مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۴ صفحه‌های ۴۶۱ تا ۴۶۸ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

اثر جایگذاری کیسه، مایه‌زنی ریشه‌ها با قارچ و سطح‌های مختلف آبیاری بر رشد و ویژگی‌های میوه هلو در کشت ریشه منقسم[1]

Effect of Bag Placement, Fungal Inoculation of Roots, and Different Levels of Irrigation on Growth and Pomological Characteristics of Peach in Split Root Culture

مسعود ناظری*، سید جلال طباطبایی و یاور شرفی[2]

چکیده

کاربرد روش‌های مناسب جهت افزایش راندمان گیاهان در استفاده از آب مهمترین عامل موفقیت در تولید محصول‌های باغی در ایران می‌باشد. برای کاهش تنش خشکی در هلوی رقم ردتاپ روی پایه GF677، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل جایگذاری کیسه در کنار درخت در سه سطح (بدون کیسه، دارای یک کیسه و دارای دو کیسه)، سطح‌های مختلف آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) و مایه‌زنی ریشه‌ها با قارچ (بدون قارچ، قارچ مایکوریزا و قارچ تریکودرما) اعمال شدند. نتیجه‌ها نشان داد بیشترین شاخص کلروفیل و شمار میوه در تیمار جایگذاری دو کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما حاصل گردید که نسبت به شاهد افزایش ۱۸درصدی و ۱/۸ برابری داشت. تیمار بدون جایگذاری کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا و تیمار جایگذاری یک کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما به‌ترتیب بیشترین رشد قطر تنه و رشد شاخساره را ایجاد کردند. تیمار بدون جایگذاری کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ و بدون مایه‌زنی قارچ بیشترین ماده‌های جامد محلول و شاخص TSS/TA را ایجاد کرد. در کل جایگذاری کیسه میزان تنش خشکی را کاهش داد و تیمار جایگذاری یک کیسه و آبیاری ۷۵ ٪ و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا به دلیل افزایش شاخص‌های رشدی، عملکردی و کیفی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پومیس، تریکودرما، تنش خشکی، مایکوریزا.

مقدمه

هلو با نام علمی *Prunus persica* از تیره وردسانان (Rosaceae) و زیرتیره پرونوئیده دارای ۱۶ کروموزوم (2n=16) و بومی چین می‌باشد. هلو از درختان میوه معتدله گرم بوده و به سرمای شدید زمستان و گرمای بیش از حد حساس می‌باشد. دمای بالای شبانه در دوره گلدهی آن باعث کاهش تشکیل میوه می‌گردد. ریشه‌های هلو نیمه عمیق بوده به خاک سبک با عمق یک تا یک و نیم متر با زهکش کامل نیاز دارد (۱۱).

گیاهان با تنش‌های محیطی مختلف از جمله شوری، گرما، سرما، خشکی و غیره رو به رو هستند. به‌دلیل تغییرهای اقلیمی مثل افزایش دما و کاهش بارش در ایران، بیشتر باغ‌ها با محدودیت منابع آبی رو به رو هستند. تنش خشکی حتی تهدید قابل توجهی در تولید محصول برای آینده در مقیاس جهانی است. خشکی بیشترین تاثیر را بر مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمی

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۶

۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، استاد گروه علوم باغبانی و رئیس مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (masoud.nazeri@shahed.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

گیاهان دارد و سبب کاهش شاخص‌های رشدی، عملکردی و کیفیت محصول و در صورت تداوم تنش، موجب مرگ گیاه می‌شود (۹).

رشد میوه هلو بیشتر به تامین آب کافی با کیفیت مناسب بستگی دارد. تنش خشکی باعث کاهش رشد قسمت گوشتی و کاهش کیفیت میوه می‌شود (۴). گزارش شده است تنش خشکی باعث افزایش تولید سوربیتول نسبت به ساکارز و نشاسته در هلو می‌شود (۱۹). از طرفی میوه در زمان رسیدن به عنوان یک منبع جذب کربوهیدراتی و آب عمل می‌کند.

سیستم‌های تقسیم ریشه برای مطالعه اثرهای محیط‌های مختلف ریشه مورد استفاده قرار گرفته‌اند و بیان شده است که قسمت‌های مختلف سیستم ریشه توانایی تامین عنصرهای قسمت‌های مختلف بخش‌های هوایی و خاکی را دارند (۲۴). در بعضی از گونه‌ها، یک بخش سیستم ریشه‌ای می‌تواند کمبود آب در بخش دیگر ریشه را جبران نماید. در بررسی تأثیر شوری‌های متفاوت در کشت ریشه منقسم گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار جذب آب از بخش با هدایت الکتریکی پایین جذب شده و یک بخش از ریشه توانست آب مورد نیاز گیاه را تامین کند. هم‌چنین، محلول غذایی در بخشی از ریشه که EC بالایی داشت، همچنان قابل جذب بود (۲۰). نتیجه‌های تقسیم ریشه درخت توس در دو محیط با پی‌اچ‌های ۵ و ۹ نشان داد گیاهانی که بخشی از ریشه یا تمام ریشه در pH پایین قرار گرفتند، ماده خشک، فتوسنتز و تعرق بیشتری نسبت به گیاهانی که تمام ریشه در معرض pH بالا قرار گرفت، داشتند (۲۳). نتیجه تقسیم ریشه نشان داد بخشی از ریشه می‌تواند آب گیاه را تأمین کند (۱۷). در فنی دیگر در سیستم ریشه منقسم، ریشه گیاه به دو بخش تقسیم شده و یک بخش از ریشه با قارچ مایکوریزا مایه‌زنی می‌شود که افزایش زیست توده گیاه را در پی دارد (۲۲). با توجه به رشد بیشتر ریشه در بعضی از افق‌های خاک، بسیار مهم است که بدانیم رطوبت و ماده‌های غذایی کدام افق خاک را باید حفظ نمود. بنابراین، اهمیت نسبی بخش‌های مختلف ریشه زیر شرایط ناهمگن و بررسی میزان رشد، عملکرد و ویژگی‌های کیفی میوه در این شرایط بسیار مهم است.

قارچ‌های همزیست ریشه باعث افزایش جذب آب و ماده‌های غذایی شده و گیاه نیز کربوهیدرات مورد نیاز قارچ را تامین می‌کند. در این همکاری ریشه گیاه و قارچ به صورت یک واحد زنده فعالیت خود را انجام می‌دهند و از هم سود می‌برند. در مطالعه‌های صورت گرفته، قارچ مایکوریزا[1]سبب افزایش جذب آب و زیست توده گیاه شوید شده و با شبکه ریسه گسترده‌ای که ایجاد نمود، موجب افزایش سطح جذب عنصرها به ویژه عنصرهای کم تحرکی مانند فسفر، روی و مس شد (۱۰ و ۱۲). در تنش خشکی گیاه با کاهش سطح برگ و کاهش تعرق، سعی در کاهش تنش دارد. استفاده از این قارچ باعث افزایش جذب فسفر می‌شود و فسفر با تنظیم هورمون‌های گیاهی نقش کلیدی در تقسیم یاخته‌ای و تنظیم ماده‌های فتوسنتزی، کنترل بیشتری روی گیاه اعمال کرده و خسارت تنش را کاهش می‌دهد. کاربرد قارچ تریکودرما[2] باعث افزایش سطح برگ و ریشه جانبی در سیب شده است (۲). یکی از مهمترین ماده‌های تولید شده توسط قارچ تریکودرما، ۶- پنتیل- آلفا پیرون است که به عنوان محرک رشد گیاهان در غلظت‌های پایین عمل می‌نماید. افزایش تحمل در برابر تنش‌های غیرزیستی و مقاومت سیستمیک و موضعی در برابر ریزاندامواره‌های بیماری‌زا یکی دیگر از ویژگی‌های قارچ تریکودرما می‌باشد (۸ و ۱۲).

با توجه به کمبود آب در ایران ارائه راهکار مناسب برای کاهش اثرهای ناشی از تنش خشکی در درختان میوه و افزایش سطح کشت محصول‌های باغی، اهمیت دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر جایگذاری کیسه، مایه‌زنی قارچ و سطح‌های مختلف آبیاری بر ویژگی‌های کمی و کیفی هلو رقم ردتاپ[3] پیوند شده روی پایه GF677 در کشت ریشه منقسم بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در باغ پژوهشی ریشه منقسم دانشگاه شاهد با مختصات ۳۵ درجه عرض شمالی و ۵۱ درجه طول شرقی اجرا شد. ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه براساس میانگین داده‌های ۵۵ ساله ایستگاه هواشناسی فرودگاه مهرآباد تهران شامل میانگین دمای سالیانه ۱۷/۳ درجه سلسیوس، میانگین بارندگی سالیانه ۲۳۲/۸ میلی‌متر و رطوبت نسبی هوا ۴۱ ٪ می‌باشد. مقدار کربن آلی در باغ در محدوده خیلی کم تا متوسط بوده (۰/۱ تا ۰/۵درصد) هم‌چنین، درصد آهک خاک بین ۱۳/۵-۱۰ درصد بود. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در محدوده متوسط $19\text{-}21 meq100g^{-1}$ خاک بود. پی‌اچ خاک باغ در محدوده ۸-۷/۸ و هدایت الکتریکی (EC) خاک $7\ dS/m^{-1}$ بود.

۱- Mycorrhiza ۲- Trichoderma ۳- Redtop

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

نهال‌های درختان هلوی رقم ردتاپ پیوندی روی پایه GF677 با فاصله سه متر بین ردیف و دو متر روی ردیف کاشته شدند. در یک سمت درختان گودال‌هایی برای گذاشتن کیسه‌ها تعبیه شد. گودال اول به فاصله ۴۰ سانتی متر از تنه درخت به عمق ۶۰ سانتی متر و گودال دوم به فاصله ۶۰ سانتی متر از تنه درخت ایجاد شد. کیسه‌های کامپوزیتی به حجم ۴۰ لیتر حاوی پومیس در گودال‌ها قرار داده شدند. در ۲۰ سانتی‌متر از بالای کیسه چند سوراخ در سمت رو به درخت کیسه ایجاد شد تا ریشه وارد کیسه شود و همیشه در کیسه مقداری آب وجود داشته باشد تا شرایطی مشابه شرایط هیدروپونیک برای درختان ایجاد شده و درختان کمتر در شرایط تنش آبی قرار بگیرند. از یک مخزن ۵۰۰۰ لیتری که به وسیله یک پمپ زیر سطحی و با استفاده از انرژی خورشیدی تغذیه می‌شد، برای تامین آب درختان استفاده شد. آب از راه لوله‌های دو اینچی و لوله‌های فرعی ۱۶ میلی‌متری به قطره چکان‌ها رسانده شد. آب و ماده‌های غذایی توسط لوله‌های ماکارونی به درون کیسه و پای درختان انتقال داده شد. در کنار مخزن اصلی آب، یک مخزن کوچک استاک محلول غذایی به حجم ۲۰۰ لیتر برای تامین عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف قرار گرفت. هدایت الکتریکی و پی‌اچ مخزن ۵۰۰۰ لیتری به صورت خودکار با دستگاه اندازه‌گیری و در صورت نیاز توسط محلول استاک مخزن کوچک (۲۰۰ لیتری) تنظیم شد. سیستم شناور[۱]مشابه سیستم کولر در کیسه تعبیه شد تا با پایین آمدن آن به وسیله سیستم بی‌سیم متصل به آن فرمان شروع کار به پمپ داده شده و آبیاری آغاز گردد. پس از بالا آمدن شناور دستور خاموش شدن پمپ صادر می‌شد و در این زمان در کیسه ۱۵ لیتر آب موجود بود. تیمارها شامل استفاده از کیسه (بدون کیسه، دارای یک کیسه و دارای دو کیسه) ، مایه‌زنی ریشه‌ها با قارچ (بدون قارچ، قارچ تریکودرما و قارچ مایکوریزا) و مقادیر آبیاری (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی) اعمال شد. دو ردیف ابتدایی و انتهایی در طرف شرق و غرب باغ به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد.

کارایی فتوسنتز و شاخص سبزینگی در یک روز آفتابی در مرداد ماه سال ۹۸ در ساعت ۱۱ الی ۱۳ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی از دستگاه کلروفیل‌سنج (Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll Japan) استفاده شد. برای اندازه‌گیری شاخص سبزینگی، پنج برگ از هر درخت به صورت تصادفی انتخاب شد. برای کارایی فتوسنتز از برگ‌های توسعه یافته بالای درخت و از دستگاه پرتابل کلروفیل فلورسانس (Portable Fluorimeter, Hansatech, Uk Handy-Pea) استفاده شد. برای باز شدن کامل مراکز واکنش باید برگ به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گیرد که این کار توسط کلیپس‌های ویژه صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری میزان رشد قطر تنه درخت ابتدا در زمستان سال ۹۷ قطر تنه در فاصله ده سانتی متری از بالای محل پیوند با کولیس دیجیتالی (Digital Caliper, 1114-200A) اندازه گرفته شد و در پایان فصل رشد هم به همین روش قطر تنه ثبت شد. اختلاف دو عدد به‌عنوان میزان رشد سالیانه قطر تنه درخت محاسبه شد. رشد طولی سالانه در چهار شاخه از هر درخت با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شده و میانگین آن‌ها منظور گردید.

در هفته آخر اردیبهشت میوه‌های موجود روی هر درخت شمارش گردید. برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (EC) و pH میوه ابتدا دو گرم از بافت آبدار میوه جدا و له شد. سپس با ۱۸ گرم آب مقطر (به نسبت ۱:۱۰) رقیق و در نهایت به‌وسیله دستگاه pHمتر (Clean pH500) و ECمتر (EC Tester 11)، pH و EC اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری ماده‌های جامد محلول (TSS) از دستگاه رفرکتومتر دیجیتال (Hanna HI96801) استفاده شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۰ سی‌سی از آب میوه به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال در حضور چند قطره معرف فنول فتالئین (۰/۵ درصد در اتانول ۸۰ ٪)، سنجش صورت گرفت. با مشاهده اولین رنگ صورتی پایدار میزان هیدروکسید سدیم مصرفی یادداشت گردید. از رابطه زیر اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد (۱۳).

$$A = \frac{N \times V \times E}{M} \times 100$$

A: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره، N: نرمالیته هیدروکسید سدیم مصرفی (۰/۱ نرمال)، V: حجم سود مصرفی،M: مقدار آب میوه (میلی‌لیتر) و E: وزن اکی والانت برای اسید غالب هلو که اسید مالیک است و برابر ۰/۰۶۷ می‌باشد. شاخص طعم میوه نیز از نسبت TSS/TA بدست آمد.

۱- Floater

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. اعمال تیمارها از روز نخست کاشت نهال (اردیبهشت ۹۶) شروع و داده برداری از سال دوم کاشت نهال شروع شد. واکاوی داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

این آزمایش جهت کاهش تنش خشکی در درختان میوه طراحی شد. نتیجه‌های تجزیه واریانس نشان داد برهمکنش سطح‌های مختلف سه تیمار بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی، رشدی، عملکردی و کیفی (به جز هدایت الکتریکی آب میوه) در سطح ۱ و ۵ ، اثر معنی‌داری داشته است. اگرچه برهمکنش سه تیمار بر هدایت الکتریکی آب میوه اثر معنی‌داری نداشت، اما برهمکنش تیمارهای جایگذاری کیسه در مایه‌زنی با قارچ و جایگذاری کیسه در سطح‌های مختلف آبیاری بر این شاخص در سطح ۵٪ اثر معنی‌دار داشت.

جدول مقایسه میانگین (جدول ۱) نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار جایگذاری یک کیسه، آبیاری کامل و بدون مایه‌زنی قارچ اندازه‌گیری شد و تیمارهای جایگذاری یک کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا و تریکودرما در یک سطح از معنی‌داری قرار گرفتند. بین تیمار جایگذاری یک کیسه، آبیاری کامل و بدون مایه‌زنی قارچ با شاهد ۱۸ درصد اختلاف مشاهده گردید. در تنش خشکی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه به طور مستقیم یا غیرمستقیم دچار اختلال می‌گردد. با بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش خشکی و کاهش مبادلات گازی، در زنجیره انتقال الکترون اختلال ایجاد می‌گردد. انباشت الکترون‌ها، اکسیژن‌های فعال را ایجاد کرده که این اکسیژن‌های فعال، کلروفیل و غشاء تیلاکوئید را از بین می‌برند (۱۹). درختانی که در کنار آن‌ها کیسه جایگذاری شده بود و آبیاری مناسبی داشتند (۷۵ و ۱۰۰ ٪)، نسبت به درختان با آبیاری یکسان اما بدون جایگذاری کیسه، شاخص کلروفیل بهتری داشتند. این موضوع نشان‌دهنده کاهش تنش در اثر جایگذاری کیسه می‌باشد. در شرایطی که کیسه کنار درخت وجود داشت و همیشه در کیسه ۱۵ لیتر آب بود، از ایجاد تنش خشکی جلوگیری گردید. کاهش تنش خشکی در اثر جایگذاری کیسه در کنار درخت به دلیل ایجاد شرایط مشابه هیدروپونیک برای درختان می‌باشد. مقایسه میانگین کارایی فتوسنتز در اغلب تیمارها در یک سطح از معنی‌داری قرار گرفتند (جدول۱).

بیشترین رشد قطر تنه در تیمارهای بدون جایگذاری کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی با قارچ ماکوریزا و جایگذاری دو کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما در یک سطح از معنی‌داری دیده شد. بیشترین رشد شاخه در تیمار جایگذاری یک کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما اندازه‌گیری شد که نسبت به تیمار شاهد ۳۵ ٪ افزایش پیدا کرد. رشد قطر تنه برخلاف رشد شاخه سرعت کمتری داشت، اما رشد در طول فصل ادامه دارد. بنابراین، تنش آبی در هر زمان از طول فصل بر آن می‌تواند تاثیر داشته باشد (۱۴). در پژوهشی که درباره مقایسه کشت خاکی با کشت هیدروپونیک گیاه شیرین بیان صورت گرفت، نشان داده شد که میزان رشد قطر تنه در محیط هیدروپونیک در تیمار کودی یکسان بیشتر بود (۵). با جایگذاری کیسه در این روش و هدایت بخشی از ریشه به درون کیسه می‌توان چنین نتیجه گرفت که این روش، نیمه هیدروپونیک می‌باشد. در پژوهشی که در خیار انجام شد، مایه‌زنی گیاه با قارچ *Trichoderma harzianum* میزان رشد را تا ۳۲ ٪ نسبت به شاهد افزایش داد (۲۱).

هم‌چنین، بیشترین شمار میوه (۴۸۱) در تیمار جایگذاری دو کیسه، آبیاری کامل و بدون تقلیح قارچ شمارش گردید (جدول۱). عوامل محیطی بر میزان تولید کربوهیدرات در برگ‌ها تاثیر دارند. در هلو نیز مانند سایر گیاهان یکی از عواملی که باعث کاهش فتوسنتز و کاهش تولید ساکارز می‌شود، کاهش جذب دی اکسید کربن می‌باشد (۱). ساکارز عمده‌ترین قندی است که از راه آوند آبکش منتقل می‌شود. جوانه‌های متورم با جذب ساکارز از برگ انرژی لازم برای رشد و نمو را به دست می‌آورند (۷). از سوی دیگر، در اثر تنش خشکی میزان تولید سوربیتول نسبت به ساکارز و نشاسته افزایش پیدا می‌کند. افزایش بیش از ۲٪ نسبت سوربیتول به ساکارز در برگ‌های بالغ بادام سبب ریزش میوه می‌گردد (۱۶). درختانی که در کنار آن‌ها کیسه جایگذاری شده بود و آبیاری ۷۵ ٪ داشتند و ریشه با قارچ مایه‌زنی شده بود، نسبت به درختان بدون کیسه، شمار میوه بیشتری داشتند که این نشان‌دهنده کاهش تنش در اثر جایگذاری کیسه می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثرهای برهمکنش جایگذاری کیسه، مقادیر مختلف آبیاری و مایه‌زنی ریشه‌ها با قارچ بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و کیفی میوه هلو رقم ردتاپ روی پایه GF677.

Table 1. Means comparison of interaction effects of bag placement, different levels of irrigation, and root inoculation with fungi on growth, physiological, and qualitative characteristics of peach cultivar Redtop on GF677 rootstock.

تیمار Treatment	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	کارایی فتوسنتز Fv/Fm	رشد قطر تنه Trunk diameter growth (mm)	رشد طولی شاخه Shoot elongation (cm)	شمار میوه Fruit number	پی‌اچ عصاره میوه Fruit juice pH	ماده‌های جامد محلول TSS (ºBrix)	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (%)	نسبت قند به اسید TSS/TA
$B_0I_{100}F_0$	42 e-g	0.739 b	21.42 b-g	50.33 fg	167 gh	4.04 a-f	10.53 k-m	0.077 i-k	1366 g-j
$B_0I_{100}F_M$	45.15 b-e	0.798 ab	27.35 a	69 a-d	335 c	4.19 a-c	19.06 b	0.058 lm	3313 b
$B_0I_{100}F_T$	42.91 d-f	0.804 ab	20.16 e-i	37.41 hi	163 g-i	3.83 d-h	13.5 g-i	0.067 kl	2014 de
$B_0I_{50}F_0$	38.05 g-i	0.812 ab	10.41 mn	41.5 g-i	151 h-j	3.7 gh	14 f-h	0.087 f-i	1616 f-h
$B_0I_{50}F_M$	39.85 f-h	0.787 ab	8.14 no	15.66 k	86 k	4.07 a-e	13.5 g-i	0.097 d-f	1403 g-j
$B_0I_{50}F_T$	32.75 j	0.761 ab	5.7 o	33.66 i	121 j	4.13 a-d	11.36 j-m	0.118 ab	962 kl
$B_0I_{75}F_0$	40.75 e-h	0.79 ab	15.9 h-l	77.33 ab	130 j	3.83 d-h	24.46 a	0.051 m	4781 a
$B_0I_{75}F_M$	39.8 f-h	0.794 ab	13.41 k-m	64.33 c-e	218 ef	4.03 a-f	11.05 j-m	0.067 kl	1665 fg
$B_0I_{75}F_T$	34.9 ij	0.782 ab	19.73 f-i	41 g-i	145 h-j	4.33 a	15.33 d-g	0.073 jk	2080 de
$B_1I_{100}F_0$	43.5 c-f	0.805 ab	25.65 a-c	57.33 d-f	388 b	3.72 f-h	7.15 n	0.093 e-g	576 m
$B_1I_{100}F_M$	46.93 a-d	0.816 a	23.1 a-g	74 a-c	361 bc	4 a-g	6.6 n	0.107 cd	615 m
$B_1I_{100}F_T$	49.15 ab	0.783 ab	21.16 c-g	70 a-d	384 b	4.14 a-d	12.5 h-j	0.107 cd	1171 j-l
$B_1I_{50}F_0$	39.15 f-h	0.776 ab	14.1 j-m	31 ij	53 l	3.73 f-h	18.03 bc	0.087 kl	2691 c
$B_1I_{50}F_M$	34.15 ij	0.765 ab	13.35 k-m	32.66 ij	145 h-j	3.79 e-h	15.5 d-f	0.127 a	1217 j-l
$B_1I_{50}F_T$	40.85 e-h	0.781 ab	14.16 j-m	29.66 j	173 gh	4.05 a-f	19.3 b	0.117 f-i	2211 d
$B_1I_{75}F_0$	42.46 e-g	0.794 ab	20.82 c-h	65.66 b-e	190 fg	3.95 b-g	7.35 n	0.083 g-j	876 lm
$B_1I_{75}F_M$	47.4 a-c	0.806 ab	24.25 a-f	73.33 a-c	337 c	4.33 a	11.75 j-m	0.09 e-h	1299 h-k
$B_1I_{75}F_T$	42.55 d-f	0.777 ab	18.51 g-j	78.33 a	302 d	3.64 h	16.5 cd	0.1 c-e	1652 fg
$B_2I_{100}F_0$	49.9 a	0.802 ab	25.42 a-d	36.33 i	481 a	3.74 f-h	9.9 lm	0.091 e-g	1083 j-l
$B_2I_{100}F_M$	45.06 b-e	0.748 ab	25 a-e	64 c-e	387 b	4.23 a-c	15.9 de	0.103 cd	1529 g-i
$B_2I_{100}F_T$	50.25 a	0.793 ab	27.11 a	65.33 b-e	336 c	4.23 ab	12.33 h-k	0.08 h-j	1554 f-j
$B_2I_{50}F_0$	37.4 hi	0.741 b	15.28 i-m	39.66 g-i	167 gh	4.25 ab	17.83 bc	0.08 h-j	2218 d
$B_2I_{50}F_M$	34.1 ij	0.788 ab	11.23 l-n	21 jk	73 kl	3.9 c-h	10.7 j-m	0.077 i-k	1392 g-j
$B_2I_{50}F_T$	36.75 h-j	0.777 ab	20.46 d-h	49.66 g-i	133 ij	4.19 a-c	10.73 j-m	0.11 bc	982 kl
$B_2I_{75}F_0$	43.5 c-f	0.782 ab	18.28 g-k	16.66 k	159 g-i	4.28 ab	9.73 m	0.087 f-i	1123 j-l
$B_2I_{75}F_M$	44.85 c-e	0.763 ab	20.06 e-i	54 ef	226 e	4.15 a-d	10.75 j-m	0.098 de	1095 j-l
$B_2I_{75}F_T$	42.45 e-g	0.807 ab	26.28 ab	64.66 b-e	274 d	4.05 a-f	14.6 e-g	0.078 ij	1869 fe

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Duncan's multiple range test. In Table, B_0, B_1, and B_2 represent no bag placement, one bag placement, and two bag placements, respectively; I_{50}, I_{75}, and I_{100} respectively represent 50, 75, and 100% irrigation and F_0, F_M, and F_T represent without inoculation, inoculation with mycorrhizal fungi, and inoculation with *Trichoderma* fungi.

میانگین‌هایی که در هر ستون حرف‌های مشترک دارند، در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در جدول، B_0، B_1 و B_2 به ترتیب نشان‌دهنده بدون جایگذاری کیسه، جایگذاری یک کیسه و جایگذاری دو کیسه؛ I_{50}، I_{75} و I_{100} به ترتیب نشان‌دهنده آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ ٪ ظرفیت زراعی و F_0، F_M و F_T به ترتیب نشان‌دهنده بدون مایه‌زنی، مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

نتیجه‌ها نشان داد بیشترین میزان pH آب میوه با مقادیر ۴/۳۳ به طور مشترک در تیمارهای بدون جایگذاری کیسه، آبیاری ۷۵٪ و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما و همچنین، جایگذاری یک کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا اندازه‌گیری شد. افزایش نمک‌های محلول و افزایش قند نسبت به اسیدهای آلی، افزایش pH میوه را در پی خواهد داشت. قارچ تریکودرما و مایکوریزا با شبکه گسترده‌ای که از ریسه‌ها ایجاد می‌کنند، جذب آب و ماده‌های معدنی را افزایش می‌دهند (۷و ۸). با توجه به اینکه گیاهان در کنار آبیاری، محلول غذایی را نیز دریافت نمودند و به دلیل وجود کربنات و بی‌کربنات در خاک، جذب عنصرهای غذایی در درختانی که در کنار آن‌ها کیسه جایگذاری نشده بود با مشکل رو به رو شد و در تیمارهایی که در کنار درخت کیسه جایگذاری شده بود، عنصرهای غذایی به آسانی توسط ریشه جذب شد و pH میوه افزایش پیدا نمود. در تیمار بدون جایگذاری کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ ظرفیت زراعی و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما، تنش خشکی را می‌توان دلیل افزایش pH دانست.

در تنش خشکی ترکیب‌های آلی و ماده‌های معدنی جهت تنظیم اسمزی انباشت پیدا می‌کنند. با انباشت ترکیب‌های آلی و ماده‌های معدنی پتانسیل اسمزی یاخته نسبت به خارج از یاخته‌ای منفی‌تر شده و آب در یاخته باقی می‌ماند. این افزایش انباشت ترکیب‌های آلی و ماده‌های معدنی موجب افزایش ماده‌های جامد محلول می‌شود (۱۵و ۱۸). بیشترین ماده‌های جامد محلول در تیمار بدون جایگذاری کیسه، آبیاری ۷۵ ٪ ظرفیت زراعی و بدون مایه‌زنی قارچ و کمترین میزان ماده‌های جامد محلول نیز در جایگذاری یک کیسه، آبیاری کامل و مایه‌زنی قارچ مایکوریزا مشاهده شد (جدول ۱). تیمارهایی که در کنار درخت کیسه قرار داشت و از سطح آبیاری مناسبی نیز برخوردار بودند، در مقایسه با تیمارهای یکسان اما بدون جایگذاری کیسه در کنار درخت، ماده‌های جامد محلول کمتری داشتند که این نشان‌دهنده کاهش تنش خشکی در این تیمارها می‌باشد. در تیمارهایی که در کنار درخت دو کیسه جایگذاری شده بود و آبیاری ۷۵ ٪ ظرفیت زراعی داشتند و ریشه با قارچ مایه‌زنی شده بود، نسبت به تیمار دارای همان تعداد کیسه و آبیاری یکسان اما بدون مایه‌زنی ریشه با قارچ، ماده‌های جامد محلول بیشتری داشتند. قارچ‌های مایکوریزا و تریکودرما با افزایش سطح جذب ریشه، آب و ماده‌های غذایی بیشتری را جذب می‌کنند (۲و ۱۲). در نتیجه، اگر گیاه آبیاری مناسبی داشته باشد و ریشه با قارچ مایه‌زنی شود، افزایش جذب عنصرها نسبت به جذب آب به مقداری است که موجب افزایش ماده‌های جامد محلول شود. تأثیر جایگذاری کیسه، سطح‌های مختلف آبیاری و مایه‌زنی قارچ بر اسیدیته قابل تیتراسیون به گونه‌ای بود که بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون در تیمار با جایگذاری یک کیسه، آبیاری ۵۰ ٪ و مایه‌زنی با قارچ مایکوریزا و تیمار بدون جایگذاری کیسه، آبیاری ۵۰ ٪ و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما مشاهده شد. ویژگی مشترک این دو تیمار، آبیاری ۵۰ ٪ ظرفیت زراعی بود که نشان داد جایگذاری کیسه نمی‌تواند جایگزین تنش خشکی شدید شود. گیاه برای ایجاد تنظیم اسمزی جهت مقابله با تنش خشکی، ساخت اسیدیته قابل تیتراسیون را افزایش می‌دهد. میزان اسیدیته هلو با اعمال تنش خشکی در مرحله سوم رشد میوه افزایش پیدا کرد (۱۱). تریکودرما و مایکوریزا به دلیل همزیستی که با گیاه دارند جذب عنصرهای غذایی توسط گیاه را افزایش می‌دهند. افزایش اسیدیته آب میوه در اثر افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در هلو نیز گزارش شده است (۳). در تیمار جایگذاری کیسه، اسیدیته قابل تیتراسیون روند افزایشی داشت. این افزایش می‌تواند به دلیل میزان جذب عنصرهای غذایی موجود در کودآبیاری در تیمارهای حاوی کیسه باشد.

شاخص طعم (TSS/TA) برای تعیین مزه میوه استفاده می‌شود. شاخص طعم میوه با اسیدیته قابل تیتراسیون رابطه عکس دارد. اسیدیته قابل تیتراسیون و ماده‌های جامد محلول از فاکتورهایی هستند که در اثر تنش خشکی افزایش پیدا می‌یابند (۱۱). جایگذاری یک کیسه به دلیل کاهش سطح تنش خشکی میزان ماده‌های جامد محلول را کاهش می‌دهد و از طرفی با افزایش جذب عنصرهای غذایی در اثر جایگذاری کیسه، اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش پیدا می‌کند. کاهش ماده‌های جامد محلول و افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون سبب کاهش شاخص طعم در تیمار جایگذاری یک و دو کیسه در میوه شد.

برهمکنش سه تیمار جایگذاری کیسه، سطح آبیاری و مایه‌زنی قارچ بر هدایت الکتریکی آب میوه تأثیر معنی‌داری نداشت، اما برهمکنش جایگذاری کیسه در سطح‌های آبیاری و جایگذاری کیسه در مایه‌زنی قارچ بر این شاخص تأثیر معنی‌دار داشت. جایگذاری کیسه در سطح‌های مختلف آبیاری (شکل۱) بیشترین هدایت الکتریکی آب میوه به ترتیب در تیمار جایگذاری دو کیسه در آبیاری کامل و تیمار بدون جایگذاری کیسه در آبیاری ۷۵ ٪ مشاهده شد. یکی از راه‌های مقابله گیاه با تنش خشکی تنظیم اسمزی است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

تنظیم اسمزی از دو راه غیرفعال (کاهش آب نسبی بافت) و فعال (انباشت نمک‌ها و متابولیت‌ها) صورت می‌گیرد. انباشت یون‌های معدنی در واکوئل باعث جلوگیری از شیب‌های اسمزی در عرض تونوپلاست شده و غلظت مولکول‌های آلی در سیتوپلاسم افزایش پیدا می‌کند (۶). علت افزایش نسبی هدایت الکتریکی آب میوه در تیمارهای جایگذاری دو کیسه نسبت به تیمارهای بدون جایگذاری کیسه و جایگذاری یک کیسه می‌تواند تقسیم آب بین کیسه اول و دوم باشد. با خالی کردن تعدادی کیسه دوم جایگذاری شده، ریشه‌ای مشاهده نشد که این نشان دهنده این است که با ورود ریشه به کیسه اول، ریشه آب مورد نیاز گیاه را تامین کرده و به سمت کیسه دوم حرکت نکرده یا گیاه زمان بیشتری را احتیاج دارد تا به کیسه دوم برسد و گیاه در واقع نصف مقدار آبی که دیگر تیمارها با میزان آبیاری یکسان اما در شمار کیسه متفاوت بودند، دریافت کرد. بیشترین هدایت الکتریکی آب میوه در تیمارهای جایگذاری دو کیسه و مایه‌زنی با قارچ تریکودرما و جایگذاری دو کیسه و بدون مایه‌زنی قارچ اندازه‌گیری شد (شکل۱).

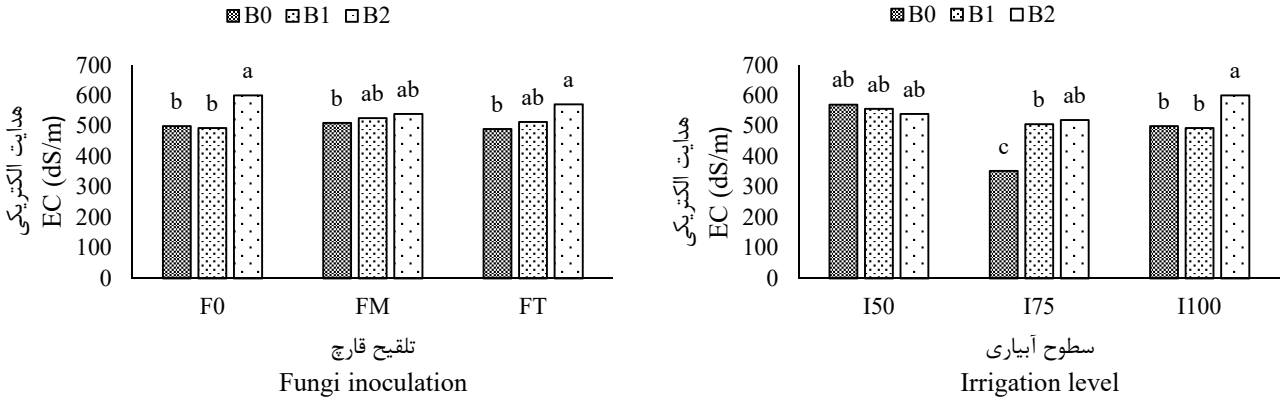

Fig. 1. Mean comparison of interaction effects of bag placement and root inoculation with fungi (left) and bag placement at different levels of irrigation (right) on EC of fruit juice. In each column, the means that have different letters are significantly different at the 5% probability level in the Duncan test.

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر برهمکنش جایگذاری کیسه در مایه‌زنی ریشه با قارچ (چپ) و جایگذاری کیسه در سطح‌های مختلف آبیاری (راست) بر هدایت الکتریکی آب میوه. در هر ستون میانگین‌های که دارای حرف‌های غیر مشابه هستند، در سطح احتمال۵ درصد در آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

نتیجه‌گیری

براساس نتیجه‌های به‌دست آمده، شاخص‌هایی مانند ماده‌های جامد محلول و هدایت الکتریکی آب میوه که در اثر تنش خشکی افزیش پیدا می‌کنند، در اثر جایگذاری کیسه کاهش داشتند که این نشان دهنده کاهش تنش در اثر جایگذاری کیسه می‌باشد. با توجه به شرایط کمبود آب و خشکسالی و نیاز به جلوگیری از کاهش سطح زیر کشت محصولات باغی تیمار جایگذاری یک کیسه، آبیاری به میزان ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و مایه‌زنی ریشه با قارچ مایکوریزا نه تنها صرفه جویی ۲۵ درصدی در مصرف آب داشت بلکه موجب افزایش عملکرد و کیفیت میوه شد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از یک طرح پژوهشی بوده و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از سازمان برنامه و بودجه کشور برای حمایت مالی این طرح تشکر نمایند.

References منابع

1. Ali, K. and N. Nii. 1999. Fruiting effects on diurnal changes in sorbitol and starch contents in peach leaves. J. Jpn. Soc. Hort. Sci.68(4):739–745.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

2. Chacon, M.R., O. Rodríguez-Galán, T. Benítez, S. Sousa, M. Rey, A. Llobell, and J. Delgado-Jarana1. 2007. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by Trichoderma harzianum. Int. Microb. 10:19-27.
3. Chatzitheodorou, I.T., T.E. Sotiropoulos and G.I. Mouhtaridou. 2004. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilization and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars Spring Time and Red Haven. Agro. Res. 2(2): 135-143.
4. Eldem, V., U. Çelikkol-Akçay, E. Ozhuner, Y. Bakır, S. Uranbey and T. Unver. 2012. Genome-wide identification of mirnas responsive to drought in peach (*Prunus persica*) by high-throughput deep sequencing. Plos One 7(12): e50298.
5. Estaji, A., H. R. Roosta and M. Raghami. 2017. Comparison of vegetative traits and root yield of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) influenced by different sources of nitrogen in several soilless and soil culture systems. J. Soil Plant Interact. 8(2):105-117.
6. Farooq, M., A. Wahid., N. Kobayashi. D.B.S.M.A. Fujita and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In Sustainable agriculture (pp. 153-188). Springer, Dordrecht.
7. Feng, T., X. Lu, F. Liang, A. Li, and Y. Lei. 2018. Next generation sequencing reveals the potential functions of the genes involved in controlling several important commercial traits in peach (*Prunus persica* (L.). Batsch) fruits. J. Hort. Sci. Biotechnol. 93(2): 122-131.
8. Flores, C., M. Nieto, D. V. Millán-Gómez, M. Caro, E. Galindo, and L. Serrano-Carreón. 2019. Elicitation and biotransformation of 6-pentyl-α-pyrone in *Trichoderma atroviride* cultures. Proc. Biochem. 82:68-74.
9. Kafi, M., A. Borzoi, M. Salehi, A. Kamandi, and J. Nabatei. 2010. Environmental Stress Physiology of Plants. Press Jahad Daneshgahi. 502 pages.
10. Kapoor, R., B. Giri and K.G. Mukerji. 2002. Glomus macrocarpum: A potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and Carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World J. Microb. Biotechnol. 18(5):459-463.
11. Lopez, G., M. H. Behboudian., X. Vallverdu., M. Mata., J. Girona and J. Marsal. 2010. Mitigation of severe water stress by fruit thinning in 'O'Henry'peach: implications for fruit quality. Sci. Hort. 125(3): 294-300.
12. Marschner H. and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil. 159:89-102.
13. Mazumdar, B. C and K. Majumder. 2003. Methods on Physico-chemical analysis of fruits. Daya Publishing House. Delhi. India. 187 pages.
14. Mills, T.M., M.H. Behboudian and B.E. Clotheir. 1996. Water relations, growth and composition of '*Braeburn*' apple fruit under deficit irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 286-291.
15. Mitchell, J. P., C. Shennan, S.R. Grattan and D.M. May. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(2): 215-221.
16. Moing, A., N. Larglois, L. Svanella, A. Zanetto and J.P. Gaudillere. 1997. Variability in sorbitol: sucrose, ration in mature leaves of different *Prunus amygdalus*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:83-90.
17. nazeri, M., S.J. Tabatabaei and Y. Sharafi. 2020. Evaluation of split root system followed by semi-hydroponic conditions and fungi in peach trees to improve water uptake efficiency in low yield lands. Res. Pomol. 5(1): 29-43.
18. Pessarakli, M. 2019. Handbook of plant and crop stress. CRC press. 579 pages.
19. Rieger, M. and M.J. Duemmel. 1992.Comparison of drought resistance among Prunus species from divergent habitats. Tree Physiol. 11:369–380.
20. Tabatabaei, S.J., P.J. Gregory, P. Hadley, and L. Ho. 2004. Use of unequal salinity in the root zone to improve yield and quality in hydroponically grown tomato. Acta Hort. 648(648):47-54.
21. Taghinasab Darzi M. 2012. Effect of some *Trichoderma* spp. isolates on promoting growth of cucumber seedlings under greenhouse conditions. J. Soil Plant Interact. 3(3):85-92.
22. Wu, Q.S., A.K. Srivastava and M.Q. Cao. 2016. Systematicness of glomalin in roots and mycorrhizosphere of a split-root trifoliate orange. Plant, Soil Environ. 62(11): 508-514.
23. Xu, F., X. Tan., W.Q. Zhang and J.J. Zwiazek. 2019. Effects of iron and root zone pH on growth and physiological responses of paper birch (*Betula papyrifera*), trembling aspen (*Populus tremuloides*) and red-osier dogwood (*Cornus stolonifera*) seedlings in a split-root hydroponic system. Acta Physiol. Plant. 41(8): 142.
24. Zekri, M and L.R. Parsons. 1990. Response of split root sour orange seedlings to NaCl and polyethylene glycol stresses. J. Expt. Bot. 41:35–40.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (4): 461-468 (2020)
Research article

Effect of Bag Placement, Fungal Inoculation of Roots, and Different Levels of Irrigation on Growth and Pomological Characteristics of Peach in Split Root Culture

M. Nazeri*, S. J. Tabatabaei and Y. Sharafi[1]

Improving water use efficiency in horticultural crops can be achieved by adopting appropriate practices. An experiment was conducted to reduce water stress in Peach var red top grafted on GF677. The experiment was arranged in a factorial completely randomized design with three replications. The treatments consisted of bag placement beyond tree trunk (0, 1 and 2 bag/tree), irrigation rate (50, 75 and 100 % of field capacity) and fugues (0, Mycorrhiza and Trichoderma). The results indicated that the highest content of chlorophyll and fruit number were observed in 2 bag 100 irrigation and Trichoderma treatment which 18% was higher than that of control. The increased both trunk diameter and stem growth were achieved in the treatment 0 bag, 100 irrigation, Mycorrhiza, 1 bag, 75% irrigation and Trichoderma, respectively. Treatment 0 bag, 75% irrigation and 0 fungi had the highest content of total soluble solid (TSS) and TSS/Titratable acidity. In general, the treatment of 1 bag, 75% irrigation and Mycorrhiza led to increased growth, yield and quality of fruits.

Keywords: Drought stress, *mycorrhiza*, Pumic, *Trichoderma*.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.16.6]

1. M.Sc. Student of Horticultural Science, Professor of Horticultural Science (Head of Medicinal Plants Research Center of Shahed University), and Assistant Professor of Horticultural Science, School of Agriculture, Shahed University, respectively.
* Corresponding Author, Email: (Masoud.nazeri@shahed.ac.ir)