمد که با تیمار ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۲ گرم در لیترسولفات روی اختلاف معنی داری نشان نداد. همچنین کمترین مقدار کلروفیلa (۱/۲۱میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۱)، b (۱/۵۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه) و کل (۱/۴۵میلی گرم در صد گرم وزن تازه ۱) از تیمار عدم مصرف کلات آهن و سولفات روی حاصل شد (جدول ۷). مطالعات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی با عنصر آهن سبب افزایش غلظت کلروفیل شده است بعنوان مثال مطالعات در گلابی و سیب (۱۵) و هلو (۲۲) بیانگر این موضوع است. نتایج حاصل از کاربرد سولفات روی بر درخت پسته (۱۴) و پرتقال (۵۱) نشان داد که کاربرد سولفات روی سبب افزایش کلروفیل برگ گردید. آهن به عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاه نقش موثری در سنتز کلروفیل دارد این

عنصر در متابولسیم اسید نکلئیک در کلروپلاست نقش دارد (۴۵) مهمترین نقش آهن در سنتز کلروفیل کنترل تشکیل گاما-آمینولولینیک اسید به عنوان پیش ساز مشترک بیوسنتز کلروفیل گروه "هم" می‌باشد و میزان تشکیل آن به وسیله آهن مهار می‌شود (۱۹). بنابراین با کاهش مقدار آهن دردسترس گیاه مقدار تولید کلروفیل کاهش می‌یابد و در پی آن مقدار فتوسنتز کاهش و تولید مواد فتوسنتزی گیاه برای رشد و نمو نیز تقلیل می‌یابد (۳۸). عنصر روی نیز بطور غیر مستقیم بر میزان کلروفیل نقش دارد عنصر روی هم در راه اندازی برخی آنزیم‌های مسیر بیوسنتز کلروفیل و نیز برخی از آنزیم های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن نقش اساسی دارد (۴۲).

غلظت عناصر در برگ

غلظت آهن برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده کلات آهن بر غلظت آهن برگ (درسطح ۱ درصد) معنی‌دار شد اما اثر ساده سولفات روی و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی معنی‌دار نشد (جدول ۵). با افزایش سطح کلات آهن مقدار آهن جذب شده توسط برگ افزایش یافت بطوریکه بیشترین و کمترین مقدار آهن بترتیب در برگ نمونه‌های تیمار شده با کلات آهن ۴ گرم در لیتر (۵۲/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و برگ‌های شاهد (۳۳/ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد، هرچند که بین تیمار شاهد و تیمار ۲ گرم بر لیتر کلات آهن اختلاف معنی‌داری از نظر غلظت آهن موجود در برگ مشاهده نشد (جدول ۶). آهن به عنوان یکی از عناصر غذایی مهم در تغذیه گیاهان به مقدار فراوان در خاک وجود دارد اما به دلیل pH بالای خاک جذب آن از طریق ریشه به کندی انجام می‌شود (۱۳) استفاده از محلولپاشی یکی از روش‌های مهم برای افزایش محتوی عناصر در برگ و میوه است، افزایش غلظت آهن در برگ می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم محلولپاشی بر برگ باشد چراکه این عنصر به راحتی جذب میوه و برگ می‌شود (۳۵). مطالعات وطن خواه و همکاران (۱۳۹۵) در میوه انگور رقم بی‌دانه نیز بیانگر این موضوع می‌باشد.

غلظت روی در برگ

از بین تیمارهای مختلف فقط اثر ساده سولفات روی توانست بر مقدار روی در برگ (در سطح ۱ درصد) تأثیر بگذارد و اثر ساده کلات آهن و بر همکنش کلات آهن و سولفات روی نتوانست اثر معنی داری بر مقدار روی در برگ بگذارد (جدول ۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر دو غلظت ۲ و ۴ گرم در لیتر سولفات روی توانست مقدار روی در برگ را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد بطوریکه بیشترین مقدار روی در برگ از تیمار ۴ گرم در لیتر سولفات روی (۱۳/۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدار این عنصر از تیمار شاهد (۱۰/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حاصل شد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت سولفات روی یک روند افزایشی در مقدار روی در برگ مشاهده می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین کاربرد محلولپاشی کلات آهن و سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیکی برگ آلبالو

Table 6- Foliar application of iron chelate and zinc sulfate on physiological properties of sour cherry leaf

تیمار Treatment	کلروفیل برگ Leaf Chlorophyll (mg 100g^{-1} FW)			غلظت عناصر برگ Concentration of Leaf Elements (mg Kg^{-1})	
کلات آهن Iron Chelate (g l^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آهن Fe	روی Zn
0	1.21^{c}	0.55^{b}	1.45^{c}	42.33^{b}	10.34^{a}
2	1.44^{b}	0.61^{b}	1.80^{b}	50.23^{a}	9.78^{a}
4	1.74^{a}	0.80^{a}	2.38^{a}	52.26^{a}	9.23^{a}
سولفات روی Zinc sulfate (g l^{-1})					
0	1.24^{c}	0.57^{b}	1.54^{b}	40.30^{a}	10.47^{c}
2	1.49^{a}	0.63^{ab}	2.11^{a}	43.25^{a}	11.89^{b}
4	1.65^{a}	0.67a^{b}	2.30^{a}	43.23^{a}	13.50^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

این تحقیق با نتایج مطالعات امیدی و همکاران (۴۳) در افزایش غلظت روی ناشی از محلولپاشی در درخت پسته مطابقت دارد. مشکل تغذیه‌ای در خاک‌های آهکی به دلیل کمبود عناصر کم مصرف از جمله روی در درختان میوه امری بارز است چرا که شور بودن و وجود درصد بالای آهک سبب کاهش جذب عنصر روی می‌شود. بعلاوه، در خاک‌های آهکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به گونه‌ای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی از جمله روی و آهن و کاهش قابلیت جذب آن توسط ریشه گیاه وجود دارد (۲۷).

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که روی محلولپاشی شده توسط درخت به راحتی جذب شده و به قسمت‌های مختلف گیاه از جمله میوه انتقال یافته است که این موضوع توسط دیگر محققین در مطالعه بر میوه پرتقال نیز گزارش شده است (۳). نتایج حاضر نشان می‌دهد که محلولپاشی بهاره سولفات روی بر درخت آلبالو می‌تواند کمبود این عنصر را در گیاه برطرف نموده و راه مناسبی برای تأمین نیازهای گیاه باشد.

جدول ۷- اثر متقابل کاربرد محلولپاشی کلات آهن × سولفات روی بر خصوصیات فیزیولوژیکی برگ آلبالو

Table 7- Interaction effects ofof iron chelate ×zinc sulfate foliar application on physiological properties of sour cherry leaf

تیمار Treatment		کلروفیل برگ Leaf chlorophyll (mg 100g $^{-1}$ FW			غلظت عناصر برگ Concentration of leaf Elements (mg Kg^{-1})	
کلات آهن Iron chelate (g l^{-1})	سولفات روی Zinc sulfate (g l^{-1})	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total Chlorophyll	آهن Fe	روی Zn
0	0	0.80^{d}	0.41^{c}	1.01^{c}	45.22^{a}	10.35^{a}
	2	1.17^{c}	0.72^{ab}	1.94^{b}	45.84^{a}	10.37^{a}
	4	1.67^{ab}	0.78^{ab}	1.77^{b}	38.90^{a}	10.22^{a}
2	0	1.34b^{c}	0.65^{b}	1.51^{b}	46.45^{a}	11.37^{a}
	2	1.65^{ab}	0.48^{bc}	2.05a^{b}	39.50^{a}	9.27^{a}
	4	1.35^{bc}	0.70^{ab}	2.18^{ab}	43.33^{a}	10.35^{a}
4	0	1.60^{ab}	0.68^{b}	1.85^{b}	49.47^{a}	12.22^{a}
	2	1.67^{ab}	0.82^{a}	2.41^{a}	47.24^{a}	11.30^{a}
	4	1.95^{a}	0.90^{a}	2.54^{a}	41.25^{a}	12.25^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با استفاده از آمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند

Means with the same letter are not significantly different at 5% probability level based on Duncan's multiple range test

نتیجه‌گیری

مدیریت مناسب در دوره رشد گیاه می‌تواند بازده تولید را افزایش داده و کیفیت محصول را تا حد زیادی ارتقا دهد. یکی از این عامل‌ها تغذیه درست درختان میوه است. محلول‌پاشی کلات آهن و سولفات روی سبب افزایش شاخص‌های رشد، صفات بیوشیمیایی میوه از طریق افزایش میزان جذب عناصر ریز مغذی از برگ و بهبود وضعیت کلروفیل و فتوسنتز و به طبع آن تولید میوه‌های مرغوب با بازارپسندی خوب شد. بالاترین میزان عملکرد میوه آلبالو از تأثیر محلولپاشی ۴ گرم در لیتر کلات آهن به همراه ۴ گرم در لیتر سولفات روی حاصل شد همچنین کلات آهن به تنهایی سبب بهبود آنتی اکسیدان و مواد جامد محلول میوه شد. بنابراین اگر هدف از تولید میوه عملکرد، وزن میوه و افزایش تولید میوه در واحد سطح باشد مصرف توام کلات آهن به همراه سولفات روی پیشنهاد می‌شود ولی اگر هدف از تولید میوه افزایش خصوصیات شیمیایی میوه باشد مصرف کلات آهن به تنهایی می تواند کیفیت میوه آلبالو را افزایش دهد.

منابع

1. Abd El-Razek E.D., Treutter M.M, Saleh M., El-Shammaa A.A., and Abdel-Hamid N. 2011. Effect of nitrogen and potassium fertilization on productivity and fruit quality of 'Crimson seedless' grape. Agricultural Biology Journal of North American, 2: 330–340
2. Abdi G, and Hedayat M. 2010. Yield and fruit physiochemical characteristic of kabkab date palm as

affected by methods of iron fertilization. World Applied Sciences Journal, 10: 1328-1333.

3. Ahmad M., and Abdel F.M. 1995. Effect of urea, some micronutrients, and growth regulators folair spray on the yield, fruit quality, and some vegetative of, Washington navel orange trees, Hortscience. 30(4): 774.
4. Almaliotis D., Velemis D., Bladenopoulou S., and Karapetsas, N. 2000. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield, In IV International Strawberry Symposium. 567:447- 450.
5. Anonymous A. 2013. FAO Statistical Databases (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Italy.
6. Arnon, A. N. (1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 23,112-121.
7. Ashouri M., Kalhor M., Lolaii A., and Ershadi A. 2016. The effect of urea, zinc and iron on morphological and physiological indices of grapes. Environmental Physiology Plant, 10(37) 43- (In Persian).
8. Babalar M., Mohebi M., Askari S.M., and Talaee A. 2015. Effect of iron and nitrogen application on quantitative and qualitative characteristics of apple "cv. Fuji". Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 27.4: 701-712. (In Persian).
9. Bahure G.K., Mirza I.A.B., Bankar R.T., Puri A.N., and Mirche S.H. 2016. Effect of foliar application of zinc, iron and magnesium on growth, yield and quality economics of soybean (G*lycine max* (L.) Merill). Ecology, Environment and Conservation, 22: 129-132.
10. Brown P. H., Cakmac I., and Zhang Q. 1993. Form and function of zinc in plant . Pp. 93-106. In: A. D. Robson (ed.). Zinc in soils and plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherland.
11. De Ancos B., Sgroppo S., Plaza L., and Cano M.P. 2002. Possible nutritional and health related value promotion in orange juice preserved by high pressure treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 790-796.
12. Doleh L., Hasan Porasil M., and Abdollahe H. 2010. Factors determining the commercial maturity of the fruit of pear cultivars (*Pyrus communis* L). Journal Horticultural Science. 42(2): 196-189. (In Persian).
13. Eisa S.A.L., Taha M.B., and Abdalla M.A.M. 2011. Amendment of soil fertility and augmentation of the quantity and quality of soybean crop by using phosphorus and micronutrients. International Journal of Academic Research. 3: 800-808.
14. Esmaeilizadeh M., Talaie A. R., Lesani H., Javanshah A., Hokmabadi H. 2014. Effect of shoot girdling, fruit thinning and foliar application of urea, zinc sulfate and sucrose on yield, leaf chlorophyll content, photosynthesis rate and nut quantitative characteristics of Pistachio cv. 'Ohadi'. Iranian Journal of Horticultural Science, 3(28): 277-287.
15. Fernandes E., Barranco R.D., and Benlloch M.1993. Overcoming iron chlorosis in olive and peach trees using a low-pressure trunk-injection method. Horticultural Science, 28:192-194
16. Ferretti G., Bacchetti T., Belleggia A., and Neri D. 2010. Cherry antioxidants: From Farm to Table, Review. Molecules. 15: 1420-3049.
17. Ghaderi N., Vezvaei A., Talaei A.R., Babalar M. 2003. Effect of boron and zinc foliar spraying as well as concentrations of these elements on some leaf and fruit characteristics of almond. Iranian Journal of Science and Technology, 34(1): 127-135. (In Persian).
18. Ghesmati M., Moradinezhad F., and Khayayt M. 2017. Effects of foliar application of calcium nitrate and calcium chloride on antioxidant properties and quality of *Ziziphus jujuba* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 33(5), 871-881. doi: 10.22092.
19. Ghorbanli M., Babalar M. 2003. Mineral Nutrition of Plants, 1st, Tehran Teacher Training University Pub, Tehran, 356p.
20. Hao H. L., WeiY. Z., Yang X. E., Ying F. E. N. G., and Wu C. Y. 2007. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). Rice Science, 14(4): 289-294.
21. Hasani M., Zamani Z., Savaghebi G. and Fatahi R. 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 471-480. (In Persian with English abstract).
22. Hosseini Molla S. M., Askari Sarcheshmeh , M.A and Orang k. 2016. Effect of iron foliar application on some physiological characteristics and fruit quality of peach (*Prunus persica CV. Alberta*), Iranin Society of Plant Physiology, 4(14): 112-116. (In Persian with English abstract).
23. Houimli S. I. M., Jdidi H., Boujelben F., and Denden M. 2016. Fruit yield and quality of iron-sprayed tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) grown on high pH calcareous soil. International Journal of Innovation Science and Research, 20(2): 268-271. (In Persian).
24. Ieri F., Pinelli P., and Romani A. 2012. Simultaneous determination of anthocyanins, coumarins and phenolic acids in fruits, kernels and liqueur of *Prunus mahaleb* L. Food Chemistry, 135(4):2157–2162.

25. Jiménez S., Garín A., Gogorcena Y., Betrán J. A., and Moreno M. A. 2004. Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: influence of different rootstocks. Journal of Plant Nutrition, 27(4): 701-712.
26. Khan H. R., Donald G. K., and Rengel Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea, Plant Soil. 241: 389-400.
27. Khoshgoftar A. H., Shariatmadari H., Karimian N., Kalbasi M., Vanderzee S. E., and Parker. D. R. 2004.Salinity and Zn application effects on phytoavailability of Cd and Zn. Soil Science Society of America Journal, 68: 1885–188.
28. Kobraee S., NoorMohamadi G., Heidari Sharifabad H., Darvish Kajori F., and Delkhosh B. 2011. Influence of micronutrient fertilizer on soybean nutrient composition. Indian Journal of Science and Technology, 4(7): 763-769.
29. Kong J., Dong Y. Xu. L., Liu S., and Bai X. 2014. Effects of exogenous salicylic acid on alleviating chlorosis induced by iron deficiency in peanut seedlings (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Plant Growth Regulation, 33: 715-729
30. Korcak, R.F. 1987. Iron deficiency chlorosis. Horticultural Review, 9: 133-186.
31. Lolaei A., Rezaei M.A., Khoramrad M., and Kaviani B. 2012. Effect of paclobutrazol and sulfate Zinc on vegetative growth, yield and fruit quality of strawberry *Fragaria ananassa* Duch. cv. Camarosa. Indian Journal of Annuals of Biological Researchers, 3(10): 4657-4662.
32. Lucena J. J. 2003. Fe chelates for remediation of Fe chlorosis in strategy I plants. Journal of Plant Nutrition, 26(10-11): 1969-1984.
33. Maghsoudi Sh. 2005. The technology of lavashak and prunus processed making tamarind. gharahghorout. First edition,Tehran, Marzedanesh Publications, p: 131.
34. Mansouri S., BabalarM., Kalantari, S., and Askary S. M. A. 2017. Effect of the foliar spraying of iron and soil application of the ammonium nitrate, on postharvest quality of apple 'Delbar stival'. Iranian Journal of Horticultural Science, 48(3). 503-515. (In Persian).
35. Marschner P. 2012. Mineral nutrition of higher plants, 3rd ed; Academic Press, London, UK. Pp. 178–189.
36. Mass J.L. 2002. Compendium of Strawberry diseases. Published by the American psychopathological society, in cooperation with Agricultural Research service USA Department of Agriculture, pp.15-18.
37. Mirzapour M. H., and Khoshgoftarmanesh A. H. 2013. Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. Journal of Plant Nutrition, 36(1), 55-66. (In Persian)
38. Mohamadipoor R., Sedaghathoor S. Khomami M. A .2013. Effect of application of iron fertilizers in two methods 'foliar and soil application' on growth characteristics of Spathyphyllum illusion. European Journal of Experimental Biology, 3: 232-240. (In Persian).
39. Molassiotis A., Tanou G., Diamantidis G., Patakas A., and Therios, I. 2006. Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. Journal of Plant Physiology, 163:176-185
40. Mosavi S. R., Galavi M., and Ahmadvand G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1256-1260. (In Persian)
41. Moustafa A.A., Elshazly, S.A., Eissa A.M., and Zahran M.A. 1986. Effect of foliar applications of chelated Fe, Zn and Mn on leaf mineral content, yield and fruit quality of Roumi Red grape-vines. Journal of Annals of Agricultural Sciences, 31: 623-635.
42. Movahhedi Dehnavi M., Sanavi A. M., Soroush-Zade A., and Jalali M. 2004. Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties under drought stress and foliar application of zinc and maganese. Biaban, 9: 93-110. (In Persian).
43. Omidi L., Dashti H., Mozaffari V., and Tajabadipour A. 2010. Effect of foliar and soil application of zinc and copper on some quantitative and qualitative properties of pistachio trees. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 14(52): 149-162. (In Persian).
44. RaeseT., and Drake S.R .2008. Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji'apples. Journal of Plant Nutrition, 20(12): 1797-1809.
45. Rahii, A., Davoodi I.F. M., Azizi, F., and Habibi, D. 2012. The study examIned the effects of different amounts of humic acid and response curves In the *Dactylis glomerata*. Iranian Journal of Genetics and Plant BreedIng, 8(3): 15-28.
46. Roosta H.R., and Mohsenian Y. 2012. Effect of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum* L.) plants in aquaponic system. Journal of Horticultural Science, 146: 182-191. (In Persian).

47. Sadati S., Moallemi N., Mortazavi M.H., and Sayyednezhad M. 2012. The effect of foliar application of zinc sulphate and boric acid soluble sugar and oil content of three varieties of olive changes during fruit ripening. 7th Iranian Horticultural Science Congress. (In Persian).
48. Sharma A. K., Srrvastava, B. N., Johri P. C., and Rathore V. S. 1992. Kinetics of zinc uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal corn roots, Biology and Fertility of Soils. 13: 206-210.
49. Silva F.J.P., Gomes M.H., Rodrigues J., and Almeida D.S.F. 2008. Antioxidant properties and fruit quality during long-term storage of "Rocha" pear: effects of maturity and storage conditions. Journal of Food Quality, 33 (1): 1–20.
50. Terry N. 1980. Limiting factors in photosynthesis I. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo. Plant Physiology, 65(1): 114-120.
51. Yeasmin T., Absar N., and Savker A.A. 1995. Effect of foliar spray of micronutrient and urea on the nutritional quality of mulberry leaves. Indian Journal of Agriculture, 34(2):149-152.
52. Zabihi H.R., and Nourihoseini S.M. 2017. Application of Sulfur in Calcareous and Saline-Sodic Soils of Khorasan Razavi Province to Enhance Plant Yield. Journal of Land Management, 5(1). 33-45. (In Persian)
53. Zhao-liang L., Young-Bing Y., Cheng-lian L., Zong-Xun C., and Tsung-Hsum T. 1998. Regulation of antioxidant enzymes by salycilic acid in cucumber leaves. Acta Botanica Sinica, 40 (4), 356-36.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 311-322
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۲۲-۳۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effect of Foliar Application of Iron and Zinc Micronutrients on Yield and Quality Properties of Sour cherry Fruit (*Prunus cerasus* L.)

M.Ghesmati[1]*- F. Moradinezhad[2]

Received: 24-10-2018
Accepted: 08-06-2019

Introduction: Sour cherry is one of the most strategically important horticultural products in the Khorasan Razavi province that proper nutrition can improve the performance of the plant. This fruit is rich in vitamins, antioxidants, and soluble fiber, which is very useful for lowering blood pressure. Proper nutrition is one of the important factors in determining the quantity and quality of the fruit. In arid and semi-arid regions, micronutrient elements availability is one of the factors that limits growth, yield, and quality of fruit trees , because absorption of nutrients being limited due to the alkalinity of the soil. So, the use of an appropriate method to provide the required nutrients by plants is necessary. Foliar application of nutrient is one of the important ways in the food supply for plants. Hence, spraying is an effective way to reduce nutritional disorders in plants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of iron and zinc micronutrients on the yield and physicochemical properties of sour cherry fruit .

Materials and Methods: In order to investigate the effect of spraying of iron chelate and zinc sulfate on yield and qualitative characteristics of the sour cherry fruit, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications in the commercial orchard of Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran. The first factor was spraying iron 6% Fe-EDDHA at 3 levels (0, 2 and 4 g l-1) and the second factor was spraying zinc sulfate at 3 levels (0, 2 and 4 g l-1). The treatments were applied in two stages, 20 days after the whole flowering stage and 20 days after the first spraying. Spraying chemicals was done in the morning when temperature and humidity were not high.. Fruit and leaves samples were collected, at the commercial maturity stage of fruit, from each tree include one kilogram of fruit and half kilogram leaves. Thereafter, healthy fruits and leaves of the same shape, size, and color were selected to determine the biochemical properties of fruit and chlorophyll leaves. In this experiment, 36 grilled cherry trees of 10 years old with a spacing of 3×4 m were used. The general conditions of the selected trees were similar to other garden trees, and irrigation (dripping), pest and disease control were applied uniformly to all treated trees. The studied traits included the fresh weight of fruit, dry matter percentage, fruit yield, fruit juice acidity, soluble solids, total antioxidant, trace related to chlorophyll content, iron and zinc concentration in leaves.

Results and Discussion: The results showed that different levels of iron chelate, zinc sulfate, and their interaction increased fruit fresh weight, dry matter percentage, fruit yield and chlorophyll traits. An individual application of 4 g l^{-1} of iron or zinc, and also their combination application showed the greatest values on evaluated traits In addition, the soluble solids, total antioxidant, and iron leaf values were only affected by different levels of chelate iron, which improved with increasing spraying levels of the studied traits. Sprayed with zinc sulfate could increase the concentration of zinc in the leaves but the acidity of juice was not affected by the treatments. The results showed that different levels of zinc significantly affected all quantitative traits of sour cherry fruit than iron chelate. However, spraying with iron chelate had a significant effect on the quality traits of fruit, including total soluble solids and total antioxidants. Moreover, the combination effect of chelate iron and zinc sulfate in comparison to their individual application had a better effect on the quantitative and chlorophyll traits of the cherry leaf. The highest increase in both zinc and iron content of leaf samples were obtained in trees that were treated with 4 g l^{-1} of zinc or iron solutions, respectively. The results show that foliar application of high concentrations of both chemicals increased zinc or iron content of leaf samples about 30% compared to the control. Thus, not only higher yield but also quality improvement of sourcherry fruit occurred in treated trees. Our results was in accordance with the findings of previous studies on different fruit tress like grapes, pistachio and orange. According to the results, it can be concluded that spraying with zinc sulfate and iron chelate during plant growth season can increase yield and improve the physical and chemical properties of the sour cherry fruit.

Keywords: Antioxidant, Chlorophyll, Dry Matter, TSS, Yield

1 and 2- M.Sc. Graduated of Medicinal Plants and Associated Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: ghesmati25@gmail.com)

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 323-333
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۳۳-۳۲۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی اثر محلولپاشی سولفات آهن و روی بر کاهش عارضه دانه سفیدی انار رقم 'شیشه کپ'

حمیدرضا ذبیحی[1*] - سعید رضائیان[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۱

چکیده

انار از محصولات مهم باغبانی است که در نواحی نیمه گرمسیری و حواشی کویر ایران کشت می‌شود. به منظور بررسی اثر محلولپاشی سولفات آهن و سولفات روی بر کاهش عارضه دانه سفیدی رنگ دانه انار رقم 'شیشه کپ' آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای طرح شامل: عامل اول محلولپاشی سولفات آهن (صفر، ۳، ۶ درهزار) و عامل دوم محلولپاشی سولفات روی (صفر، ۳، ۶ درهزار) بود. نتایج نشان داد که محلول پاشی، غلظت عناصر را به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) در برگ انار افزایش داد. بیشترین غلظت هر دو عنصر در برگ از سطوح محلول‌پاشی شش در هزار به دست آمد. اثر متقابل تیمارهای آهن و روی بر غلظت آهن در برگ انار نیز در سطح ۱ درصد معنی دار بود و بیشترین غلظت آهن در برگ از تیمار توام محلول پاشی سولفات روی و سولفات آهن در غلظت ۶ در هزار (۲۵۷/۷ میلی گرم بر کیلوگرم) بدست آمد. اثر خالص محلولپاشی سولفات آهن بر غلظت آهن در آب انار معنی‌دار نبود، اما اثر خالص محلول‌پاشی با سولفات روی باعث افزایش غلظت روی در آب انار (۰/۷۸ میلی گرم بر کیلوگرم) شد. رنگ دانه انار در تیمارهای شش درهزار سولفات روی تنها و تیمار توام سه در هزار سولفات روی بعلاوه سه در هزار سولفات آهن قرمزتر بود. لذا محلولپاشی سولفات روی و سولفات آهن با غلظت سه در هزار برای کاهش عارضه سفیدی دانه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کیفیت میوه، عناصر ریز مغذی، تغذیه

مقدمه

انار یکی از محصولات مهم باغبانی است که در نواحی نیمه گرمسیری و حواشی کویر ایران کشت شده است و نقش زیادی در وضعیت اقتصادی مردمان این مناطق دارد. در سال های اخیر به دلیل کیفیت خوب انار ایران این محصول گران بها مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان واقع شده است.

انار درختی بسیار قدیمی است که تقریباً همزمان با انجیر و انگور و قبل از هلو زردآلو و بادام شناخته شده و مورد توجه قرار گرفته است. اعتقاد بر آن است که انار محصول بومی ایران و مناطق اطراف آن است و با توجه به طبیعت نیمه گرمسیری انار می توان نتیجه گیری کرد که مناطق کویری ایران با آب و هوای گرم و خشک برای کاشت و پرورش اقتصادی انار مناسب می باشد. اسلیکوف انار را بومی ایران می داند و ذکر می کند که انار بطور گسترده ای در ایران اسپانیا مراکش مصر افغانستان و بلوچستان کشت می‌شود (۲).

انار بومی منطقه وسیعی است که از ایران شروع می شود و تا کوه های هیمالیا درشمال هندوستان امتداد دارد. انار در مناطق مدیترانه ای آسیا، امریکا و قسمتهایی از اروپا کشت می شود (۶). رشد سالیانه انار در فصل بهار با باز شدن برگها در دمای متوسط ۱۰ در جه سانتیگراد آغاز می شود . در حدود یک ماه پس از رشد کامل برگ جوانه های گل ظاهر و پس از ۱۵-۲۰ روز گلها به صورت منفرد یا چند تایی بصورت گل آذین گرزن در انتهای محور شاخه تشکیل می شود. گل ممکن است در انتهای شاخه های کوتاه با رشد کم که اصطلاحا سیخک گفته می شود و یا در انتهای شاخه های نسبتا بلندتر که به شاخه چه گفته می شود تشکیل شود . مرغوبترین میوه‌ها حاصل گلهای اول انار هستند.این گلها که در روی شاخه های سال قبل تشکیل می شوند اهمیت اقتصادی زیادی دارند زیرا این گل‌ها بطور عمده تبدیل به میوه شده و میوه های تولید یاز این سری گل‌ها درشت تر و مرغوبتر بوده با قیمت بالاتری به فروش می رسند (۱۴).

انار مصارف متعددی از جمله تازه خوری، آب میوه، نوشیدنی، ژله و رب انار دارد همچنین بعنوان طعم دهنده و رنگ دهنده درنوشابه ها استفاده می شود (۱۵). سطح زیر کشت انار در ایران ۷۰۶۳۰ هکتار و

۱ و ۲- استادیار و مربی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: zabihi_hamidreza@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.76011

سطح زیر کشت آن در شهرستان فردوس حدود ۲۱۰۰ هکتار است، که رقم غالب و عمده درفردوس، انار شیشه کپ می باشد (۲). رقم شیشه کپ رقم صادراتی و تجاری این منطقه به شمار می‌رود زیرا دارای صفات انبار ی بازار رسانی و کیفیت خوبی می باشد.

خرسندی و همکاران (۹) ضمن بررسی اثر محلولپاشی روی بر عملکرد و کیفیت انار اعلام نمودند که محلول پاشی روی اثر معنی داری بر عملکرد و بازار پسندی انار در هیچکدام از ارقام (توق گردان، شهوار دانه قرمز، ملس یزدی و زاغ یزدی) نداشت. محلولپاشی عنصرروی غلظت روی برگ در هر چهار رقم مورد بررسی را افزایش داد اما بر غلظت روی در دانه انار اثر معنی داری نداشت.

داور پناه و همکاران (۴) ضمن بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات روی و بور را بر عملکرد کمی و کیفی انار، اعلام نمودند که محلول پاشی غلظت روی و بور برگ انار را به طور معنی داری افزایش داد همچنین محلول پاشی این عناصر باعث افزایش عملکرد انار گردید.حسنی و همکار ان (۸). ضمن بررسی اثر محلول پاشی روی و منگنز بر عملکرد و کیفیت انار و ترکیب شیمیایی برگ انار، اعلام نمودند که محلول پاشی منگنز اثر معنی دار مثبتی بر Tss ونسبت Tss/TA، میزان آب میوه و سطح برگ انار داشت.

محلول پاشی منگنز میزان منگنز برگ را افزایش داد اما باعث کاهش میزان روی و مس در برگ گردید. محلول پاشی روی باعث افزایش روی، اما کاهش غلظت منگنز و مس در بر گ انار شد. محققین فوق غلظت‌های ۰/۶درصد سولفات منگنز و ۰/۳درصد سولفات روی را برای محلول پاشی توصیه نمودند (۸).

اونیش (۱) اعلام نمود که محلول پاشی بور با غلظت دو درهزار و روی ۵ در هزار به طور معنی داری ریزش کل و ترکیدگی میوه را کاهش و تشکیل میوه، اندازه میوه، وزن میوه و میزان آب میوه، مواد جامد محلول و نسبت Tss/acid را افزایش داد.

مطالعات زیادی راجع به اثر روی در درختان میوه صورت گرفته که نشان دهنده تاثیر مثبت و مفید آن در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت می باشد. روی از طریق افزایش سطح فتو سنتز کننده درختان همچنین تقویت رشد رویشی باعث افزایش فتوسنتز در برگها شده و بر کیفیت میوه موثر است (۹، ۸ و ۱۱).

رسولی و ملکوتی (۱۳) اعلام نمودند که به دلیل حاکمیت شرایط آهکی و بالا بودن پ هاش خاک های کشور شدت کمبود روی و خسارات ناشی از آن حتی از کلروز آهن نیز بیشتر می باشد.روی یکی از عناصر ریز مغزی است که اهمیت آن در عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه به اثبات رسیده است.

دیکسیت و همکاران (۵) با محلول پاشی مرکبات دارای کمبود روی موجب افزایش اندازه میوه ،درصد آب میوه ،میزان مواد جامد محلول و ویتامین ث گردیدند.

آهن یکی دیگراز عناصر ریز مغذی ضروری برای رشد تمامی گیاهان است و متجاوز از یک قرن است که ضرورت وجود آهن برای تغذیه گیاهان شناسایی شده است. آهن به وسیله ریشه گیاهان به صورت یون دو ظرفیتی و یا نمک‌های آلی بصورت ترکیبات پیچیده جذب می شود. وقتی که آهن به شکل سولفات آهن و ترکیبات آلی (کلات) بر روی برگ‌های گیاه پاشیده شود به وسیله برگ‌ها نیز جذب می شود (۱۰).

در این میان به دلایل مختلفی از جمله صرفه اقتصادی ضرورت حفظ محیط زیست و عدم موفقیت بعضی از روشهای معمولی، روشهای مصرف کود نیز اهمیت زیادی پیدا کرده است. مصرف خاکی کودها بعنوان کود دهی پایه در کشاورزی مطرح است. محلول پاشی در درختان میوه اهمیت بسزایی در تامین عناصر غذایی پیدا کرده است.

رنگ میوه یکی از پارامترهای کیفی مهم است که توسط مصرف کننده ارزیابی می شود و در پذیرش محصول انار نقش اساسی دارد. علاوه بر آن رنگ انار می تواند نشان دهنده کیفیت محصول نیز باشد.شناسایی رنگ می تواند هم توسط حواس حسی انسان و یا بوسیله ابزارهایی فیزیکی صورت پذیرد.در حال حاضر از ارزشهای وابسته عددی برای ارزیابی کیفی رنگ‌ها استفاده می‌شود (۱۶ و ۱۲).

عارضه سفیدی دانه انار برای اولین بار در سال ۱۳۸۰ در استان خراسان و از منطقه فردوس گزارش گردید. نتایج آنالیز آب انار انجام شده بر روی نمونه ها ی ارسالی از فردوس در آن سال حاکی از کمبود آهن و روی در آب انار دچار عارضه سفیدی نسبت به انار های سالم بود بر این اساس و با توجه به وضعیت عمومی خاک های منطقه پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر محلول پاشی آهن و روی از منابع سولفات آهن و سولفات روی بر رفع عارضه سفیدی دانه انار طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر محلولپاشی غلظت های مختلف سولفات آهن و روی بر کاهش عارضه سفیدی رنگ دانه انار رقم شیشه کپ آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای طرح شامل: عامل اول محلولپاشی سه غلظت سولفات آهن (۰، ۳ و ۶ درهزار) و عامل دوم سه غلظت سولفات روی (۰ ،۳ و ۶ در هزار) بود. باغ مورد نظر در منطقه انار کاری برون واقع درحومه شهرستان فردوس با مشورت کارشناس باغبانی منطقه انتخاب و رقم انار باغ (شیشه کپ) و وجود عارضه سفیدی دانه در سال قبل در این باغ به تایید ایشان رسید. فاصله در ختها ۲/۵ ×۳ متر و سن باغ حدود ۱۲ سال بود. از خاک و آب باغ مورد نظر نمونه برداری شد. نتایج در جداول شماره ۲و۳ آمده است.

هر کرت آزمایشی شامل سه درخت بودکه نمونه برداری‌های برگ و میوه جهت آنالیز از درخت وسط انجام شد. قبل از محلول پاشی از برگ درختان نمونه برداری بعمل آمد. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. محلولپاشی با غلظت های مورد نظر دو بار، ابتدا در اواسط خرداد و با فاصله یک ماه انجام و پس از یک ماه از آخرین محلول پاشی نمونه برداری برگ انجام شد. در اواخر شهریور ماه از میوه ها نمونه برداری شد، وبه آزمایشگاه بخش خاک و آب ارسال گردید. نمونه ها در آزمایشگاه بررسی و بدلیل عدم رنگ گرفتن دانه های انار مورد تجزیه قرار نگرفت. نوبت دوم نمونه برداری انار در نیمه اول آبان ماه انجام شد. نمونه ها پس از ارسال به بخش تحقیقات خاک و آب مورد آنالیز قرار گرفت. از هر نمونه یک انار جداگانه آبگیری شد و هم زمان کیفیت آب انار به دو روش پانل (به وسیله مشاهده گران رنگ) پانلیست ها تنها با عبارت تیمار براساس شماره مواجه بوده اند و بنابراین از تیمارهای محلولپاشی اطلاعی نداشته اند و آزمایشگاهی در محل آزمایشگاه کیفی شرکت چین چین بین الملل از نظر رنگ مورد بررسی قرار گرفت (بدلیل تشابه رنگی رنگ آب انار و رب امکان انجام آنالیز فراهم شد). اندیسهای L*a*b* تمامی نمونه های مورد مطالعه توسط دستگاه هانترلب مدل (Colorimeter, Minolta CR-400, Japan)اندازه گیری گردیدند .فضای رنگی (L*a*b یا CIEL)یک استاندارد بین المللی برای اندازه‌گیری رنگ است که توسط کمیته بین المللی روشنایی (CIE) در سال ۱۹۷۶ ارائه گردید. L جزء نشان‌دهنده روشنایی می‌باشد و بین ۰ و ۱۰۰ سانتیمتر متغیر است. و پارامترها a (از سبز تا قرمز) و b از آبی تا زرد اجزای رنگی می‌باشند که ۱۲۰- تا ۱۲۰ سانتیمتر هستند (۱۶ و ۱۲).

سپس نمونه های آب انار به آزمایشگاه کنترل کیفی باغبانی بخش تحقیقات نهال بذر ارسال و بریکس و پ هاش نمونه ها تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین ها بروش دانکن انجام شد . گراف ها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شد.

جدول ۱- غلظت عناصر غذایی برگ انار قبل از محلول‌پاشی

Table1 – Nutrient concentration of the pomogeranate leaf before spraying

Nutrients Concentration غلظت عناصر غذایی	N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	بور
		%				($mgKg^{-1}$)		
	1.99	0.12	1.24	111	41	19	7	17

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد بررسی

Table2- Soil physical and chemical characteristics of the orchard

Depth	Clay	Silt	Sand	O.C	T.N.V	N	K	P	Cu	Zn	Mn	Fe	EC	pH
عمق	رس	سیلت	شن	کربن آلی	آهک معادل	نیتروژن	پتاسیم	فسفر	مس	روی	منگنز	آهن	شوری	واکنش
(cm)			%						$mgkg^{-1}$				dS/m	
	7	31	62	0.2	19	0.017	106	3	0.2	0.24	5.82	3.6	1.4	8.5

جدول ۳-ترکیب شیمیایی آب آبیاری

Table3- Chemichal composition of the irrigation water

Sum of .anions	$Co3^{2-}$	HCo^{3-}	Cl^{-}	Sum of.cations	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	pH	S.A.R	EC
مجموع آنیون ها	کربنات	بی کربنات	کلر	مجموع کاتیون ها	کلسیم	منیزیم	سدیم	واکنش	اس.ای.آر	شوری
			me/li							dS/m
12.3	0.7	3.9	7.7	15.3	3.2	2	11.9	8.5	7.4	1.5

همان گونه که از جدول‌های ۲ و ۳ مشخص است واکنش خاک باغ و آب آبیاری بالا بوده میزان عناصر کم مصرف خاک پایین تر از حد بحرانی عمومی برای درختان میوه می باشد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ، آب آبیاری و وضعیت عناصر غذایی در برگ درختان انار در منطقه برون فردوس در جداول

(۱، ۲ و ۳) آمده است. با توجه به جدول‌های فوق مشاهده می‌شود که پ هاش خاک و آب آبیاری بالا بوده و میزان عناصر غذایی در خاک و برگ در مورد روی و آهن زیر حد کفایت و بحرانی می باشد. اگر چه کمبود دیگر عناصر در خاک و برگ کاملا مشهود است .متاسفانه میزان ماده آلی خاک نیز بسیار کم است .جمیع نتایج حاصل از آنالیز خاک و برگ حاکی از مشکلات تغذیه ای درختان میوه در منطقه می باشد.نتایج دیگر محققین نیز نشان داده است که کمبود آهن و روی بیشتر در گیاهانی دیده می شود که در خاکهای آهکی با پ هاش بالا تر از ۷/۵ رشد می کنند .در این شرایط فراهمی آهن و روی بشدت کاهش می یابد.

نتایج آنالیز واریانس داده ها در جدول ۴ نشان داده شده است. اثر خالص آهن بر عملکرد انار، pH، غلظت آهن در برگ و غلظت روی در آب انار معنی دار بود. همچنین اثر خالص روی بر عملکرد انار، غلظت روی دربرگ و آب انار معنی دار بود. اثر متقابل آهن و روی بر عملکرد انار، غلظت آهن و روی در برگ و آب انار معنی دار بود.

جدول۴- تجزیه واریانس عملکرد، pH، بریکس، غلظت آهن و روی در برگ و آب میوه انار

Table4-ANOVA for yield, pH, brix and concentration of Fe and Zn in leaf and juice of the pomegranate

Source of variation منابع تغییرات	Df درجه آزادی	Mean of Squares میانگین مربعات						
		Zn_{juice} روی آب میوه	Fe_{juice} آهن آب میوه	Zn_{Leaf} روی برگ	Fe_{Leaf} آهن برگ	Brix بریکس	pH اسیدیته	Yield عملکرد
Rep تکرار	2	0.026^{ns}	0.064^{ns}	13.00^{ns}	324.111^{ns}	1.452^{ns}	0.09286^{ns}	7.350^{ns}
Fe آهن	2	0.519^{*}	0.521^{ns}	13.77^{ns}	46160.4^{**}	1.285^{ns}	0.119^{*}	76.704^{**}
Zn روی	2	0.541^{*}	0.106^{ns}	55225.3^{**}	1367.4^{ns}	0.419^{ns}	0.001^{ns}	116.037^{**}
Zn*Fe روی*آهن	4	0.533^{*}	1.101^{*}	31.3^{*}	1441.2^{**}	0.725^{ns}	0.06686	10.593^{**}
Error خطا	16	0.009	0.005	50	283.6	1.304	0.027	2.287
C.V% ضریب تغییرات		14.71	23	26.7	10.7	6.86	6.02	6.23

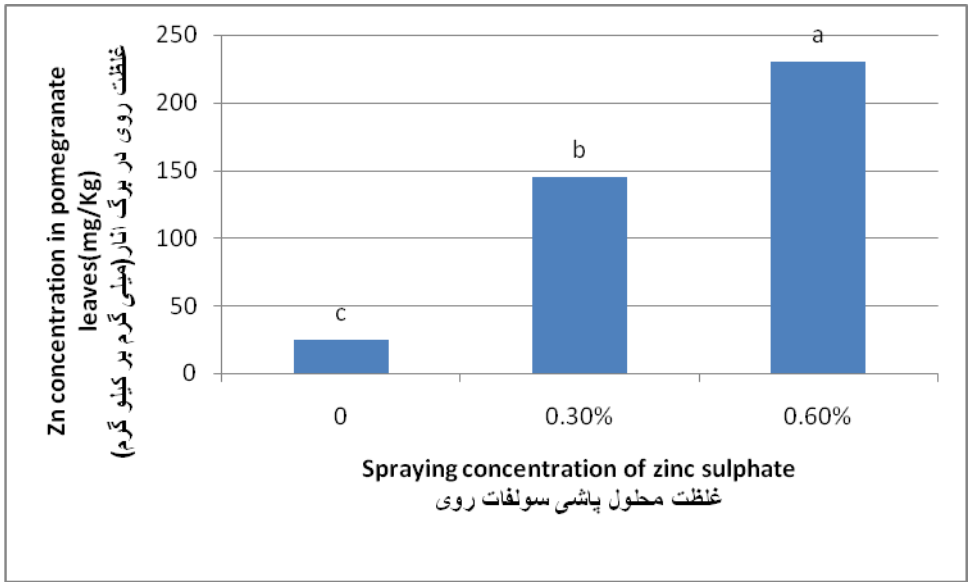
جدول ۵- اثر متقابل محلول پاشی سولفات آهن و سولفات روی بر غلظت آهن (میلی گرم در کیلو گرم) در برگ انار

Table5- Interaction effect of iron sulphate ×zinc sulphate foliar application on the iron concentration in the pomegranate leaf

Treatments تیمارها		
Zinc sulphate سولفات روی (mg/ 1000cc) میلی گرم در ۱۰۰۰سی سی	Iron sulphate سولفات آهن (mg/ 1000cc) میلی گرم در ۱۰۰۰سی سی	Leaf Fe concentration غلظت آهن برگ (mg/Kg)
0	0	107 D
3	0	97 D
6	0	95.33 D
0	3	173.7 C
3	3	191.7 BC
6	3	193.7 ABC
0	6	240.3 AB
3	6	245.3 AB
6	6	257.7 A

Treatments with similar alphabet have no significance difference at the α= 0.05 level

تیمارهایی که دارای حروف مشابه می باشند با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد به روش دانکن ندارند

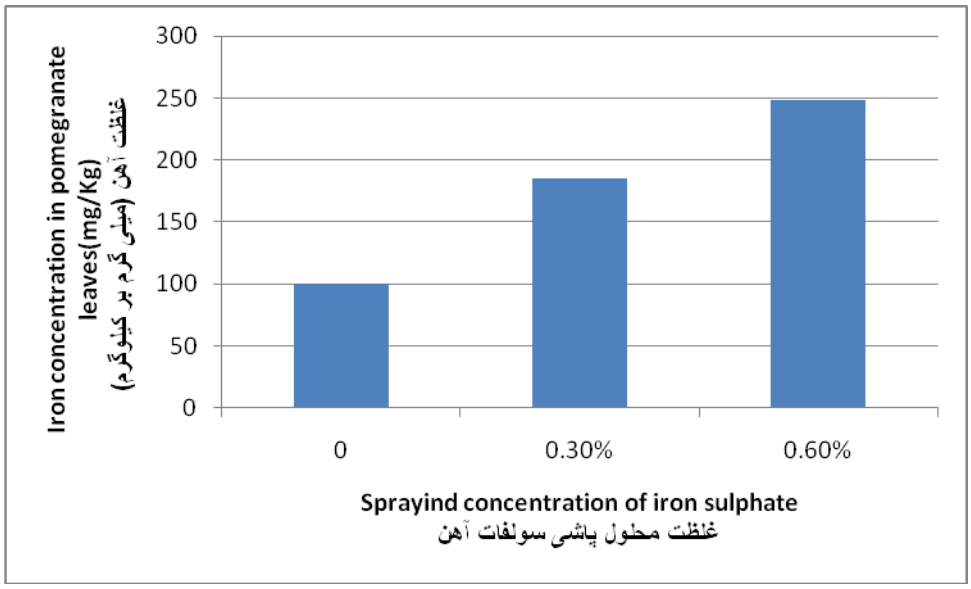


شکل ۱- غلظت روی در برگ پس از محلول پاشی برگ با غلظت‌های مختلف سولفات روی

Figure1- Effect of zinc sulphate spraying on the Zn concentration of pomegranate leaves

ستون های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد می باشند

Columns with similar letter are not different



شکل۲- غلظت آهن در برگ پس از محلول پاشی برگ با غلظت های مختلف سولفات آهن

Figure2- Effect of iron sulphate spraying on the Fe concentration of pomegranate leaf

ستون های با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد می باشند

Columns with similar letter are not different

الف: برگ

نتایج حاصل نشان داد که غلظت عناصر آهن و روی به طور معنی داری (در سطح ۱ درصد) در برگ انار افزایش یافت به طوری که غلظت روی در برگ از ۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار شاهد (بدون محلولپاشی) به ۲۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار محلولپاشی ۰/۶٪ افزایش یافت (شکل۱). براون و کوئین لانگ (۱۱) نیز چنین نتایجی را بدست آوردند. افزایش غلظت عناصر در برگ اگر چه زیاد به نظر می رسد اما هیچگونه اثر منفی بر رشد درخت و یا ایجاد عارضه ظاهری نداشته است. میانگین غلظت روی و آهن در تیمارهای شاهد که سفیدی دانه در آنها شایع تر بود پایین بود. براین

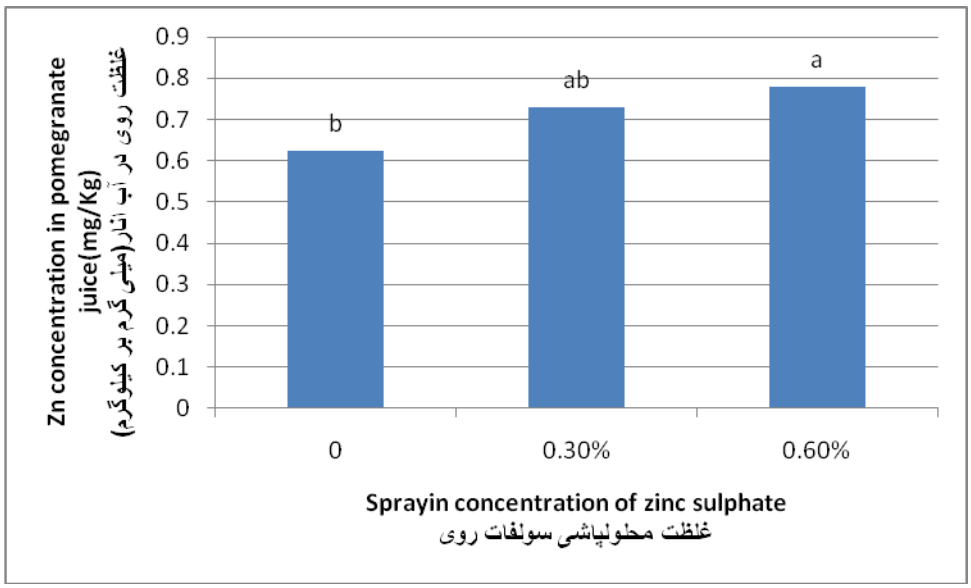
اساس بیشترین غلظت هردو عنصر در برگ از سطوح محلول پاشی شش در هزار به دست آمد

اثر متقابل تیمارهای آهن و روی بر غلظت آهن در برگ انار نیز در سطح ۱ درصد معنی دار بود و بیشترین غلظت آهن در برگ از تیمار توام محلول پاشی سولفات روی و سولفات آهن در غلظت ۶ در هزار بدست آمد (جدول ۵).

این اثر برای غلظت روی در برگ نیز معنی دار بود .داده ها ارائه نشده اند.

ب: آب انار

نتایج نشان داد که اثر خالص محلولپاشی سولفات آهن بر غلظت آهن آب انار معنی دار نبود اما اثر خالص محلول پاشی با سولفات روی باعث افزایش غلظت روی در آب انار شد.

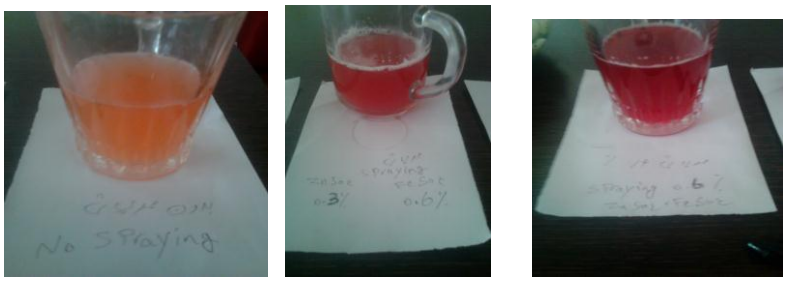


شکل ۳- اثر تیمارهای محلولپاشی سولفات روی بر غلظت روی در آب انار

Figure3- Effect of zinc sulphate spraying on the Zn concentration of pomegranate juice

ستون های دارای حروف مشابه بایکدیگر اختلاف معنی داری ندارند

Columns with similar letter are not different



A B C

شکل ۴-اثر تیمارهای آزمایش بر رنگ آب انار:A بدون محلولپاشی ; B محلولپاشی باسولفات روی۰/۳ درصد و سولفات آهن ۰/۶ درصد : C محلولپاشی باسولفات روی ۰/۶ درصد و سولفات آهن ۰/۶ درصد

Fig4- Effect of experimental treatments on pomegranate juice color :A) control (without spraying); B) Spraying with Zinc sulfate 0.3% and Iron sulfate 0.6%; C) Spraying with Zinc sulfate0.6% and Iron sulfate 0.6%

اثر خالص تیمار سولفات روی بر pH آب انار در سطح ۵ درصد معنی دار بود و سطح دوم محلولپاشی با سولفات آهن نسبت به دیگر سطوح باعث افزایش این فاکتور شد. اثر متقابل تیمارهای محلولپاشی سولفات آهن وسولفات روی بر این فاکتور نیز در سطح ۵ درصد معنی دار بود. اثر تیمارهای آزمایشی بر بریکس معنی دارنبود.

نتایج حاصل نشان داد که محلول پاشی بر روی کیفیت رنگ آب انار اثر داشته است و انجام تیمارهای محلولپاشی باعث افزایش قرمزی رنگ انار ها شده است.

جدول ۶- اثر تیمارهای آزمایش بر pH آب انار

Table6- The treatment effect on the pH of the pomegranate juice

Treatments تیمارها		
Zinc sulphate سولفات روی (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی	**Iron sulphate سولفات آهن (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی**	**pH اسیدیته**
0	0	AB2.59
3	0	B 2.5
6	0	AB 2.69
0	3	AB 2.8
3	3	A 2.92
6	3	AB 2.8
0	6	AB 2.66
3	6	AB 2.59
6	6	2.54 B

Treatments with similar alphabet have no significance difference at the α= 0.05 level

تیمارهایی که دارای حروف مشابه می باشند با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد به روش دانکن ندارند

جدول ۷- تست پانل رنگ انار (آب انار) در آزمایشگاه خاک و آب و تعیین کیفیت رنگ آب انار بوسیله دستگاه هانتر لب

Tale7- Pomegranate juice colour panel test in the soil and water lab and Instrumental determination of pomegranate juice color

Treatments تیمارها		Color quality according to CIEL کیفیت رنگ بر اساس دستگاه هانترلب		Color quality according to panel test کیفیت
Zinc sulphate سولفات روی (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی	**Iron sulphate سولفات آهن (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی**	**L**	**a**	
0	0	14	11	Colorless بی رنگ
3	0	13	11	Pink صورتی
6	0	9	15	Dark red قرمز تیره
0	3	12	12	Pink صورتی
3	3	10	14	Pink صورتی
6	3	10.5	12.5	Light red قرمز روشن
0	6	13	11.5	Pink صورتی
3	6	11	12	Pink صورتی
6	6	9	12	Light red قرمز روشن

. بهترین تیمارها در این بررسی تیمار محلولپاشی با غلظت شش در هزار سولفات روی به تنهایی که در هر سه تکرار با رنگ قرمز توسط افراد پانلیست مشخص شده است در سطح اول ومحلولپاشی سه در هزار سولفات روی به تنهایی و محلولپاشی توام سه درهزار

سولفات روی و سولفات آهن در سطح دوم بوده است است.

بـدترین تیمـار از نظـر کیفیـت رنـگ تیمـار اول (شـاهد بـدون محلولپاشی) بود که سه عبارت صورتی را به خود اختصاص داده است.

در این جدول حرف L نشان دهنده روشـنی رنـگ اسـت و بـه سمت سفیدی میل داردکه بین دو عدد صفر برای کاملاً تیره و عـدد صد برای کاملاً روشن تغییر می نماید. حـرف a نشـاندهنده قرمـزی رنگ آب انار می باشد .

لذا تیمارهای قرمز تیمارهایی هستند که مقدار L آنها کمتر از ۱۰ و مقدار a آنها بالاتر باشد (جدول ۷).

ج- عملکرد انار

همانطور که جدول آنالیز واریانس (جدول ۴) نشان مـی دهـد اثـر تیمارهای آزمایش بر عملکرد انار معنی دار بوده است. همچنین نتـایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد از تیمار محلولپاشی شش در هزار توام سولفات روی و آهن به میزان ۳۳ کیلو گرم انـار در درخت بدست آمد که نسبت بـه شـاهد ۶۵ درصـد افـزایش عملکـرد داشته است (جدول ۸). حسنی و همکاران (۸) نیـز نتـایج مشـابهی را گزارش نمودند. داور پناه و همکاران (۴) ضمن مطالعه اثرمحلولپاشـی با نانو روی در انار اعلام کردند که محلولپاشی باعث افزایش عملکـرد انار نسبت به تیمار شاهد شد.

جدول ۸- اثر متقابل محلولپاشی سولفات آهن × سولفات روی بر عملکرد انار (کیلو گرم در درخت)

Table 8- Interaction effect of foliar application of Iron sulphate ×Zinc sulphate on the yield of pomegranate (Kg/ tree)

	Iron sulphate سولفات آهن (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی		
Zinc sulphate سولفات روی (mg/ 1000cc) میلی گرم بر ۱۰۰۰ سی سی	0	3	6
0	20e	21de	23cde
3	23de	20de	26bc
6	24bcd	27b	33a

Treatments with similar alphabet have no significance difference at the α= 0.05 level

تیمارهایی که دارای حروف مشابه می باشند با یکدیگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد به روش دانکن ندارند

نتیجه‌گیری کلی

تیمارهای محلولپاشی باعث افزایش غلظت عناصـر آهـن و روی در برگ انار شد .این اثر در سطح ۵ درصد معنـی دار بـود و بیشـترین مقدار از تیمارهای محلولپاشی باغلظت شش در هزار سـولفات روی و سولفات آهن بدست آمد با این همه به دلیل رفتار خاص آهن در گیـاه و با توجه به بـالا بـودن میـزان pH آب آبیـاری و خـاک و وجـود کربنات و بیکربنات در آب آبیاری تاثیر آهن جذب شـده در بـرگ در میوه چندان مشهود نبود. به احتمال زیاد عوامل اقلیمی از جمله سرما نیز می تواند در ایجاد عارضه سفیدی دانه انارنقش داشته باشد

محلولپاشی با سولفات آهن و سولفات روی باعث بهبود رنگ دانه انار شد. با توجه به نتایج حاصل از اجرای طرح و باعنایت به بالا بودن پ هاش خاک و کمبود ماده آلی خاک های انار کاری منطقه فردوس محلولپاشی با غلظت شش درهزار سولفات روی و سـولفات آهـن دو بار در طول فصل با فاصله یک ماه توصیه می شود .

منابع

1- Avnish K.P.2007. Effect of N, K, Zn and B on growth, flowering and yield of pomegranate. Thesis for Master of Science in horticulture. Want singh parmar-university of Horticulture and Forestry. India.

2- Ata Hoseini A. 2001. Effect of several plant growth regulators on fruit quality and quantity characteristics and set percentage of flowers of pomegranates for shisheh cap CV in Ferdows. Master of Science Thesis. University of Shiraz. Shiraz. Iran.

3- Chundawat B., and Ranjitsingh S. 1980. Effect of growth regulators on phalsa (*Grewia asiatica L.*) 11. Chemical composition. Indian Journal of Horticulture. 37:255-261.

4- Davarpanah S., Tehranifar, A. and G. H. Davary nejad, J. Abadia, R. Khorasani, 2016. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum CV. Ardestani*) fruit yield and quality. Scientia Horticulturae. V of 210, 10, peygs: 57-64.

5- Dixit C.K., Gmdagni, R. and P.C. Jindal. 1978. Effect of foliar application of zinc and iron on chlorosis and yield of

kinnow (a mandarin hybrid). Progress in Horticulture, 10 (1):13-19
6- Fawole O. A, and Opara U.L. 2013. Developmental changes in matwity indices of pomegranate fruit. A descriptive review. Scienta Horticulture. 159:154-161.
7- Fekri M., Malakouti M.J., and Kalbasi M. 1999. Effects of foliar application on the leaves nutrients concentration, fruit set, yield and quality of pistachio. Soil and water Journal. Vol12. No 2.
8- Hassani M., Zamani. Z, Savaghebi.G. and Fatahi R. 2014. Effects of zinc and manganese as foliar spray on Pomegranate yield, Fruit quality and minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 7-12, N. 3. P: 471-480.
9- Khorsandi F. F. Yazdin A. and vazifeshenas M.R. 2009. Foliar Zinc fertilization improves are ketable fruit yield and quality attributes of pomegranate. International Journal of Agriculture and Biology. 11:766-770.
10-Lucena J.J and Apolaza. L.H. 2017. Iron nutrition in plants: An overview. Plant and Soil.418:1-4.
11- Malakouti M. J., Nafisi B., and Motashehzadeh B. 2001. National efforts for production of fertilizers as a step toward self-sufficiency and sustainable agriculture. Agriculture educational publishing Co.
12-Mendozaa F, Dejmekb P., and Aguileraa J. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. Journal of postharvest and biology and Technolgy, 41(3): 285-295.
13- Qinglong Z., and Brown P.H. 1995. Foliar spray at spring flush enhances zinc status of pistachio and walnut trees. Horticultural Science. 30 (4): 879-886.
14- Rasouli M.H., and Malakouti M.J. 2000. Investigating the using methods of zinc sulphate in prevention of zinc deficiency, mineral nutrients concentration and apple quality in salmas region (part2). Soil and water science journal. Vol 12. No 8.
15- Tallaei A. 1999. Physiology of fruit trees in temperate region. Translated.Tehran U.V. Publishing Co. 1st Edition.
16- Zaouay F., P. Mena., C. Garcia-viguera and M. Mars. 2012. Anti oxidant activity and Physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punicer. Granatum L.*) Cultivars. Industerial Crops and products. 40:81-80
17-Yu H., and Macaregor J.F. 2003. Digital imaging for online monitoring and control of industrial snack food processes. Journal of industrial and engineering chemistry, 64(13): 303b-3044.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 323-333
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۳۳-۳۲۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Effect of Iron and Zinc Sulfate Foliar Application on the Reduction of Seed Whitening of Shisheh-Cap Cultivar for Pomegranate Fruit

H. R. Zabihi[1]*- S. Rezaeian[2]
Received: 23-9-2018
Accepted: 23-7-2019

Introduction: Pomegranate is one of the most important horticultural products cultivated in tropical and subtropical regions of Iran. It plays a major role in the economic situation of the peoples of these areas. In recent years, due to the good quality of Iranian pomegranate, this product is considered to be of great interest to many different countries of the world. There are about 2,100 hectares of pomegranate in the Ferdows region, which is the dominant and major part of Ferdows pomegranate, and is called Shish Kap variety. Zinc and iron are two of the essential elements for the growth of all plants and over a century, the necessity of iron and zinc for plant nutrition have been identified. White seed disorders were reported in Ferdows region in 2001 for the first time. The results of pomegranate juice analysis of ferdows pomegranate samples showed the iron and zinc deficiency, compared to the normal pomegranate in that year. Based on this, considering the general condition of soils in the proposed area, the effect of iron and zinc on the removal of seed whitening of pomegranate was investigated.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of spraying different concentrations of iron and zinc sulfate on the reduction of seed whitening, a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was conducted in the pomegranate field of Ferdows region. The first factor included: spraying three concentrations of iron sulfate (0, 0.3 and 0. 6 %) and the second factor included the concentration of zinc sulfate (0, 0.3 and 0. 6 %). The distance gap between the trees was (2.5 * 3) meters and the garden age was about 12 years old. The soil and water were sampled from the garden. Each experimental plot was consisted of three trees, in which leaves and fruits were sampled for analysis from the middle tree. Samples were taken from the leaves before spraying. Spraying with the desired concentrations was carried out twice. Leaf and fruit samples were sent to the soil and water Laboratory. Each of the samples due to the peculiar color of the pomegranate juice was also sent to the laboratory for analysis. Pomegranate juice samples were then assigned to the quality control system of the seed and seedlings research department. Finally the brix and pH of the samples were determined.

Results and Discussion: The amount of nutrients in soil, and the mount of zinc and iron in the leaves were below the critical value. The deficiency of other elements in the soil and leaves were quite evident. The results showed that the concentration of iron and zinc elements increased significantly in pomegranate leaves (α = 1% level). Qinglong and Brown (1995) showed the same results. Spraying of Fe and Zn increased the concentration of these elements in the leaves, without any negative effects on the tree yield. The mean concentration of zinc and iron were lower in control treatments, which was more common in white seeds. The interaction effect of iron and zinc treatments on iron concentration in pomegranate leaves was significant (α = 1% level), and the highest iron concentration in leaf was obtained from zinc and iron sulfate solutions at the concentration level of 6,000.Pomegranate samples were analyzed in soil and water laboratory, and nutrient concentrations of the pomegranate juice were determined. The results showed that the pure effect of iron sulfate spraying on the concentration of pomegranate juice was not significant, but the pure effect of zinc sulfate solution increased zinc concentration of the pomegranate juice. The pure effect of zinc sulfate treatment, and the interaction effect of iron and zinc sulfate spraying treatments on pH of pomegranate juice were significant (α = 5% level). The pomegranate juice quality was evaluated in terms of color in a panel method. The results showed that all treatments increased the redness of pomegranate juice color. The best treatment in this study, was spraying at 0.6% zinc sulfate alone.

Conclusion: By spraying 0.6% zinc and iron sulfates, spray treatments increased the concentrations of iron and zinc in the leaves. However, due to the specific behavior of iron in the plant, the high pH of irrigation water and soil and the presence of carbonate and bicarbonate in irrigation water, the effect of iron absorbed in the

1and 2- Assistant Professor and Scientific board Member of Soil and Water Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: zabihi_hamidreza@yahoo.com)

leaves were not evident in the fruit. Spraying with iron and zinc sulfate improved pomegranate seed color. According to the results of the project implementation, and due to the high soil pH and organic matter deficiency, spraying with 0.6% zinc and iron sulfates is recommended.

Keywords: Whitening of seed color, Zinc, Iron, Nutrition

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 335-348
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۴۸-۳۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی تاثیر ابعاد پیاز بر برخی ویژگی‌های زینتی و گلدهی چند رقم لاله وارداتی در شرایط اقلیمی مشهد

زهرا کریمیان[1*]- نسیم زرین[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

چکیده

در سال‌های اخیر کاشت گیاهان پیازی گل‌دار مانند لاله در ایام نوروز در بسیاری از شهرهای ایران متداول شده است. انتخاب و سفارش این پیازها غالباً بر اساس اولویت‌های زیباشناختی و عوامل مربوط به گلدهی صورت می‌گیرد. به منظور تخمین مهمترین صفات زینتی و همچنین مطالعه گلدهی چند رقم گل لاله کشت شده در فضای سبز شهر مشهد دو مطالعه صورت گرفت. در مطالعه اول اثر ابعاد پیاز در ۶ رقم لاله وارداتی بر ویژگی‌های زینتی این گل و در آزمایش دوم زمان و طول دوره گلدهی ۲۳ رقم لاله وارداتی در ایام نوروز سال ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه مربوط به پیش‌بینی صفات زینتی ۶ کرت به ابعاد ۵ مترمربع در محوطه باغ گل‌ها و در مطالعه گلدهی، ۱۵ کرت با مساحت ۲۰ مترمربع در نقاط مختلف شهر مشهد جهت داده‌برداری انتخاب شدند. در مطالعه پیش‌بینی صفات زینتی، صفات وزن و قطر پیازها قبل از کشت اندازه‌گیری شدند و سپس این ابعاد با صفات طول ساقه گلدهنده و طول و عرض گل از نظر میزان هبستگی مورد بررسی قرار گرفتند. در مطالعه مربوط به گلدهی، صفات زمان گلدهی و طول مدت گلدهی داده برداری شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان همبستگی بالایی بین وزن پیاز و طول ساقه گلدهنده در اکثر ارقام وجود داشت (R^2=0.88) اما این همبستگی بین وزن و قطر پیازها و طول و عرض گل پایین بود. با توجه به زمان آغاز و طول دوره گلدهی در ۲۳ رقم مورد مطالعه، مناسب‌ترین و قابل توصیه‌ترین ارقام جهت کشت طی تعطیلات نوروز شامل Appricot fox, Pretty lady, Happy generation و Yokohama می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ارقام لاله، فضای سبز، مدت گلدهی، همبستگی صفات

مقدمه

لاله یکی از پرطرفدارترین گل های پیازی فصلی در دنیا است. تولید جهانی ژئوفیت های زینتی در سال های اخیر نشان می دهد که لاله در بین گل های پیازی تولید شده در کشورهای هلند، لهستان، نیوزیلند، آلمان و دانمارک در جایگاه اول قرار دارد (۸). لاله با نام علمی *Tulipa spp* گیاهی پیازی و بهار گل متعلق به خانواده Liliaceae می باشد که از بین ۱۵۰ گونه گزارش شده از آن در جهان، ۲۳ گونه آن متعلق به کشور ایران می باشد (۲۱ و ۲۲). گونه‌های مختلف لاله دارای ارقام اصلاح شده بسیار متنوعی هستند که در اصلاح و تولید ارقام جدید آن، اصلاح کنندگان به دنبال ایجاد مقاومت به بیماری‌ها، افزایش طول عمر گل و بهبود صفات زینتی به منظور خلق گل‌هایی با رنگ‌ها و اشکال متنوع هستند.

اگرچه گونه‌های فراوانی از لاله در دنیا وجود دارد اما ارقام لاله‌های تجاری امروزی عمدتا در دو گروه ارقام حاصل از گونه *T. gesnerian* و ارقام هیبریدهای داروین حاصل تلاقی بین گونه‌ای *T. gesnerian* و *T. fosteriana* قرار دارند. در گونه *T. gesnerian* و هیبریدهای داروین بیش از ۱۱۰۰ رقم وجود دارد (۲۷) و این در حالی است که حدود ۶۰۰۰ رقم لاله تا کنون به ثبت رسیده است به طوری که می‌توان گفت هر ۵ سال یک‌بار ۴۰ رقم جدید لاله به دنیا معرفی می‌شود (۹ و ۱۳).

مطالعه و بررسی صفات زینتی و زمان و دوره گلدهی ارقام مختلف گل لاله تحت شرایط اقلیمی و خاکی مختلف در برخی نقاط دنیا صورت پذیرفته است. در یک پژوهش عملکرد چند رقم لاله در شرایط منطقه راوالکوت کشمیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد در بین ارقام مختلف رقم بورگاندی تعداد گیاه بیشتر، رقم دون‌کیشوت تعداد برگ و ارتفاع بیشتر داشتند. در ارقام گندر و

۱- استادیار گروه گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: zkarimian@um.ac.ir)
۲ - دانشجوی دکتری رشته علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.78732

بورگاندی عارضه عدم تولید گل[1] دیده شد. همچنین ارقام دن‌کیشوت، آپستار و کینگ‌بلاد تولید گل‌های مناسبی کردند و برای کشت به عنوان ارقام مناسب در آن منطقه توصیه شدند (۳). رفتار ۶ رقم لاله (Candela, Unicum, Mary Ann, Golden Apeldorn, Judith Leyster, Chameron rouge) جهت استقرار در فضای سبز در شرایط اقلیمی رومانی در یک پژوهش بررسی شد. در این مطالعه صفاتی مانند اندازه جوانه، رنگ گل و برخی دیگر صفات زینتی ارزیابی شدند. نتایج نشان دادند که ارقام مورد مطالعه از نظر شکل و اندازه و رنگ متنوع بودند اما از نظر ویژگی‌های مورد نیاز جهت فضای سبز مطلوب بودند و در نهایت ۶ رقم مورد مطالعه جهت کاربرد در فضای سبز منطقه مورد مطالعه مناسب و قابل پیشنهاد بود (۲۸). در مطالعه‌ای دیگر مطالعه ارقام خارجی لاله در منطقه پیشاور پاکستان تحت آزمایش قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد در بین ارقام مختلف مورد مطالعه رقم دن‌کیشوت در منطقه مورد مطالعه گل‌های باکیفیت‌تر و تولید پیاز بیشتری را داشت (۴).

تاثیر چندین فاکتور محیطی بر ویژگی های زینتی و گلدهی برخی از گیاهان زینتی مطالعه شده است (۱۱ و ۲۴). در تحقیقی که به شبیه سازی گیاهان گلدار پرداخته است، تخمین گلدهی و برخی ویژگی های گل با استفاده از روش های مختلف مدلسازی و از جمله مدل های رگرسیونی صورت گرفت (۲۲). روش های متفاوتی برای پیش بینی ویژگی های گل و گلدهی گیاهان وجود دارد که اکثر آن های مبتنی بر تئوری های ریاضی رشد و نمو گیاه می باشند. در برخی دیگر از این مدل ها پیش بینی و تخمین صفات زینتی گل با استفاده از مدل های هندسی صورت می گیرد (۱۷). محدودیت برخی از این مدل ها به دلیل نیاز به اطلاعات کافی از بیولوژی، فیزیولوژی و آناتومی گیاهان و همچنین زمان بر و پیچیده بودن انجام منجر به استفاده از روش های ساده تر مانند مدل های رگرسیونی شده است. در این روش همبستگی بین صفات ارزیابی می‌شود. این روش از نظر اجرایی ساده تر بوده و ضمنا کارایی و اطمینان آن نیز قابل سنجش و ارزیابی است.

در مطالعه گونه ای رز (*Rosa hybrida*)، پاسخ گیاهان به واکنش دمایی شب روز در مراحل مختلف گلدهی با استفاده از مدل های رگرسیونی مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۶). در آزمایشی دیگر که برخی صفات گل مربوط به جمعیت وحشی گونه ای از نرگس (*Narcissus triandrus*) با استفاده از همبستگی بین صفات بررسی شد و نتایج نشان دهنده وجود همبستگی منفی بین تناسب جنسیتی نر و ماده در این گیاه بود (۱۵). همچنین به منظور تعیین میزان ارتباط بین صفات مختلف گل و فراوانی دشمنان طبیعی آن ها، از مدل‌های رگرسیونی بر روی گل های بومی در منطقه میشیگان استفاده شد که در برخی صفات مورد مطالعه همبستگی معنی داری با جمعیت دشمنان طبیعی وجود داشت (۱۴).

اگر چه در برخی مقالات تاثیر ابعاد پیاز، شامل وزن، قطر و طول آن بر برخی صفات گلدهی گزارش‌هایی وجود دارد اما در مورد پیش‌بینی صفات زینتی گیاهان با استفاده اطلاعات اندکی گزارش شده است. به طور مثال در یک مطالعه بر روی تاثیر امدازه پیاز بر گلدهی ارقام مختلف *lachenalia* گزارش شد که با افزایش اندازه پیاز، عملکرد گل و همچنین کیفیت شاخه گل‌آذین افزایش یافت (۱۸). نتایج مشابه لاچنالیا بر روی سنبل نیز مشاهده شد (۱). در پژوهشی دیگر تاثیر اندازه پیاز بر صفات گلدهی گل مریم نشان داد که با افزایش اندازه پیاز، درصد گلدهی، زمان شکوفایی گل‌ها و اندازه گل آذین افزایش می‌یابد (۱۹). در بررسی اثر اندازه پیاز بر گلدهی لیلیوم شاخه بریده نیز گزارش شد که همبستگی بالایی (بیش از R^2=0.9) بین قطر پیازها با تعداد گیاهان به گل رفته و همچنین تعداد گل‌های هر گیاه وجود داشت (۷). پیش‌بینی عملکرد پیاز لاله با استفاده از رگرسیون چندگانه نشان داد که تعداد پیازهای تجاری تحت تاثیر متغیرهای اقلیمی است (۵).

همه‌ساله در ایران در طرح استقبال از بهار حجم زیادی پیاز لاله در ارقام و رنگ‌های مختلف در سطح شهرهای بزرگ نظیر تهران، مشهد، اصفهان و مشابه آن، کشت می‌شود که بخش عمده آن از دیگر کشورها وارد می‌شود. پیازهای ارقام مختلف غالبا بر اساس رنگ و خلوص آن گزینش و خریداری می‌شود و در ایام محدود سال نو مورد استفاده قرار می‌گیرند. لازم است پیازهای کشت شده لاله از نظر صفات مختلف زینتی و گلدهی در ارقام مختلف در اقلیم‌های تحت کشت در ایران مورد بررسی قرار گیرند تا در سال‌های آینده بهترین ارقام بر اساس صفات مطرح شده، سفارش داده و خریداری شوند و سطح کشت مناسب را به آن ها اختصاص داد. هدف از مطالعه حاضر ساخت و توسعه مدل‌های رگرسیونی بود که قادر باشند با استفاده از ابعاد پیاز برخی ویژگی‌های زینتی را در ارقام مورد مطالعه لاله تخمین بزنند. از طرف دیگر بررسی و مقایسه زمان و طول دوره گلدهی در برخی دیگر ارقام لاله وارداتی در این پژوهش مدنظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر ابعاد پیاز بر برخی ویژگی‌های زینتی و گلدهی چند رقم لاله وارداتی در شرایط اقلیمی مشهد انجام شد. این مطالعه طی دو آزمایش مستقل صورت گرفت. در آزمایش اول به مطالعه تاثیر ابعاد پیاز بر برخی ویژگی‌های زینتی در ۶ رقم لاله و در آزمایش دوم به بررسی زمان و مدت گلدهی در ۲۳ رقم لاله پرداخته شد. طبق گزارشات اداره کل هواشناسی استان خراسان

1- Blindness

رضوی، میانگین و حداکثر درجه حرارت دراز مدت شهر مشهد در فصل تابستان به ترتیب ۳۲ و ۴۳ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارش سالانه ۲۵۴/۳ میلی‌متر و حداقل میزان بارندگی آن صفر میلی‌متر می‌باشد. میانگین و حداقل رطوبت نسبی در فصل تابستان به ترتیب ۳۶ و ۲ درصد بوده است و بادهای جنوب شرقی و سرعت ۶-۳ نات در این شهر غالب هستند (۱۲).

محل انجام آزمایش اول در باغ گل‌ها واقع در منطقه یازده شهر مشهد بود. در آذرماه سال ۱۳۹۶ پس از وارد کردن پیاز ارقام مورد مطالعه، در سه نقطه از باغ گل‌ها، ۶ کرت به ابعاد حدود ۵ مترمربع آماده شد و ۶ رقم لاله وارداتی در این کرت‌ها کشت شدند. روش کشت به این صورت بود که ابتدا حدود ۲۰ سانتی‌متر از خاک برداشته شده و سپس ۵ سامتی‌متر از انتهایی جایگاه کشت با خاک دست‌ریز نرم و سبک پر شده و سپس پیازها در این عمق ۱۵ سانتی‌متری از سطح زمین کشت شدند. به طور متوسط در هر مترمربع حدود ۸۰ پیاز کاشته شد. ارقام مورد استفاده در بخش اول آزمایش شامل Royal virgin, Banja luka, Yokohama, Rosalie, Van eijk, Apricot beauty, Copex و Happy generation بودندکه مشخصات مربوط به این ارقام در جدول ۱ آمده است. قبل از کاشت پیاز ها، اقدام به داده برداری ها و اندازه گیری‌ها شد به طوری که از هر رقم لاله در هر کرت، حدود ۱۰۰ عدد پیاز انتخاب شدند و در هر پیاز قطر و وزن آن ها ثبت شد. وزن پیازها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و قطر آن ها با خط کش با دقت ۰/۱ سانتی متر اندازه گیری شدند. سپس پیازها کشت شدند و در مقابل هر پیاز برچسب مشخص به آن نصب شد تا بعد از رشد و گلدهی صفات مربوط به هر پیاز به صورت جداگانه ثبت شوند. پس از رشد پیازها در انتهای فصل تابستان و آغاز به گلدهی آن ها در طی فصل بهار و کامل شدن گل ها، صفات مربوط به گلدهی شامل ارتفاع ساقه گلدهنده، طول گل و عرض گل اندازه گیری شدند. طول ساقه گلدهنده ارقام مورد مطالعه و همچنین طول و عرض گل ها با استفاده از خط کش (۰/۱ سانتی متر) اندازه گیر شدند. همچنین مقادیر ثابت a, b و c که در مدل‌ها و توابع به دست آمده دارای کمیت مشخصی می‌باشند در این مطالعه گزارش شدند تا جهت تخمین ویژگی‌های زینتی با استفاده از ابعاد پیاز مورد استفاده قرار گیرند.

برای تخمین صفات زینتی ارقام مورد مطالعه لاله، بین متغیرهای مستقل یعنی وزن پیازها (WB) و قطر پیازها (DB) با متغیرهای وابسته یعنی طول گل ها (LF)، عرض گل‌ها (WF)، طول ساقه گلدهنده (LS) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, W/D, $W^2\times D^2$ و W^2/D^2، انواع رگرسیون های خطی، چندجمله ای، توانی، لگاریتمی و تصاعدی گرفته شد. سپس در هر نوع رگرسیون آن معادلاتی که بالاترین ضریب همبستگی (R^2) جهت تخمین و پیش بینی صفات زینتی را داشتند گزارش شدند.

در آزمایش دوم، تاریخ و طول دوره گلدهی ۲۳ رقم لاله وارداتی کشت شده در سطح شهر مشهد مورد بررسی قرار گرفتند. به این ترتیب که در ۱۵ کرت، از ارقام لاله کشت شده در ۶ نقطه مختلف شهر شامل پارک ملت، باغ گیاهشناسی مشهد، باغ گل های مشهد، میدان شهدا، بولوار وکیل آباد و خیابان احمدآباد داده برداری صورت گرفت. این ۲۳ رقم در ۱۵ کرت مورد مطالعه به صورت مخلوط کشت شده بودند. از آن‌جایی که این ۲۳ رقم به طور یکسان و با روشی مشابه و در یک زمان در سطح این ۶ منطقه کشت شده بودند، بنابراین مقایسه فقط بین ارقام صورت گرفت و طرح آماری اجرا شده، طرح کاملا تصادفی با ۵ تکرار و ۱۰ مشاهده بود. به طوری‌که از هر رقم حدود ۵۰ نمونه جهت داده‌برداری مورد استفاده قرار گرفت. از آن‌جایی که این ۲۳ رقم در صفات مورد مطالعه (زمان و طول دوره گلدهی) متفاوت بودند، عملیات داده‌برداری این ارقام و مشاهدات مربوط به آن‌ها (۵۰ مشاهده از هر رقم) به دفعات و به طور تدریجی از ظهور اولین گل تا پایان دوره گلدهی در طی یک بازه حدود ۲ ماه و نیمه انجام شد.

تاریخ باز شدن هر گل به طور کامل به عنوان زمان گلدهی و از تاریخ شروع گلدهی تا ظهور علایم پژمردگی به عنوان طول دوره گلدهی در نظر گرفته شدند و محاسبه شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در این مطالعه با استفاده از مدل‌های خطی عمومی (General Linear Model) با کمک نرم‌افزار Minitab 17 و محاسبه همبستگی ها و معادلات حاصل از آن ها و همچنین رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excell 2007 انجام گردید.

نتایج و بحث

مدل های به دست آمده حاصل از رگرسیون گیری بین متغیرهای وزن و قطر پیاز و روابط حاصل از آن و همچنین ضریب همبستگی روابط رگرسیونی بین متغیرهای مستقل و وابسته بر روی صفات ارتفاع ساقه گل، طول و عرض گل در شش رقم مورد مطالعه در جداول ۲ تا ۷ آمده اند. در بین انواع رگرسیون های (خطی، چندجمله ای، توانی، لگاریتمی و تصاعدی) آزمون شده در این صفات مورد مطالعه در بین ارقام مختلف، بیشترین ضریب همبستگی در معادله چندجمله ای به دست آمد.

نتایج حاصل از بررسی همبستگی صفات نشان می دهد در هر شش رقم لاله، تنها ارتفاع ساقه گلدهنده در رابطه با ابعاد مختلف پیاز و روابط حاصل از این ابعاد همبستگی بالایی (R^2=0.88) نشان داد (جداول ۲ تا ۶). صفات زینتی دیگر مانند طول و عرض گل چندان متاثر از وزن و قطر پیاز و روابط حاصل از آن ها نبودند (جداول ۲ تا ۶). طول ساقه گلدهنده رقم Royal virgin با وزن پیاز و حاصلضرب وزن و قطر پیاز همبستگی مثبت و معنی داری داشت (ضریب

همبستگی به ترتیب R^2=0.88 و R^2=0.81) (جدول ۲ و شکل ۱). در صفت طول گل و همچنین عرض گل، هیچ یک از مدل های آزمون شده ضریب همبستگی قابل توجهی نداشتند، هر چند در بین مدل های مختلف، حاصل تقسیم وزن به قطر پیاز در طول گل و وزن پیاز بر روی عرض گل به ترتیب با ضریب همبستگی R^2=0.25 و R^2=0.20 از سایر مدل های رگرسیونی آزمون شده، بالاتر بودند (جداول ۲). در رقم Bonja luka در صفت ارتفاع ساقه گلدهنده، بالاترین ضریب همبستگی با ضریب همبستگی یکسان و برابر با R^2=0.78 را نشان داد. در سه مدل حاصل از رگرسیون‌گیری بین متغیرهای وزن پیاز، حاصلضرب وزن و قطر و مجذور حاصلضرب این دو به دست آمد (جدول ۳ و شکل ۲). دو مدل مربوط به قطر پیاز و حاصل تقسیم مجذور وزن به قطر پیاز نیز با ضریب همبستگی R^2=0.66 در مرتبه بعدی قرار داشتند. در دو صفت طول و عرض گل، اگر چه همبستگی های آزمون شده بالا نبود اما بیشترین ضریب همبستگی در هر دو صفت به ترتیب با مقادیر و مربوط به مدل وزن پیاز بود (جدول ۳). بیشترین ضریب همبستگی در رقم Yokahoma برای صفت طول ساقه گلدهنده در مدل حاصل از وزن پیاز مشاهده شد (R^2=0.68). دو مدل حاصل از ضرب وزن و قطر پیاز و مجذور حاصلضرب این دو (R^2=0.66) در رده بعد قرار داشتند (جدول ۴).

جدول ۱- مهمترین ویژگی‌های ارقام لاله کشت شده در شهر مشهد

Table 1- The most important characteristics of planted tulip cultivars in Mashhad

ارقام Cultivars	فاصله کاشت Spacing (cm)	ارتفاع گیاه Plant Height (cm)	رنگ Color
Van eijk	15-22	45-60	Pink صورتی
Rosalie	13	45-50	Light Pink صورتی روشن
Royal virgin	15	30-40	White سفید
Banja luka	15-22	45-60	Red-Yellow قرمز-زرد
Yokohama	10	30-60	dazzling yellow زرد درخشان
Apricot beauty	10	30-60	Yellow-Pink زرد-صورتی
Copex	-	-	Pink صورتی
Happy generation	-	40-50	White-Red سفید-قرمز
Negrita	15-22	30-45	Purple بنفش
Bellona	7-15	30-45	Yellow-Orange زرد-نارنجی
Judith leyster	15-22	30-45	Red-White قرمز-سفید
Portland	–	25-30	Red-Orange قرمز-نارنجی
Tiano	–	40-50	Yellow-Orange زرد-نارنجی
Page polka	–	20-25	Creamy-Pink کرمی-صورتی
Spring green	15	30-60	Yellow-Green زرد-سبز
Apprict fox	–	45-50	Yellow-Pink زرد-صورتی
Pretty lady	–	30-45	Pink صورتی
Marilyn	10	30-60	Red-White قرمز-سفید
Dynasty	15-22	45-50	Red-White (Base) قرمز-سفید
Calibra	7-15	45-50	Red قرمز
Ballade	15-22	30-45	Pink صورتی
Day dream	10	30-60	Sunny Yellow زرد آفتابی
Miami Sunset	22-30	45-60	Pink-Orange صورتی-نارنجی

در هر دو صفت طول و عرض گل، بیشترین ضرایب همبستگی در مدل حاصل از وزن پیاز به ترتیب با R^2=0.37 و R^2=0.26 به دست آمد (جداول ۴). در رقم Rosalie و در صفت ارتفاع ساقه گلدهنده، مدل رگرسیونی حاصل از وزن پیاز بالاترین ضریب همبستگی (R^2=0.68) را داشت (جدول ۵). در مورد طول گل به ترتیب مدل های به دست آمده ازحاصلضرب مجذور وزن در قطر پیاز (R^2=0.34)، حاصلضرب وزن در قطر (R^2=0.33) و وزن پیاز (R^2=0.32)، بیشترین ضریب همبستگی را داشتند (جدول ۵). در

صفت عرض گل، مدل حاصل از تقسیم وزن بر قطر پیاز بـه ضـریب همبستگی R^2=38 از سایر مدل ها مناسب تر بود (جدول ۵). همـان طور که در جدول ۶ و شکل ۲ مشاهده مـی شـود، در صـفت ارتفـاع ساقه گلدهنده، بیشترین ضـریب همبسـتگی در رقـم Van eijik در مدل های به دست آمده از حاصلضـرب وزن در قطـر پیـاز و همنـین حاصلضرب مجذور وزن در قطر پیاز مشاهده شد (R^2=0.72). مقـادیر ضریب همبستگی در صفت طول گل در تمامی مدل ها بسیار پایین و نامناسب بودند به طوری که میزان حداکثر آن در مدل قطر گـل و بـه میزان تنها ۱۷ درصد مشاهده شد (جدول ۶). در صـفت عـرض گـل، بیشترین ضـریب همبسـتگی بـه میـزان R^2=0.36 در مـدل مجـذور حاصلضرب وزن در قطر پیاز به دست آمد، این مقدار در سایر مدل هـا بالای ۲۸ درصد بود (جدول ۶). در رقم Apricot beauty، در صـفت ارتفـاع سـاقه گلدهنـده، سـه مـدل رگرسـیونی حاصـل از وزن پیـاز (R^2=0.85)، حاصلضــرب مجــذور وزن در قطــر پیــاز (R^2=0.83) و حاصلضرب وزن در قطر پیاز (R^2=0.82)بـه ترتیـب بیشـترین میـزان ضریب همبستگی و کمترین RMSE را داشتند (شکل ۲ و جدول ۷).

در صفت طول گل، مدل های حاصل از قطـر پیـاز (R^2=0.37) و تقسـیم مجـذور وزن بـر قطـر پیـاز (R^2=0.36) بـالاترین ضـریب همبستگی را نشان دادند (جدول ۷). مدل حاصل از وزن پیاز با ضریب همبستگی برابر با R^2=0.29، در مقایسه بـا سـایر مـدل هـا وضـعیت بهتری داشت (جدول ۷). نتایج حاصل از بررسی مدل های رگرسیونی مختلف نشان داد در همه ارقام مورد مطالعه، صفت ارتفاع گل بیش از دو صفت طول و عرض گل با وزن، قطر و روابط ساخته شده از آن ها همبستگی دارد. به طور کلی در همه ارقام کمترین ضریب همبسـتگی بیشینه به دست آمده حدود ۶۸ درصد بـود. در اکثـر ارقـام، بیشـترین ضریب همبستگی در رابطه با مدل مربوط بـه وزن پیـاز و در مراتـب بعـدی مـدل هـای سـاخته شـده از حاصلضـرب وزن در قطـر پیـاز و حاصلضرب مجذور وزن در قطر پیاز به دست آمدند.

در مورد دو صفت طول و عرض گل، به طور کلی در ارقـام مـورد مطالعه، همبستگی بالایی بین این دو صفت و متغیرهای وزن و قطـر پیاز به دست نیامـد هـر چنـد در برخـی ارقـام ماننـد رقـم Apricot beauty صفت طول گل و در دو رقم Van ejik و Rosaline، عرض گل ضریب همبستگی به بالاتر از ۳۵ درصد نیـز رسـید. در مطالعـات متعددی رابطه بین ابعاد اندام زیرزمینی در گیاهان ژئوفیت بـا صـفات زینتی و ابعاد گل گزارش شده است. رابطه بین ابعاد پیاز و ارتفاع ساقه گلدهنده در پژوهش های انجام شده بر روی لیلیوم، سنبل و لاچنالیـا (*lachenalia sp*) نشان داد که با افزایش انـدازه پیـاز، ارتفـاع سـاقه گلدهنده نیز افزایش می یابد (۱ و ۱۸) که نتایج ایـن مطالعـات نتـایج حاصل از تحقیق حاضر بر روی ابعاد پیاز و ارتفـاع سـاقه گلدهنـده را تایید می کند.

با توجه به نتایج این مطالعه می توان با کمک ابعاد پیاز که شامل وزن و قطر آن می باشد، صفات زینتی طول ساقه گلدهنـده، طـول و عرض گل را پیش بینی کرد. در این بین، تخمین و پیش بینـی طـول ساقه گلدهنده به دلیل ضریب همبستگی بـالاتر بـویژه بـا اسـتفاده از وزن پیاز، حاصلضرب مجذور وزن در قطر پیـاز و حاصلضـرب وزن در قطر پیاز در اغلب ارقام مورد مطالعـه امکـان پـذیر اسـت. در تخمـین طول ساقه گلدهنده با کمک وزن پیاز، به این دلیل که تنها فق از یک متغیر استفاده می شود، امکان پیش بینی ساده تر و سریعتر می باشـد. در مورد تخمین دو صفت زینتی طول و عرض گل ها، از آن جایی که ضریب همبستگی در اکثر ارقام پایین بود، بنـاراین پـیش بینـی قابـل اعتماد و اعتبار نمی باشد.

مطالعات مختلف بر روی اندازه و به عبـارتی کیفیـت گـل هـا در ژئوفیت ها نشان می دهد که بین این دو عامل همبستگی مثبت وجود دارد. طبق مطالعات راجا و پالا نیسامی (۲۵)، در گیاهان پیازی گلـدار، اندازه پیاز بر اثرات متفاوتی بر تولید و کیفیـت گلـدهی در گـل مـریم دارد (۲۵). همچنین در مطالعه دیگری که بر روی گل مریم در ارتباط با تاثیر اندازه پیاز بر رشد و گلدهی انجام شد، نتایج نشان داد پیازهایی که ابعاد بزرگتری داشتند قدرت رشد و میزان تولید گل بیشتری دارنـد (۲). به طوری که در مطالعات انجام شده بر روی لیلیوم، بزرگتـرین و باکیفیت ترین گل ها با افزایش در ابعاد پیاز به دست آمد (۲۰). نتـایج حاصل از مطالعه پیش رو نیز نشان داد که همبستگی مثبتی بین ابعـاد پیاز و ابعاد گل وجود دارد، هر چند این همبستگی به طور کلی چندان بالا نبود ولی در مورد همه ارقام مثبت به دست آمد. در مطالعه زمان و طول دوره گلدهی ۲۳ رقم لاله وارداتی، همان طـور کـه در شـکل ۵ دیده می شود رقم Copex زودگل ترین رقـم بـود بـه طـوری کـه از اواسط بهمن ماه به گل رفـت. پـس از آن، سـه رقـم Yokohama, Happy generation و Apricot beauty قرار گرفتند که تقریبا گل های آن ها در هفته اول اسفندماه باز شدند (شکل ۳).

از رقم Bellona تا رقم Calibra در اواخر نمودار، تقریبا ارقام به صورت متوالی و پشت سر هـم بـه گـل رفتنـد. رقـم Spring green دیرگلده‌ترین رقم بود و به طور تقریبی در هفته انتهایی فـروردین بـه گل رفت. گل‌های سایر ارقام که شامل اکثریـت نیـز بودنـد در هفتـه های دوم و سوم فروردین باز شدند (شکل ۳).

جدول ۲- مدل‌های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در لاله رقم Royal virgin

Table 2- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Royal virgin

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested Variables and their Relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of Flowering stem ارتفاع ساقه گل	$y = 0.0165x^2 - 0.7908x + 34.494$	WB	0.016	-0.79	34.49	0.88
2		$y = 1.0353x^2 - 8.9882x + 44.676$	DB	1.035	-8.99	44.68	0.50
3		$y = -2E-05x^2 + 0.0132x + 4.2427$	WB×DB	0.0002	-0.026	25.88	0.81
4		$y = 1.8094x^2 - 18.647x + 72.961$	WB/DB	1.81	-18.65	72.96	0.65
5		$y = 4E-10x^2 + 6E-05x + 24.164$	$WB^2 \times DB^2$	4E-10	6E-05	24.16	0.81
6		$y = 0.0066x^2 - 0.1881x + 26.212$	WB^2/DB^2	0.0066	-0.188	26.21	0.51
7	Flower Length طول گل	$y = -0.002x^2 + 0.163x + 2.5985$	WB	-0.002	0.16	2.59	0.19
8		$y = -0.0393x^2 + 0.6184x + 3.5588$	DB	-0.039	0.62	3.56	0.04
9		$y = 0.0002x^2 - 0.0256x + 25.88$	WB×DB	-2E-05	0.013	4.24	0.14
10		$y = -0.2386x^2 + 3.0081x - 3.556$	WB/DB	-0.238	3.008	3.56	0.25
11		$y = -2E-10x^2 + 2E-05x + 5.225$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	2E-05	5.22	0.12
12		$y = -0.0005x^2 + 0.0451x + 4.824$	WB^2/DB^2	-0.0005	0.045	4.82	0.04
13	Flower Width عرض گل	$y = 0.0008x^2 - 0.0216x + 4.7114$	WB	0.0008	-0.022	4.71	0.20
14		$y = 0.4476x^2 - 4.8471x + 17.822$	DB	0.448	-4.847	17.82	0.19
15		$y = 1E-05x^2 - 0.0015x + 4.6711$	WB×DB	1E-05	-0.001	4.67	0.2
16		$y = 0.008x2 + 0.1078x + 3.9249$	WB/DB	0.008	0.108	3.92	0.13
17		$y = 1E-11x^2 + 7E-06x + 4.554$	$WB^2 \times DB^2$	1E-11	7E-06	4.55	0.19
18		$y = 0.0034x^2 - 0.2005x + 7.6807$	WB^2/DB^2	0.003	0.200	7.68	0.19

WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

جدول ۳- مدل‌های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در تک پیاز لاله رقم Bonja luka

Table 3- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Bonja luka

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested Variables and their Relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of Flowering stem ارتفاع ساقه گل	$y = 0.0081x^2 - 0.2917x + 15.217$	WB	0.008	-0.292	15.22	0.78
2		$y = 0.9207x^2 - 7.0147x + 26.569$	DB	0.921	-7.014	26.57	0.66
3		$y = 7E-05x^2 + 0.0038x + 11.866$	WB×DB	7E-05	0.0038	11.87	0.78
4		$y = 0.37x^2 - 3.8691x + 23.617$	WB/DB	0.37	-3.389	23.62	0.14
5		$y = -2E-10x^2 + 0.0001x + 11.978$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	0.0001	11.98	0.78
6		$y = 0.0075x^2 - 0.1638x + 13.947$	WB^2/DB^2	0.0075	-0.164	13.95	0.66
7	Flower Length طول گل	$y = 0.002x^2 - 0.0659x + 5.2101$	WB	0.002	-0.066	5.21	0.33
8		$y = 0.1709x^2 - 1.2798x + 7.3196$	DB	0.171	-1.279	7.32	0.15
9		$y = 3E-05x^2 - 0.004x + 4.9559$	WB×DB	3E-05	-0.004	4.96	0.27
10		$y = 0.0238x^2 + 0.1438x + 3.1281$	WB/DB	0.024	0.144	3.13	0.18
11		$y = 2E-10x^2 + 7E-06x + 4.8174$	$WB^2 \times DB^2$	2E-10	7E-06	4.82	0.28
12		$y = 0.0019x^2 - 0.0545x + 5.325$	WB^2/DB^2	0.0019	-0.054	5.32	0.16
13	Flower Width عرض گل	$y = -0.001x^2 + 0.1223x + 2.2947$	WB	-0.001	0.122	2.294	0.20
14		$y = 0.0329x^2 - 0.0417x + 4.6173$	DB	0.033	-0.042	4.62	0.07
15		$y = -9E-06x^2 + 0.0088x + 4.0595$	WB×DB	-9E-06	0.008	4.06	0.15
16		$y = 0.1173x^2 - 1.0243x + 6.7546$	WB/DB	0.117	-1.024	6.754	0.19
17		$y = -2E-10x^2 + 3E-05x + 4.6073$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	3E-05	4.61	0.14
18		$y = 0.0002x^2 + 0.0188x + 4.6289$	WB^2/DB^2	0.0002	0.018	4.63	0.07

WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

جدول ۴- مدل‌های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در تک پیاز لاله رقم Yokahoma

Table 4- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Yokahoma

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested Variables and their Relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of Flowering Stem ارتفاع ساقه گل	$y = -0.0124x^2 + 1.2635x - 2.4145$	WB	-0.012	1.263	-2.41	0.68
2		$y = -0.8991x^2 + 14.216x - 27.487$	DB	-0.899	14.22	-27.49	0.48
3		$y = -0.0003x^2 + 0.1555x + 4.6551$	WB×DB	-0.0003	0.155	4.655	0.66
4		$y = -4.6685x^2 + 54.266x - 129.95$	WB/DB	-4.668	54.27	-129.95	0.38
5		$y = -1E-09x^2 + 0.0002x + 18.444$	$WB^2 \times DB^2$	-1E-09	0.0002	18.44	0.66
6		$y = -0.0062x^2 + 0.727x + 7.3229$	WB^2/DB^2	-0.006	0.727	7.33	0.48
7	Flower Length طول گل	$y = 0.0179x^2 - 1.2286x + 27.542$	WB	0.0179	-1.228	27.54	0.37
8		$y = 0.2967x^2 - 3.7559x + 18.513$	DB	0.297	-3.756	18.51	0.07
9		$y = 0.0001x^2 - 0.0551x + 12.785$	WB×DB	0.0001	0.055	12.78	0.26
10		$y = -1.1407x^2 + 13.083x - 30.553$	WB/DB	-1.141	13.08	-30.55	0.18
11		$y = 5E-10x^2 - 6E-05x + 8.108$	$WB^2 \times DB^2$	5E-10	-6E-05	8.11	0.29
12		$y = 0.0014x^2 - 0.1129x + 8.8759$	WB^2/DB^2	0.0014	-0.112	8.86	0.07
13	Flower Width عرض گل	$y = -0.0079x^2 + 0.5941x - 6.0546$	WB	-0.008	0.594	-6.05	0.26
14		$y = 0.2676x^2 - 3.484x + 16.196$	DB	0.268	-3.484	16.20	0.08
15		$y = -5E-05x^2 + 0.0267x + 1.57$	WB×DB	-5E-05	0.027	1.57	0.15
16		$y = -0.0958x^2 + 1.4122x + 0.1064$	WB/DB	-0.096	1.412	0.106	0.15
17		$y = -2E-10x^2 + 3E-05x + 4.0244$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	3E-05	4.024	0.14
18		$y = 0.0015x^2 - 0.1263x + 7.5626$	WB^2/DB^2	0.0015	0.126	7.56	0.08

WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

جدول ۵- مدل های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در تک پیاز لاله رقم Rosalie

Table 5- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Rosalie

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested variables and their relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of flower stem ارتفاع ساقه گل	$y = 0.0244x^2 - 0.966x + 33.759$	WB	0.024	-0.966	33.76	0.68
2		$y = 1.277x^2 - 14.823x + 71.154$	DB	1.277	-14.82	71.15	0.30
3		$y = -3E-05x^2 + 0.0691x + 15.099$	WB×DB	-3e-05	0.069	15.09	0.56
4		$y = 0.8416x^2 - 4.3126x + 29.82$	WB/DB	0.842	-4.312	29.82	0.30
5		$y = -6E-10x^2 + 0.0002x + 21.076$	$WB^2 \times DB^2$	-6E-10	0.0002	21.07	0.56
6		$y = 0.0057x^2 - 0.3493x + 33.378$	WB^2/DB^2	0.0057	-0.349	33.38	0.30
7	Flower length طول گل	$y = 0.0083x^2 - 0.4916x + 13.665$	WB	0.0083	-0.491	13.66	0.32
8		$y = -0.0452x^2 + 1.0966x + 1.3337$	DB	-0.045	1.097	1.34	0.29
9		$y = 2E-05x^2 - 0.0023x + 6.1246$	WB×DB	2E-05	-0.0023	6.125	0.33
10		$y = -0.5727x^2 + 5.7722x - 7.7505$	WB/DB	-0.573	5.772	-7.750	0.06
11		$y = -4E-11x^2 + 2E-05x + 5.7104$	$WB^2 \times DB^2$	-4E-11	2E-05	5.7	0.34
12		$y = -0.0004x^2 + 0.076x + 4.1082$	WB^2/DB^2	-0.0004	0.076	4.11	0.29
13	Flower Width عرض گل	$y = -0.0011x^2 + 0.1242x + 1.8231$	WB	0.0083	-0.491	13.66	0.32
14		$y = -0.1046x^2 + 1.5321x - 0.7307$	DB	-0.105	1.523	0.73	0.03
15		$y = -2E-05x^2 + 0.0153x + 2.6202$	WB×DB	-2E-05	0.015	2.62	0.20
16		$y = -0.3157x^2 + 3.5978x - 5.262$	WB/DB	-0.316	3.597	-5.26	0.38
17		$y = -2E-10x^2 + 3E-05x + 3.7963$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	3E-05	3.80	0.22
18		$y = -0.0005x^2 + 0.0572x + 3.3221$	WB^2/DB^2	-0.0005	0.057	3.32	0.03

WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

جدول ۶- مدل های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در تک پیاز لاله رقم Van eijik

Table 6- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Van eijik

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested Variables and their Relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of Flowering Stem ارتفاع ساقه گل	$y = -0.0029x^2 + 0.6697x + 8.7171$	WB	-0.003	0.669	8.72	0.69
2		$y = -0.1462x^2 + 3.8519x + 10.443$	DB	-0.146	3.852	10.44	0.68
3		$y = -1E-04x^2 + 0.0778x + 16.58$	WB×DB	-IE-04	0.078	16.58	0.72
4		$y = 1.0539x^2 - 14.397x + 75.117$	WB/DB	1.054	-14.40	75.12	0.15
5		$y = -8E-10x^2 + 0.0002x + 22.643$	$WB^2 \times DB^2$	-8E-10	0.0002	22.64	0.72
6		$y = -0.0021x^2 + 0.3376x + 18.927$	WB^2/DB^2	-0.002	0.338	18.93	0.69
7	Flower Length طول گل	$y = -0.0009x^2 + 0.1122x + 3.0008$	WB	-0.0009	0.112	3.00	0.07
8		$y = -0.2471x^2 + 3.2464x - 4.5558$	DB	-0.247	3.246	-4.55	0.17
9		$y = -4E-05x^2 + 0.0222x + 3.124$	WB×DB	-4E-05	0.022	3.12	0.12
10		$y = -0.7356x^2 + 8.0293x - 16.059$	WB/DB	-0.736	8.029	-16.06	0.07
11		$y = -2E-10x^2 + 3E-05x + 4.8571$	$WB^2 \times DB^2$	-2E-10	3E-05	4.86	0.11
12		$y = -0.0017x^2 + 0.1526x + 2.7342$	WB^2/DB^2	-0.0017	0.153	2.73	0.16
13	Flower Width عرض گل	$y = 0.0022x^2 - 0.1103x + 6.4797$	WB	0.0022	-0.110	6.48	0.28
14		$y = 0.1304x^2 - 1.4357x + 9.1259$	DB	0.1304	-1.436	9.13	0.29
15		$y = 3E-05x^2 - 0.0081x + 5.8589$	WB×DB	3E-05	-0.008	5.86	0.31
16		$y = -0.0065x^2 + 0.0695x + 5.0957$	WB/DB	-0.006	0.069	5.09	0.31
17		$y = 1E-10x^2 - 7E-06x + 5.322$	$WB^2 \times DB^2$	1E-10	-7E-06	5.32	0.36
18		$y = 0.0009x^2 - 0.0577x + 6.0983$	WB^2/DB^2	0.0009	-0.057	6.09	0.32

WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

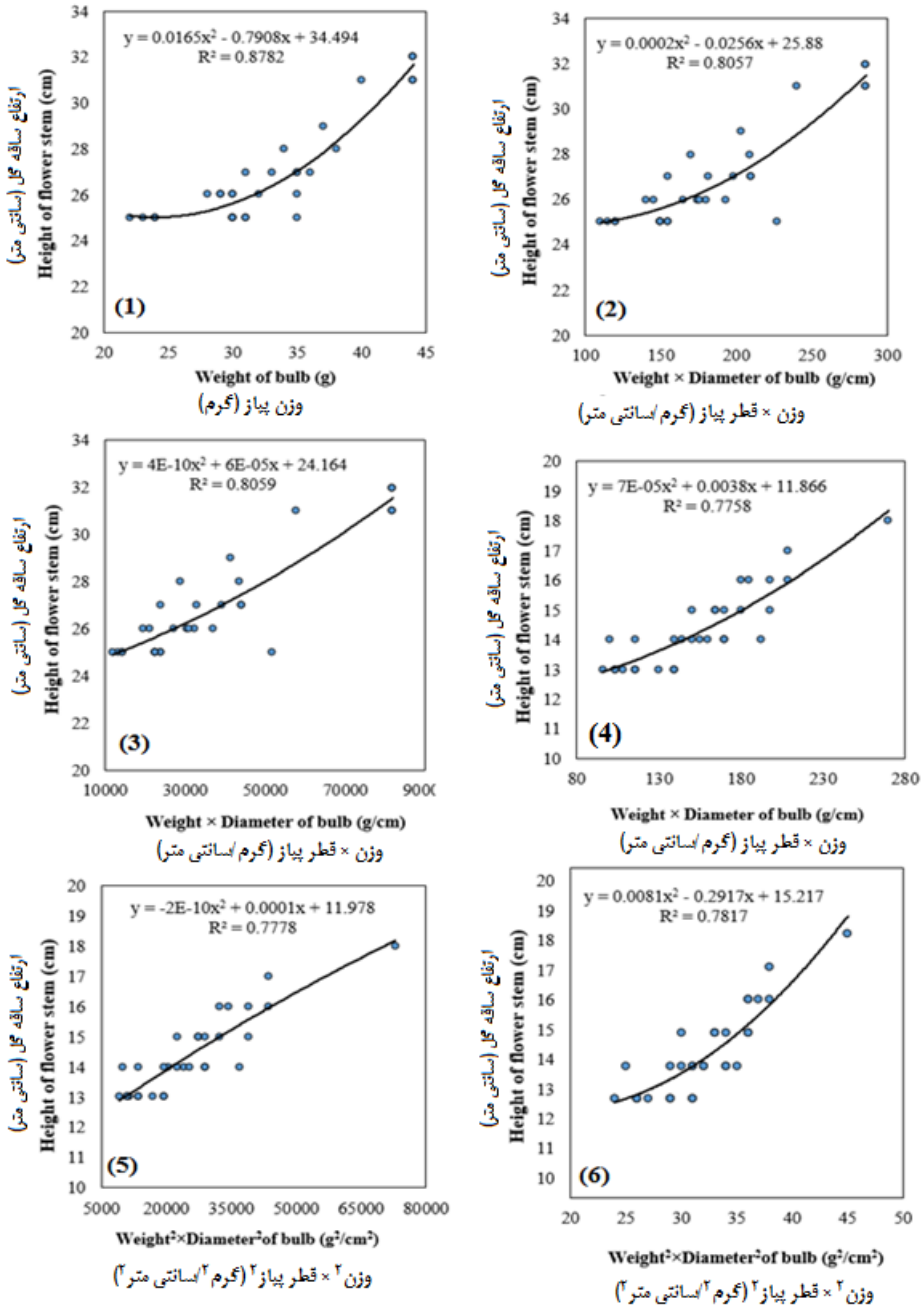
جدول ۷- مدل های مناسب و مقادیر ثابت جهت تخمین صفات زینتی در تک پیاز لاله رقم Apricot beauty

Table 7- Fitted models and constants used to estimate the decorative traits of tulip cv. Apricot beauty

Model Number شماره مدل	Decorative Traits صفات زینتی	Tested Model مدل آزمون شده	Tested variables and their relationship متغیرهای آزمون شده و روابط بین آن ها	Fitted Coefficient and Constant ضریب و ثابت برازش شده			R^2
				a	b	c	
1	Height of Flowering Stem ارتفاع ساقه گل	$y = -0.0053x^2 + 1.2902x - 2.8908$	WB	-0.0053	1.290	-2.89	0.85
2		$y = -0.09x^2 + 10.298x - 18.07$	DB	-0.9	10.29	18.07	0.68
3		$y = -0.0001x^2 + 0.1681x + 8.7345$	WB×DB	-0.0001	0.168	8.73	0.82
4		$y = -0.0389x^2 + 9.1545x - 19.184$	WB/DB	-0.0389	9.154	-19.18	0.7
5		$y = -1E-09x^2 + 0.0004x + 22.97$	$WB^2 \times DB^2$	-1E-09	0.0004	22.97	0.83
6		$y = -0.0065x^2 + 1.2482x + 4.01$	WB^2/DB^2	-0.0065	1.248	4.01	0.68
7	Flower Length طول گل	$y = -0.0017x^2 + 0.1845x + 1.9913$	WB	-0.0017	0.184	1.99	0.31
8		$y = -0.5923x^2 + 7.6014x - 17.563$	DB	-0.592	7.601	-17.56	0.37
9		$y = -3E-05x^2 + 0.0201x + 3.5503$	WB×DB	-3E-05	0.020	3.55	0.31
10		$y = -0.0628x^2 + 1.2797x + 0.7819$	WB/DB	-0.063	1.279	0.78	0.26
11		$y = -1E-10x^2 + 2E-05x + 5.4883$	$WB^2 \times DB^2$	-1E-10	2E-05	5.49	0.26
12		$y = -0.0042x^2 + 0.3491x - 0.4263$	WB^2/DB^2	-0.0042	0.349	0.43	0.36
13	Flower Width عرض گل	$y = 0.0004x^2 - 0.0026x + 4.8317$	WB	0.0004	-0.0026	4.83	0.29
14		$y = 0.054x^2 - 0.3786x + 5.642$	DB	0.054	-0.0378	5.64	0.22
15		$y = 2E-06x^2 + 0.0016x + 4.7868$	WB×DB	2E-06	0.0016	4.79	0.27
16		$y = 0.0625x^2 - 0.5485x + 6.1757$	WB/DB	0.062	-0.548	6.17	0.25
17		$y = -1E-11x^2 + 7E-06x + 4.917$	$WB^2 \times DB^2$	-1E-11	7E-06	4.92	0.27
18		$y = 0.0002x^2 + 0.0057x + 4.8144$	WB^2/DB^2	0.0002	0.0057	4.81	0.22

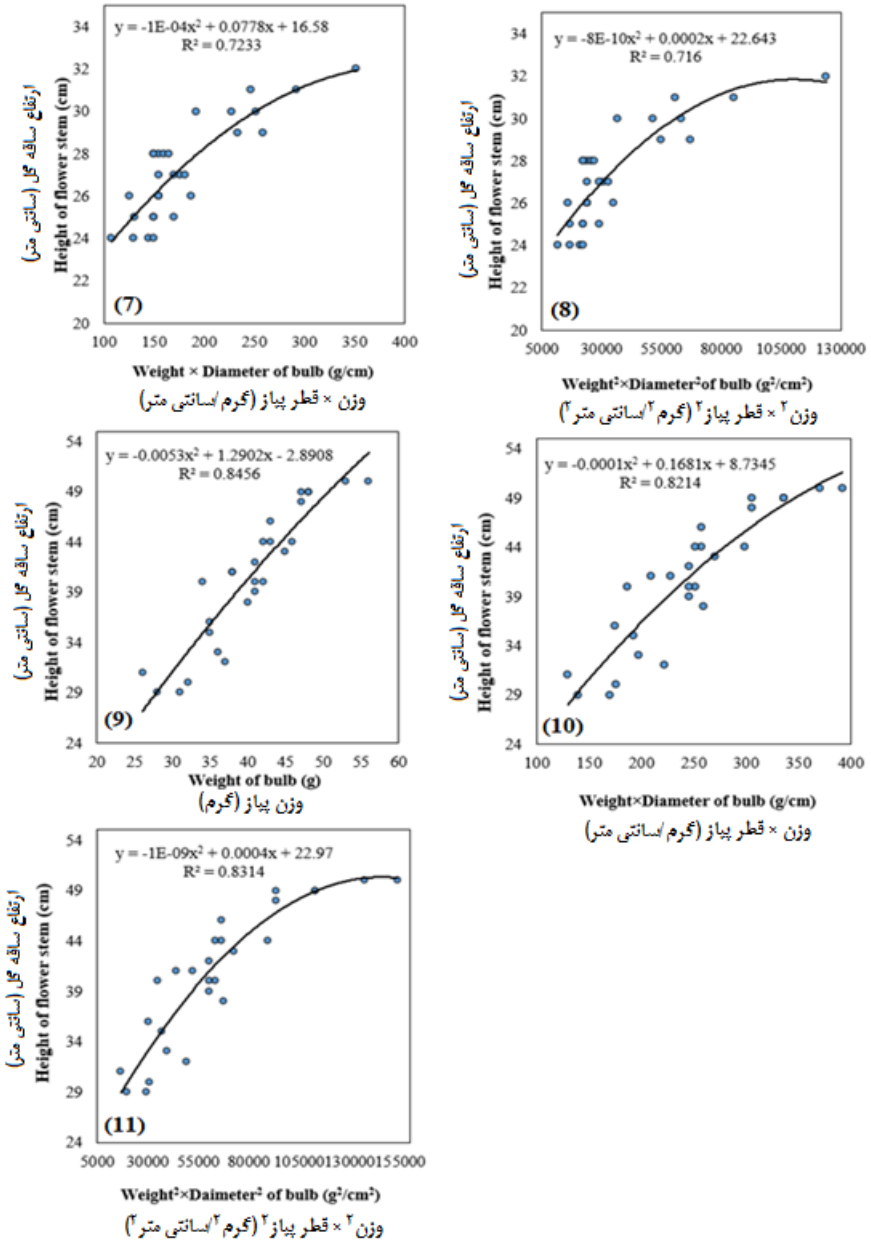
WB (وزن پیاز) و DB (قطر پیاز) و مقادیر حاصل از روابط آن ها شامل W×D, (حاصلضرب وزن و قطر پیاز)، W/D (وزن پیاز تقسیم بر قطر آن)، $W^2 \times D^2$ (حاصلضرب توان دوم وزن و قطر پیاز) و W^2/D^2 (توان دوم وزن تقسیم بر توان دوم قطر پیاز)

W^2/D^2



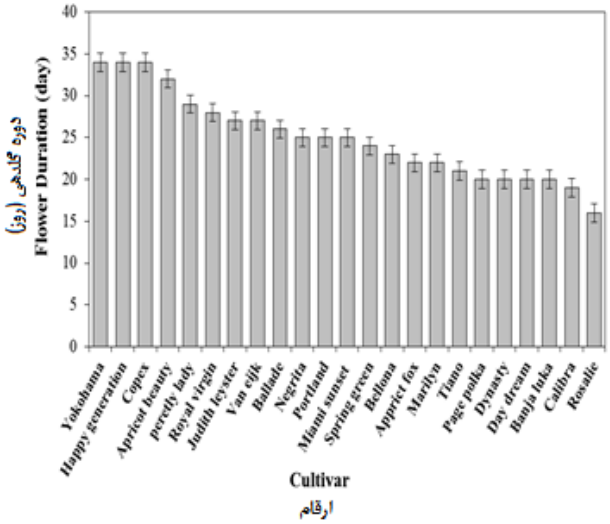
شکل ۱- همبستگی بین ارتفاع ساقه گلدهنده با وزن و روابط حاصل از وزن و قطر پیاز لاله در دو رقم Royal virgin (نمودارهای ۱، ۲ و ۳) و Bonja luka (نمودارهای ۴، ۵ و ۶)

Fig. 1- Regression between height of flowering stem with weight and relationship of tulip bulb weihgt and diameter of two cultivars Royal virgin (1, 2 and 3) and Bonja luka (4, 5 and 6)

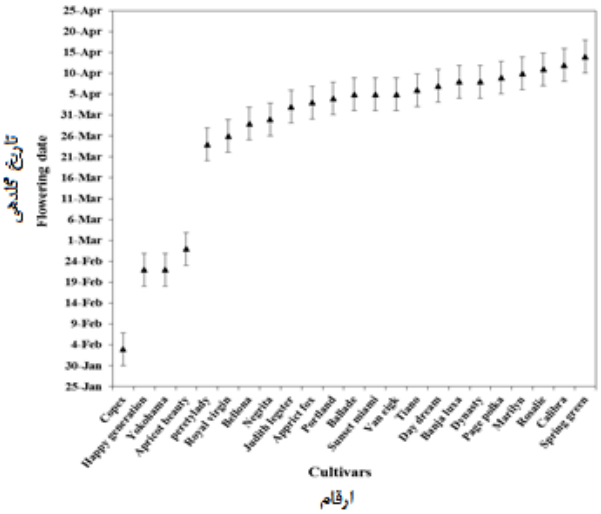


شکل ۲- همبستگی بین ارتفاع ساقه گلدهنده با وزن و روابط حاصل از وزن و قطر پیاز لاله در دو رقم Van eijik (نمودارهای ۷ و ۸) و Appricot beauty (نمودارهای ۹، ۱۰ و ۱۱)

Fig. 1- Regression between height of flowering stem with weight and relationship of tulip bulb weihgt and diameter in two cultivars Van eijik (7 and 8) and Appricot beauty (9, 10 and 11)



شکل ۴- طول دوره گلدهی ۲۳ رقم گل لاله مورد مطالعه در بازه بهمن ۱۳۹۶ تا اواخر فروردین ۱۳۹۷ در سطح شهر مشهد
Fig. 4- Flowering period duration of 19 tulip cultivars from Jan. 2017 to Apr. 2018 in Mashhad



شکل ۳- تاریخ گلدهی ۲۳ رقم گل لاله مورد مطالعه در بازه بهمن ۱۳۹۶ تا اواخر فروردین ۱۳۹۷ در سطح شهر مشهد
Fig. 3- Flowering date of 19 tulip cultivars from Feb. 2017 to Apr. 2018 in Mashhad

زمان گلدهی صفتی است که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد و بنابراین در ارقام مختلف متفاوت است. زمان گلدهی بسته به شرایط و هدف از کشت می‌تواند عامل مهمی در انتخاب ارقام باشد. اساسا در بسیاری گیاهان از جمله لاله یکی از معیارهای طبقه‌بندی ارقام، زودگلدهی و دیرگلدهی است (۶). در مطالعات ارقام مختلف لاله از نظر زمان گلدهی اختلاف تا ۱۶ روز گزارش شد و نتایج نشان داد که ارقام مختلف از نظر زمان گلدهی متفاوت عمل می‌کنند (۱۰). سه رقم Yokohama, Happy generation و Copex با ۳۴ روز گلدهی، بیشترین طول دوره گلدهی را بین ارقام مورد مطالعه لاله نشان دادند (شکل ۴). کمترین طول دوره گلدهی نیز مربوط به رقم Rosaile با ۱۶ روز گلدهی بود (شکل ۴). طول دوره سایر ارقام نیز به طور تقریبی بین ۲۰ تا ۳۰ روز متغیر بود. با در نظر گرفتن دو گروه از داده های مربوط به آغاز گلدهی و طول دوره گلدهی در ارقام مورد مطالعه، چهار رقم Apricot fox, Pretty lady, Happy generation و Yokohama به ترتیب کل دوره تعطیلات نوروز، ۱۰ روز، ۹ روز و ۸ روز از تعطیلات عید را بر روی گل بودند. یکی از مهمترین ویژگی‌های گیاهان زینتی گلدهنده از نظر مشتریان، طول عمر گل می‌باشد. صفت طول دوره گلدهی در لاله تحت تاثیر عوامل ژنتیکی است و تنوع زیادی در ارقام نشان می‌دهد. اختلاف طول دوره گلدهی بین ارقام در برخی مطالعات بین ۱۶-۸ روز و ۲۲-۶ روز گزارش شده

است (۲۶ و ۲۷).

نتیجه گیری کلی

در بین صفات زینتی مورد مطالعه در این آزمایش، طول ساقه گلدهنده در اکثر ارقام دارای همبستگی بالایی با ابعاد پیاز و برخی دیگر روابط حاصل از آن ها بود که امکان استفاده از تک متغیر وزن پیاز برای پیش بینی این صفت به دلیل سهو لت و تسریع در اندازه گیری و محاسبه، مناسب و قابل توصیه به نظر می آید. طول و عرض گل به دلیل ضریب همبستگی پایین با ابعاد پیاز و روابط حاصل از آن ها، تخمین دقیق و قابل اعتمادی نشان ندادند. در دو صفت طول و عرض گل، به طور کلی در ارقام مورد مطالعه، همبستگی بالایی با متغیرهای وزن و قطر پیاز به دست نیامد با این وجود در برخی ارقام مانند رقم Apricot beauty، صفت طول گل و در دو رقم Van ejik و Rosaline، عرض گل ضریب همبستگی به بالاتر از ۳۵ درصد نیز رسید. در بین ۲۳ رقم مورد مطالعه ارقامی که در بازه عید نوروز یعنی از ۱ تا ۱۳ فروردین ماه گل آن ها باز شده و دوام داشته باشند مناسب ترین ارقام جهت کشت می باشند که شامل Apricot fox, Pretty lady, Happy generation و Yokohama بودند.

قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند که از مدیران و کارکنان سازمان پارک ها و فضای سبز شهرداری مشهد بخصوص باغ گلها و باغ گیاهشناسی این شهر که در انجام این مطالعه، همکاری و همراهی خود را نسبت به پژوهشگران مقاله حاضر ابراز داشته اند، کمال سپاسگزاری را به جا آورند.

منابع

1- Addai I.K. and Scott P. 2011. Influence of bulb size at planting on growth and development of the common hyacinth and the lily, Agriculture and Biology Journal of North America, 2: 298-314.

2- Ahmad, I., Ahmad, T., Asif, M., Saleem, M. and Akram, A. 2009. Effect of Bulb Size on Growth, Flowering and Bulbils Production of Tuberose, Sarhad Journal of Agriculture, 25(3): 391-397.

3- Ahmed, M.J. and Khurshid, S. 2004. Performance of Tulip (*Tulipa gesnerana*) Cultivars under Rawalakot Conditions, Asian Journal of Plant Sciences, 3(2): 170-173.

4- Ali M., Khattak A.M., Ullah K. and Ibrahim M. 2015. Performance of exotic tulip cultivars under agro-climatic conditions of Peshawar, Journal Bioresource Management, 2(3): 1-8.

5- Amano, M., Kanamori, M. and Imai, F. (2005). A Method of Bulb Yield Prediction in Tulip. Acta Horticulture, 673:745-749.

6- Botschantzeva Z. 1982. Tulips: Taxonomy, Morphology, Cytology, Phytogeography and Physiology, Institute for horticultural plant breeding, Wageningen, pp. 227.

7- Brito de Almeida D., Geraldo Barbosa J., Antônio Saraiva Grossi J., Luiz Finger F. and Crescencio Heidemann J. 2017. Influence of verbalization and bulb size on the production of lily cut Flowers and lily bulbs, Ciências Agrárias, Londrina, 38(4), 2399-2408.

8- Buschman J.C.M. 2005. Globalisation flower-flower bulbs-bulb flowers. Acta Horticulture, 673: 27–33.

9- Christenhusz M.J.M., Govaerts David J.C., Hall T., Borland K., Roberts P.S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M.W. and Fay M.F. 2013. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae), Botanical Journal of the Linnean Society, 172: 280–328.

10- Cordea M.I. and Pui A.D. 2015. Earliness and Blooming Time in the Tulip Collection of "Al. Borza" Botanical Garden, Cluj-Napoca, Romania. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture, 72(2): 1843-5394.

11- Daneshvar M.H. and Heidari M. 2013. Effect of row planting design and planting distance on flowering and quality of gladiolus cut flower (*Gladiolus hybrida* cv. Oscar), Journal of Plant Productions, 36 (1): 129-140.

12- Davoodi M., Mohammadi H. and Bay N. 2009. Analysis and prediction some Mashhad climatic elements, Nivar Science and Technology journal, 71: 35-46. (In Persian)

13- De Hertogh A.A., Barrett J.E., Blakely N. and Dilley D.R. 1978. Low pressure storage of tulip, hyacinths and daffodil bulbs prior to planting, Journal of the American Society for Horticultural Science, 103 (2): 260-265.

14- Fiedler A.K. and Landis D.A. 2007. Plant Characteristics Associated with Natural Enemy Abundance at Michigan Native Plants, Environmental Entomology, 36(4): 878-886.

15- Hodgins K.A. and Barrett S.C.H. 2008. Natural Selection on Floral Traits through Male and Female Function in Wild Populations of the Heterostylous Daffodil *Narcissus Triandrus*, Evolution, 62-7: 1751-1763.

16- Hopper D.A. and Hammer P.A. 1991. Regression Models Describing *Rosa hybrida* Response to Day/Night Temperature and Photosynthetic Photon Flux, Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(4):

609-617.
17- Jabbour F. and Citerne H.L. 2010. Modeling Flowers and Inflorescences, International Journal of Plant Developmental Biology, 4 (1): 38-46.
18- Kapczyńska A. 2014. Effect of bulb size on growth, flowering and bulb formation in *lachenalia* cultivars, Horticulture Science, 41(2): 89-94.
19- Khan S., Jan I., Ullah H., Iqbal J., Iqbal S., Ahmad Shah S.H. and Ali Khan A. 2016. Influence of Phosphorus and Bulb Size on Flower and Bulblet Production of Tuberose. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 16 (1): 191-197.
20- Kim M.J., Hong S.J. and Kim H.K. 2013. Effect of bulblets size oriented from tissue culture on growth and bulb enlargement of *Lilium Oriental* hybrids grown in highlands. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 31: 165-172.
21- Matin F. 1998. Tulips of Iran. Publication of Agricultural Research, Education and Development. Tehran, Iran.
22- Parsa A. 1950. Tulipa L. In: Flora de l, Iran, Vol: 199-228, Tehran.
23- Petrenko O. 2014. Simulation of flowering plants. PhD Thesis, Université de Limoges, France.
24- Rahnemoon far M., Etemadi N., Nikbakht A., Gheisari M. and Sabzalian M.R. 2014. Effect of Shade, Organic Matter and Planting Time on Morphological and Physiological Characteristics of Lisianthus (*Eustoma Grandiflorum*) (Raf.) Shinn, Journal of Plant Productions, 37(3): 1-11.
25- Raja K. and Palanisamy, V. 1999. Effect of bulb size on growth, flowering and bulb yield in tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. “Single”, South Indian Horticulture, 47: 322-324.
26- Van der Meulen-Muisers, J.J.M. and Van Oeveren, J.C. 1993. Genetic variation in flower longevity of cut lily and tulip flowers. Proc. Eucarpia Symposium ed. T. Schiva & A. Mercuri, pp. 191-198.
27- Van Tuyl J.M. and van Creij M.G.M. 2006. *Tulipa gesneriana* and *T. hybrids*, Flower breeding & genetics, 23: 623-641.
28- Zaharia A., Balcău, S.L., Cicevan, R, Horţ, D., Zaharia D. and Buta E. 2013. The Study of Six Tulip Cultivars for Establishing Their Landscaping Value. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 17(2): 212- 216.

Journal of Horticultural Science
Vol. 33, No.2, Summer 2019, P. 335-348
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۳۴۸-۳۳۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The Investigation of the Effects of Bulb Size on some Ornamental Traits and Flowering in some *Tulipa* Cultivars in the Climatic Condition of Mashhad

Z. Karimian[1*]- N. Zarrin[2]

Received: 22-01-2019
Accepted: 30-06-2019

Background and Objectives: Tulip flower is one of the most popular flowers in the world. This bulbous flower has about 150 species with more than 6000 recorded cultivars. In the recent years, planting of ornamental bulbous plants such as tulip has been common in many cities of Iran during Nowruz. Selection and order of the bulbs often is done based on aesthetic and flowering factors. Feasibility of estimation of some aesthetic traits in tulip cultivars can be a management approach in the cities, so that if urban managers in the landscape field know the time and duration of flowering, they can have an exact plan for the tulip planting in the Nowruz. The study of ornamental traits, flowering date and duration of tulip flower have been studied in the different climatic and edaphic conditions. Tulip cultivars have prolong flowering periods that their flowering duration can match with Nowruz are an apocopate option to use in the urban landscape of Mashhad. One of the methods to estimate the vegetative and ornamental traits in the ornamental plants is prediction models using bulbous dimensions with other plant part dimensions or combinations of them. In the current paper the study of the date of flowering and its duration in the several cultivars was investigated. On the other hand an attempt has been made to establish a best method for estimation of some ornamental traits in the tulip flower.

Materials and Methods: In the first part of the examination, six plots including six cultivated cultivars of tulip with area of 5 m^2 were prepared. Weight and diameter of bulbs were measured before planting and ornamental traits include height of flower stem, length and width of flower. Data from nearly 100 plants for each cultivar were recorded. Regression analyses of WB, DB, WB×DB, WB/DB, $WB^2 \times DB^2$ and WB^2/DB^2 versus height of flower stem, length and width of flower were done. . Among tested models (linear, polynomial, power, logarithmic and exponential) the models with highest R^2 values can be used for estimating of the mentioned ornamental traits. The correlation coefficients and also constants (a, b and c) were reported. In the other part of the examination, 23 cultivars of tulip in 15 plots with area of 20 m^2 were planted in the various parts of Mashhad. Flowering date and also the duration of flowering from nearly 50 plants for each cultivar were recorded.

Results: Results showed that the highest correlation between dimensions of bulbs (weight and diameter) with height of flower stem (R^2=0.88) was observed in weight of bulbs. Among of the tested models , the highest coefficient of correlation was obtained in polynomial equation. The calculated correlation between weight and diameter of bulbs with length and width of flower were low. In the Royal virgin cultivar, flower length with the bulb weight and also multiple of the bulb weight and diameter significantly showed a positive correlation (R^2=0.88 and R^2=0.81). In the other part of the current study, results indicated that the most of studied cultivars showed different flowering dates and durations. According to the results, the most early-flowering cultivars obtained from Copex, Yokohama, Happy generation and Apricot beauty. The most lately-flowering cultivar of tulip in the present study was observed in Spring green.

Discussion: In the first part of the study, the developed models including WB, WB×DB and WB2×DB2 that have the highest R^2 levels in comparison with other models can be applied to estimate height of flower stem in most of tulip cultivars. In the second part of the study, among of the 23 cultivars, only Apricot fox, Pretty lady, Happy generation and Yokohama are advisable to plant in the urban landscape in Mashhad in order to have flower during the Nowruz.

Keywords: Correlation of traits, Flowering duration, Landscape, Tulip cultivars

1- Assistant Professor, Departmenta of Ornamental Plants, Research Center of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: zkarimian@um.ac.ir)
2 - PhD student, Departmenta of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

Contents

HORTICULTURAL SCIENCES

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 33 No. 2 2019

Published by: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Publisher: 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