نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۱ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۱۶۱-۱۴۵

اثر دو پایه تجاری و تلقیح با دو گونه قارچ میکوریز بر جذب برخی عناصر و صفات کیفی خیار گلخانه‌ای

اصغر مارزی زاده[۱]*، صاحبعلی بلندنظر[۲]، جعفر حاجی‌لو[۲]، علی لطف‌اللهی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- کارشناس آزمایشگاه بیولوژی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
* مسئول مکاتبه: E-mail: marzizadeh.asghar69@gmail.com

چکیده

اهداف: آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر دو پایه تجاری و تلقیح با دو گونه قارچ میکوریز بر جذب برخی عناصر و صفات کیفی خیار گلخانه‌ای، در کشت‌های خاکی آن انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، درگلخانه گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تبریز اجرا گردید. فاکتور اول پیوند خیار گلخانه‌ای رقم ناگین روی دو پایه کدوی شینتوزا، روت پاور و همزیستی با دو گونه قارچ میکوریز (*Diversispora versiformis* و *Rhizophagus intraradices*) به عنوان فاکتور دوم بود.

یافته‌ها: نتایج بدست آمده نشان داد بین پایه‌ها و گونه‌های قارچ میکوریز مورد مطالعه از نظر صفات کیفی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بطوری که پایه شینتوزا تلقیح شده با قارچ میکوریز گونه‌ی *D. versiformis* ضمن داشتن بیشترین عملکرد در واحد سطح (۲۸ , ۶۲۶۰ گرم در متر مربع) موجب افزایش غلظت فسفر و پتاسیم در برگ‌ها شد. همچنین در تیمار گیاهان پیوندی و کلونیزه شده با قارچ‌های میکوریز صفات کیفی میوه از جمله ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل میوه، سفتی بافت میوه، محتوای مواد جامد محلول (TSS) میوه افزایش یافت. در ضمن سایر صفات کیفی میوه از جمله pH وEC عصاره میوه و TA میوه در بین تمام تیمارها تقریبا یکسان بود.

نتیجه‌گیری: در نهایت نتایج تحقیق نشان داد که پیوند خیار بر روی پایه کدو همراه با استفاده از قارچ میکوریز موجب افزایش عملکرد در واحد سطح با حداقل مصرف نهاده‌های کشاورزی، بهبود شاخص‌های کیفی میوه و جذب عناصر غذایی، برای تولید پایدار خیار گلخانه‌ای در شرایط کشت خاکی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: خیارگلخانه‌ای، شینتوزا، روت پاور، پیوند، قارچ میکوریزا، کیفیت میوه

The Effect of Commercial Rootstocks and Inoculation with two Species of Mycorrhizal Fungi on some Element Uptake and Qualitative Traits of Greenhouse Cucumber

Asghar Marzizadeh[1*], Sahebali Bolandnazar[2], Jafar Hajilou[2], Ali Lotfollohi[3]

Received: December 4, 2019 Accepted: January 30, 2021
1- MSc. Grad., Dept. of Horticulture Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Horticulture Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3- Expert in Soil Biology Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. *Corresponding Author Email: marzizadeh.asghar69@gmail.com

Abstract

Background and Objective: In order to study the effect of two commercial rootstocks and two mycorrhizal fungi species colonization on absorb some elements and fruit quality of greenhouse cucumber, present study was conducted in greenhouse.

Materials and Methods: a factorial experiment in a completely randomized block design with three replications was carried out, in the greenhouse of science and horticulture engineering department, University of Tabriz. The first factor was the grafting of cucumber cv. Nagin on the two rootstocks of Shintoza, and Routpower and symbiosis with two species of mycorrhizal fungi (*Diversispora versiformis* and *Rhizophagus intraradices*) considered as the second factor.

Results: The results showed that there was a significant difference between the rootstock and species of mycorrhizal fungi in terms of qualitive traits. Inoculation of Shintoza with D. mycorrhizal fungi produced the most yield per square meter and increased the concentration of phosphorus and potassium in leaves. Also, in these treatments, qualitative traits such as total antioxidant capacity and total phenol content, fruit firmness, soluble solids content (TSS) were increased. In addition, other fruit quality charachteristics including pH and EC of fruit extract and titrable acidity of fruit were similar among all treatments.

Conclusion: the results showed that grafting of greenhouse cucumber on squash rootstock and using of mycorrhizal fungi to increase of fruit yield with minimal consumption of agricultural inputs, and quality characteristics and absorption of nutrients, for sustainable cucumber fruit production in greenhouse condition.

Keywords: Greenhouse Cucumber, Shintoza, Routpower, Grafting, Mycorrhizal Fungi, Fruit Quality

مقدمه

سبزیهای تیره کدوئیان از گذشته‌های دور در ایران کشت و کار شده و محصولات پرطرفدار خانواده‌های ایرانی و یکی از منابع مهم تغذیه انسان بشمار می‌روند. خیار (*Cucumis sativus L.*) عضو مهمی از این تیره گیاهی می باشد، که به صورت گلخانه‌ای و مزرعه‌ای

تولید می شود. با توجه به محدود بودن زمین‌های قابل کشت و تقاضای بالا برای سبزی‌های خارج از فصل خانواده کدوئیان، کشت آن‌ها به طور مداوم تحت شرایط نامطلوب شامل محیط‌های بیش از حد سرد، مرطوب، خشک و یا گلخانه‌های با نور کم در زمستان، که در برخی کشورها صورت می‌گیرد. این شرایط سبب بروز آفات و بیماری‌های خاکزاد می‌گردد و باعث اختلالات مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک شده که منجر به از دست دادن شدید کیفیت محصول می‌شود. پیوند می‌تواند بر بسیاری از این مشکلات غلبه کند (دیویس و همکاران ۲۰۰۸). پیوند در گیاهان روشی است که در سطح وسیعی برای مدیریت و کنترل بیماری‌های خاکزاد استفاده می شود و اخیراً برای افزایش مقاومت گیاه به تنش های غیرزنده نیز بکار رفته است (کینگ و همکاران ۲۰۱۰). پیوند در شرایط تنش شوری با افزایش ماده خشک و مواد جامد محلول باعث بهبود کیفیت میوه گیاهان پیوندی شد (مددخواه و همکاران ۲۰۱۸). برای محصولاتی چون خیار که در مرحله نابالغ برداشت می‌شوند، پیوند اثر منفی کمی بر کیفیت میوه دارد، خیار بخوبی با پیوند وفق یافته و کمترین ناسازگاری با پایه‌های رایج را داراست (هویس ۲۰۰۰). امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است، استفاده از کودهای زیستی در کشاورزی مجدداً مطرح گردیده است. تعداد قابل توجهی از گونه‌های باکتریایی و قارچی خاک دارای روابط کارکردی با گیاهان بوده و اثرات مفیدی بر رشد آنها دارند (ویسی ۲۰۰۳). قارچ‌های میکوریزا یکی‌از اجزای مهم جامعه‌ی زیستی خاک هستند، با دیگر ریزجانداران در ریزوسفر اثر متقابل دارند، و یکی از منابع مهم زیستی خاک محسوب می‌شوند. در سال‌های اخیر، پژوهش در مورد کاربرد قارچ میکوریزا به‌عنوان افزایش‌دهنده رشد وکیفیت، درگیاهان باغبانی افزایش یافته است. میکوریزا به عنوان یکی از مهمترین کودهای زیستی، اثرات مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان همزیست دارد (گوسلینگ و همکاران ۲۰۰۶). در واقع میکوریزا با افزایش سرعت جذب عناصر کم تحرک قادر است تغذیه گیاه میزبان را در شرایط کمبود عناصر غذایی بهبود بخشد (قاضی و زاک ۲۰۰۳). نتایج یک پژوهش نشان داده است که حضور کود زیستی میکوریزا باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی گیاه به عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریز مغذی می‌شود (عیدی زاده و همکاران ۲۰۱۰). پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استفاده از قارچ‌های میکوریز و باکترهای محرک رشد می‌تواند ضمن پایداری تولید منجر به افزایش عملکرد، بهبود کیفیت محصول، کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی از جمله کود شیمیایی و آب شوند. در ضمن مقاومت گیاهان در مقابل تنشهای زیستی و غیرزیستی از جمله کمبود آب، شوری و فلزات سنگین افزایش می-یابد (بلندنظر ۲۰۱۹). این پژوهش با هدف بررسی اثر دو پایه تجاری و تلقیح با دو گونه قارچ میکوریز بر جذب برخی عناصر و صفات کیفی خیار گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در گلخانه گروه علوم باغبانی واقع در ساختمان تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی- دانشگاه تبریز اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور، فاکتور اول پیوند خیار روی دو پایه کدوی شینتوزا، و روت پاور و همزیستی با دو گونه قارچ میکوریز *Rhizophagus intraradices* و *Diversispora versiformis* به عنوان فاکتور دوم با سه تکرار اجرا شد. لازم به ذکر است که گونه‌های قارچ میکوریز مورد نظر از گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز تهیه گردید.

رقم خیار گلخانه‌ای ناگین از شرکت Enza Zaden هلند تهیه و به عنوان پیوندک مورد استفاده قرار گرفت. این رقم میانگل و دارای ۲ تا ۳ میوه در هر بند بوده و جزء خیار های با اندازه ۱۹-۱۸ سانتی‌متر و مناسب کشت

بهار و پاییز می‌باشد. یکی از خصوصیات این رقم تحمل نسبتاً خوب آن نسبت به تنش‌های دمایی است. از دیگر خصوصیات رقم ناگین می‌توان به تحمل نسبی، نسبت به بیماری‌های سفیدک پودری، ویروس موزائیک خیار، ویروس زردی آوندی خیار اشاره کرد. از کدوهای شینتوزا هیبرید (*C.maxima×C.moschata*) و روت‌پاور (*Cucurbita pepo*) به عنوان پایه استفاده شد. پیش از کاشت، بذرها به مدت ۱۲ ساعت در آب ولرم خیس شده و بعد در کاغذ صافی قرار داده شدند، بعد از خروج ریشه‌چه بذرهای خیار، در سینی‌های نشاء حجره‌ای کشت شدند. برای کاشت بذور پایه از سینی‌های ٤٥ حفره‌ای و برای بذور پیوندک از سینی‌های ۹۰ حفره‌ای استفاده شد. بستر کاشت نشاءهای مورد استفاده پیت-ماس و پرلیت به نسبت ۱:۲، آغشته شده به گونه‌های قارچ میکوریز مورد نظر بود. بذور پیوندک هفت روز زودتر از پایه کشت شدند. بعد از کامل شدن عملیات کاشت بذور و آبیاری، سینی‌های نشاء به گلخانه با نور کافی و طبیعی ۷۰۰۰۰ لوکس، دمای ۲۸-۲۵ درجه سلسیوس (روز) و ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس (شب) منتقل شدند.

گیاهچه‌ها در مرحله تک برگ حقیقی و دو هفته بعد از کاشت بذور پیوندک، آماده عملیات پیوند شدند. جهت انجام عملیات پیوند نشاءها به آزمایشگاه فیزیولوژی سبزی‌ها انتقال و پیوند نیمانیم تغییر یافته بر روی نشاءهای تلقیح شده با قارچ میکوریز و عدم تلقیح با قارچ میکوریز انجام گرفت. از روش پیوند نیمانیم تغییر یافته به علت سازگاری بالا و آسانی این استفاده گردید (لی و ادا، ۲۰۰۳). گیاهچه‌های پیوند شده بعد از پیوند به اتاقک پیوند با رطوبت نسبی ۹۵٪ در سه روز اول فرایند گیرایی، ۸۵٪ سه روز دوم و ۷۰٪ سه روز سوم و دمای ۲±۲۸ درجه سلسیوس منتقل شدند. در سه روز اول اتاقک تاریک و سپس نوردهی به تدریج تا روز نهم انجام گرفت (لی و ادا، ۲۰۰۳). پس از گذشت ۱۰ روز از زمان پیوند، گیاهچه‌های پیوندی تلقیح شده با قارچ میکوریز و عدم تلقیح با قارچ میکوریز از اتاقک پیوند خارج و بعد از سازگار شدن با محیط گلخانه به گلدانهای هفت کیلوگرمی خاک انتقال داده و به گلخانه‌ای با نور کافی و طبیعی و دمای ۲۷-۲۵ درجه سلسیوس (روز) و ۲۰-۱۸ درجه سلسیوس (شب) منتقل شدند. در هر مرحله از برداشت میوه از بوته، توزین گردید و بر این اساس صفت عملکرد (متر مربع) اندازه‌گیری شد.

تجزیه عناصر معدنی مواد گیاهی

فسفر

در این آزمایش، اندازه‌گیری فسفر به روش رنگ سنجی وانادات- مولیبدات انجام پذیرفت و فسفر موجود در برگها اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم نیاز به خاکستر از نمونه‌های پودر شده گیاهی می‌باشد که به صورت زیر تهیه گردید (کتین، ۱۹۸۰).

پتاسیم

برای اندازه‌گیری پتاسیم از روش فلیم فتومتری (نشر شعله‌ای) استفاده شد (کتین ۱۹۸۰).

اندازه‌گیری صفات کیفی میوه

سفتی بافت میوه

برای اندازه‌گیری میزان سفتی میوه‌ها ابتدا به ازای هر تیمار و تکرار دو میوه برداشت شد. سعی شد که میوه‌ها از لحاظ شکل ظاهری و قطر و طول با هم یکسان باشند و با استفاده از دستگاه سفتی سنج ابتدا سفتی با پوست اندازه‌گیری و سپس با استفاده از کاترهای مخصوص پوست میوه‌ها جدا شده و با فشار دادن سفتی سنج در بافت گوشتی میوه‌ها تا خطوط نشانه، میزان سفتی میوه‌ها اندازه‌گیری شد (مددخواه ۲۰۱۸).

میزان مواد جامد محلول (TSS)

با چکاندن چند قطره از عصاره میوه روی منشور دستگاه رفراکتومتر دیجیتال ATAGO Brix مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس تعیین شد.

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تتراسیون (TA)، EC و pH عصاره میوه

برای تهیه عصاره میوه ابتدا دو میوه از هر تکرار انتخاب و پس از جدا کردن پوست، آب میوه‌ها توسط دستگاه آب‌میوه‌گیری گرفته شد. سپس برای تهیه عصاره، آب میوه از کاغذ صافی عبور داده شد. از عصاره حاصل برای اندازه‌گیری pH و EC با استفاده از دستگاه pH متر و EC سنج استفاده شد. برای محاسبه اسیدیته قابل تیتراسیون، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره حاصل را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و ۵۰ میلی-لیتر از آن را با محلول هیدروکسید سدیم ۰,۱ نرمال تا رسیدن pH متر به عدد ۸,۱ تیتر نموده و با استفاده از فرمول زیر اسیدیته میوه بر حسب درصد اسید مالیک محاسبه شد (هوانگ و همکاران ۲۰۱۰).

$$\text{درصد اسیدیته کل} = \frac{S*N*F*E}{C} \times 100$$

S: مقدار هیدروکسید سدیم مصرف شده (میلی‌لیتر)، N: نرمالیته هیدروکسید سدیم، F: فاکتور هیدروکسید سدیم، E: اکی‌والان اسید مالیک، C: مقدار عصاره میوه (میلی‌متر)

اندازه‌گیری میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

در این پروژه از روش DPPH برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید (یو و همکاران، ۲۰۰۲). ۰/۵ گرم نمونه در هاون چینی با استفاده از ازت مایع خرده شده و مقدار چهار میلی‌لیتر متانول اسیدی به آن اضافه و سپس داخل میکروتیوب ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۵۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژگردید. ابتدا ۱۹۰۰ میکرولیتر DPPH برای هر نمونه در کوئیت ریخته شده و در طول موج ۵۱۷nm، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد، سپس مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره اضافه شد و پس از ۳۰ دقیقه ماندن در تاریکی مجدداً در طول موج ۵۱۷nm قرائت شد. سپس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها، به صورت درصد بازدارندگی DPPH از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد DPPH} = \frac{\text{میزان جذب نمونه} - \text{میزان جذب } DPPH}{\text{میزان جذب } DPPH} \times ۱۰۰$$

ارزیابی میزان فنل کل

میزان فنول به شیوه فولین- سیوکالتو اندازه‌گیری شد (سلینکارد ۱۹۷۷). ابتدا ۰/۵ گرم گوشت میوه با نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب شد و سپس ۱/۵ میلی‌لیتر متانول اسیدی یک درصد سرد همگن گردید. عصاره حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه و دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس ٤٠ میکرولیتر از عصاره حاصل را با ۵۰ میکرو لیتر فولین-سیکالتیو و ۷۹۰ میکرولیتر آب مقطر مخلوط کرده و پس از ۳ دقیقه، ۱۵۰میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۲۰ درصد به آن اضافه گردید. محلول حاصل به مدت دو ساعت در محفظه تاریک در دمای اتاق نگهداری گردید و سپس جذب نوری آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷٦۰ نانومتر قرائت گردید. از اسید گالیک به عنوان محلول استاندارد استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 24 و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه-ای دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد. شکل-ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel 2016 رسم گردیدند.

نتایج و بحث

غلظت فسفر برگ

پایه‌های مورد آزمایش و نیز گونه‌های مختلف قارچ میکوریز تفاوت معنی‌داری را در غلظت فسفر موجود در برگ خیار گلخانه‌ای نشان دادند، همچنین، اثر متقابل تیمارها بر فسفر برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). پایه

شینتوزا بالاترین و گیاهان شاهد بدون پیوند، پایین‌ترین غلظت فسفر را داشتند. کاربرد قارچ میکوریز گونه D. versiformis بالاترین و گیاهان شاهد بدون پیوند و میکوریز پایین‌ترین غلظت فسفر را نشان دادند (شکل ۱). ، همچنین پیوند بر روی خیار جذب و انتقال فسفر، پتاسیم، نیتروژن، کلسیم و منیزیم را افزایش می‌دهد (گلسنکو و دروبکو ۱۹۵۲؛ ایکیدا و همکاران ۱۹۸۷؛ کین و لی ۱۹۸۹؛ رز و همکاران ۱۹۹۷؛ پلگار و همکاران ۲۰۰۰ ؛ رافائل و همکاران ۲۰۰۸). پژوهشگران گزارش کردند که غلظت فسفر در برگ، میوه و ساقه خیارهای پیوندی به طور معنی‌داری تحت تاثیر پیوند قرار گرفت و نسبت به گیاهان غیر پیوندی بیشتر بود (رافائل و همکاران ۲۰۰۸). در بین عناصرغذایی بیشترین نقش میکوریز در جذب فسفر است زیرا فسفر کمترین تحرک را در بین عناصر غذایی دارد، پژوهش‌ها در این زمینه نشان می‌دهد، که سرعت جریان فسفر به درون گیاه میکوریزی سه الی شش مرتبه بیشتر از گیاهان غیر میکوریزی است (بوون ۱۹۹۱).

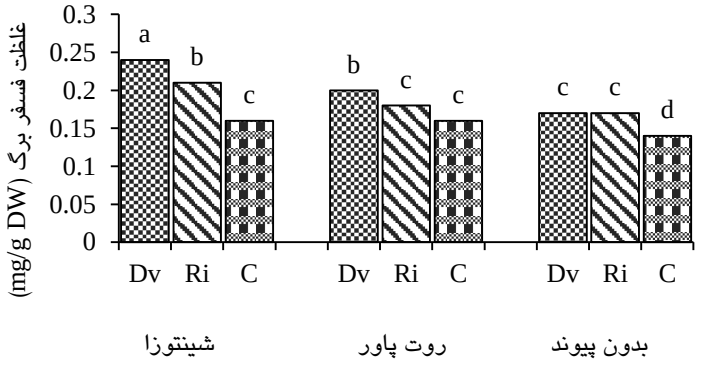
غلظت پتاسیم برگ

اثر پایه و قارچ میکوریز، همچنین، اثر متقابل بین تیمارها بر غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین غلظت پتاسیم در پایه شینتوزا تلقیح شده با قارچ میکوریز گونه D. versiformis بدست آمد. پایین‌ترین غلظت پتاسیم نیز در گیاهان شاهد بدون پیوند و بدون میکوریز مشاهد شد (شکل ۲). پژوهش‌ها بر روی گیاهان جالیزی نشان داد، که پیوند موجب بهبود جذب و افزایش انتقال عناصر غذایی در گیاهان پیوندی شده و درنتیجه موجب افزایش کارایی دستگاه فتوسنتری بخصوص در شرایط رشد بهینه می‌شود و در نهایت موجب افزایش رشد، عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (رز و همکاران ۱۹۹۷؛ هو و همکاران ۲۰۰۵؛ زو و همکاران ۲۰۰۷). در این پژوهش، غلظت پتاسیم در گیاهان همزیست با قارچ میکوریز، افزایش یافت که این افزایش جذب یک رابطه دو طرفه بین گیاه و قارچ میکوریز بوده است، که در حین انتقال کربوهیدرات از گیاه به قارچ، و انتقال مواد غذایی از قارچ به گیاه رخ داده (اسمیت و اسمیت ۱۹۹۰). پژوهشگران افزایش غلظت پتاسیم را در برگ‌ها و میوه‌های هندوانه-های پیوندی روی پایه‌ی شینتوزا گزارش نمودند و افزایش عملکرد و بهبود شاخص‌های کیفی را مرتبط با غلظت بالای پتاسیم در اندام‌های گیاه دانستند (یتیسر و همکاران ۲۰۱۳). پژوهش‌های دیگر نشان داد که پتاسیم در برگ‌های گیاهان پیوندی افزایش یافته است (رائول و همکاران ۲۰۰۸).

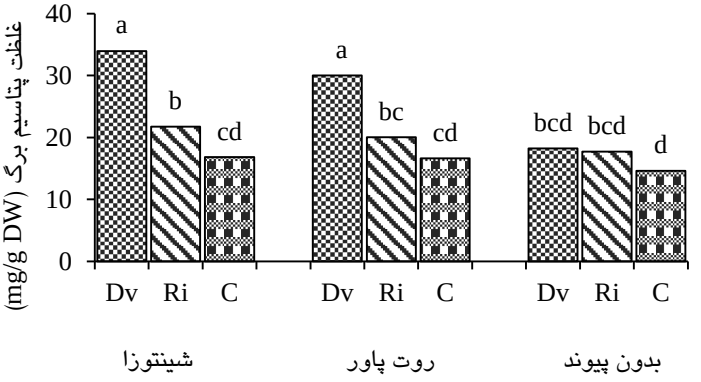
جدول۱- تجزیه واریانس اثر پایه و قارچ میکوریز بر غلظت عناصر برگ و برخی صفات کیفی میوه خیار گلخانه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد در متر مربع	غلظت فسفر برگ	غلظت پتاسیم برگ	سفتی با پوست بافت میوه	سفتی بدون پوست بافت میوه	درصد ماده خشک میوه
تکرار	۲	۱۱۷۳۶,۱۸^{ns}	۵/۹۲^{ns}	۵/۱۵^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۱٤^{ns}
پایه	۲	٤۹۱٤٦٥,۸٥**	۰/۰۰٤**	۱۲۲/۲۷**	۱/۰٤*	۰/۹۱*	۳/۸٥**
میکوریز	۲	۱٤٥٥۹۱,۰٥**	۰/۰۰٦**	۲۹۳/۳٤**	۱/۷۸*	۰/۹٦*	۳/۱۷**
پایه×میکوریز	٤	۳٥۸٦۳۸,٤۸**	۰/۰۰۱**	٤٦/٥۸**	۰/۱۹*	۰/۲٦*	۰/٤۲*
اشتباه آزمایشی	۱٦	٦۳٥۰,٤	۰/۰۱۰	٦/۳۳	۰/۳۹	۰/٤٤	۰/٥۲
ضریب تغییرات	-	٤,۸	۱/۸٥	۳/۹٥	۲/۳۸	٥/۹٤	۳/۸٦

ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل۱- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای غلظت فسفر در خیار گلخانه‌ای
Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

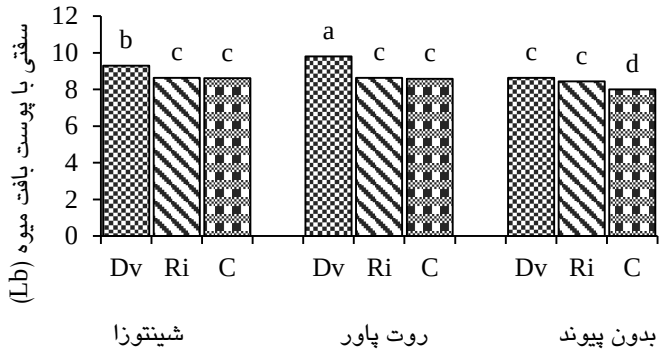


شکل۲- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای غلظت پتاسیم در برگ خیار گلخانه‌ای
Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

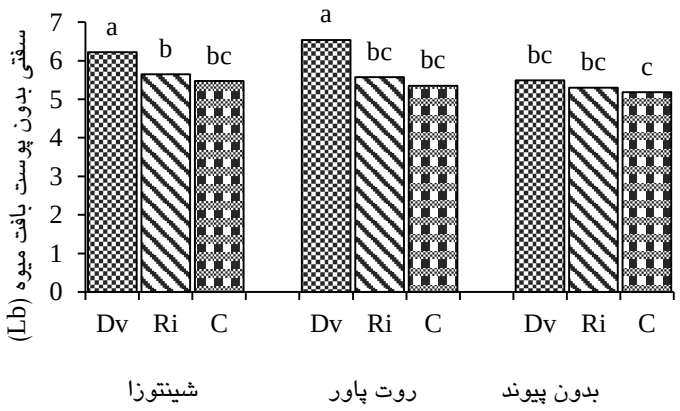
سفتی بافت میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین اثر پایه و قارچ میکوریز، همچنین اثر متقابل پایه و قارچ میکوریز از لحاظ سفتی بافت میوه (سفتی با پوست و سفتی بدون پوست) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین و کمترین میزان سفتی بافت میوه به ترتیب در پایه روت-پاور تلقیح شده با گونه‌ی قارچ میکوریز D. versiformis و گیاهان شاهد بدون پیوند و میکوریز مشاهده گردید (شکل ۳ و ٤). در این پژوهش میزان سفتی بافت میوه در خیارهای پیوندی روی پایه‌ی روت‌پاور میکوریزی شده، نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. گزارش شده است که میوه‌های گیاهان پیوندی معمولاً به دلیل جذب و انتقال مقادیر بالای کلسیم، سفت‌تر می‌باشند (دیویس و پرکینز ۲۰۰۵). سفتی بافت میوه تحت تاثیر عواملی مختلفی مانند خصوصیات اندامک‌های سلول، ترکیب بیوشیمیایی، محتوای آب یا آماس سلول و ترکیب دیواره سلولی می‌باشد (سامس ۱۹۹۹). محققین نیز گزارش کردند که سفتی در خیارهای پیوندی افزایش پیداکرده است (زو و همکاران ۲۰۰۹). تاثیر پایه روی

سفتی میوه ممکن است در ارتباط با تغییر در مورفولوژی سلول، آماس سلول، خواص شیمیایی و مکانیکی دیواره سلول، در نتیجه افزایش سنتز هورمون‌های درون‌زاد و تغییر در روابط آبی و وضعیت تغذیه‌ای پیوندک باشد (لی و ادا ۲۰۰۳؛ ساکاتا و همکاران ۲۰۰۸). امروزه مشخص شده است که قارچ‌های میکوریزا به روش‌های مستقیم مانند بهبود تغذیه گیاه از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و روش‌های غیر مستقیم مانند کاهش تنش‌های زیستی مثل بیماری‌های گیاهی و غیر زیستی مثل شوری و خشکی سبب افزایش رشد وکیفیت میوه گیاهان میزبان می‌شوند (کاردوسو و کوپر ۲۰۰۶).



شکل۳- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای سفتی با پوست بافت میوه در خیار گلخانه‌ای
Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

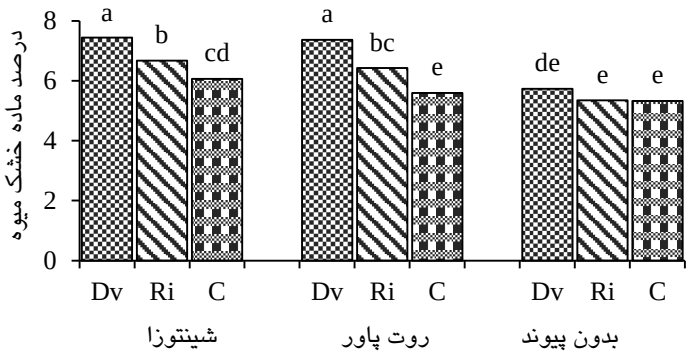


شکل۴- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای سفتی بدون پوست بافت میوه خیار گلخانه‌ای
Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

درصد ماده خشک میوه

اثر پایه و قارچ میکوریز، همچنین، اثر متقابل پایه و قارچ میکوریز بر درصد ماده خشک میوه خیار معنی-دار بود (جدول ۱). کاربرد پایه و قارچ میکوریز آربوسکولار سبب افزایش درصد ماده خشک میوه خیار نسبت به گیاهان شاهد بدون پیوند و بدون میکوریز شد، که تاثیر استفاده از همزمان پیوند و قارچ میکوریز نشان می‌دهد، همچنین، بالاترین درصد ماده خشک میوه با

کاربرد همزمان پایه و قارچ میکوریز بدست آمد. بالاترین درصد ماده خشک میوه مربوط به پایه شینتوزا تلقیح شده با گونه‌ی قارچ میکوریز D. versiformis و پایین-ترین درصد ماده خشک میوه در گیاهان شاهد بدون پیوند (بدون قارچ میکوریز) مشاهد شد (شکل ۵). در پژوهش حاضر افزایش وزن خشک و درصد مادهٔ خشک میوه در ترکیب‌های پیوندی استفاده شده از قارچ میکوریز، نسبت به گیاهان بدون پیوند ممکن است در ارتباط با غلظت بالای املاح آلی و عناصرغذایی به ویژه پتاسیم در میوه و نیز مقادیر بالای انباشت و کارایی مصرف پایین عناصر غذایی در این میوه‌ها باشد (هوانگ و همکاران ۲۰۱۳).



شکل ۵- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای درصد ماده خشک میوه در خیار گلخانه‌ای
***Diversispora versiformis* (Dv)، *Rhizophagus intraradices* (Ri)، شاهد بدون میکوریز (C)**

جدول۲- تجزیه واریانس اثر پایه و قارچ میکوریز بر برخی صفات کیفی میوه خیار گلخانه‌ای

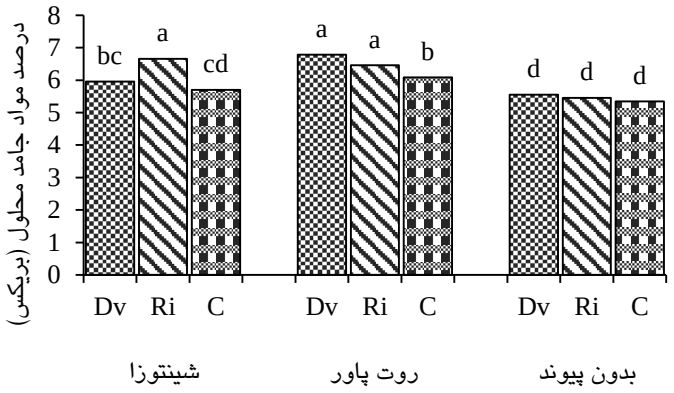
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		TSS	TA	EC	pH	ظرفیت آنتی اکسیدانی	فنل کل
تکرار	۲	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۳۶/۲۸^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۵۲/۱۱^{ns}	۷/۷۷^{ns}
پایه	۲	۲/۱۸**	۰/۰۴**	۱۸۱۵/۴۱	۰/۰۶*	۵۶۵/۴۴**	۰/۰۲**
میکوریز	۲	۰/۸۷^{ns}	۰/۰۳*	*	۰/۳۵^{ns}	۴۸۱/۴۴**	۰/۰۱**
پایه×میکوریز	۴	۰/۱۸*	۰/۰۱*	۸۴۲/۵۶*	۰/۰۵*	۲۱۸/۵۵**	۰/۰۱**
اشتباه آزمایشی	۱۶	۰/۴۴	۰/۰۱	۶۳۱/۶۹*	۰/۰۶	۷/۵۲	۰/۰۲
ضریب تغییرات	-	۳/۶۶	۹/۲۵	۵۳۴/۳۷ ۵/۸۰	۱/۳۶	۲/۴۶	۱/۶۱

ns ، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و۱ درصد می باشد.

مواد جامد محلول (TSS)

اثر پایه، اثر متقابل پایه و قارچ میکوریز بر میزان مواد جامد محلول میوه به ترتیب، در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود، اما اثر قارچ میکوریز معنی‌دار نبود (جدول ۲). بالاترین میزان TSS مربوط به پایه روت‌پاور تلقیح شده با گونه‌ی قارچ میکوریز D. versiformis و پایین‌ترین میزان مربوط به گیاهان شاهد بدون پیوند بود (شکل ٦). افزایش میزان مواد جامد محلول با کاربرد پایه و قارچ میکوریز می‌تواند به دلیل نقش متقابل این پایه‌ها و قارچ‌های میکوریز در جذب عناصر غذایی باشد.

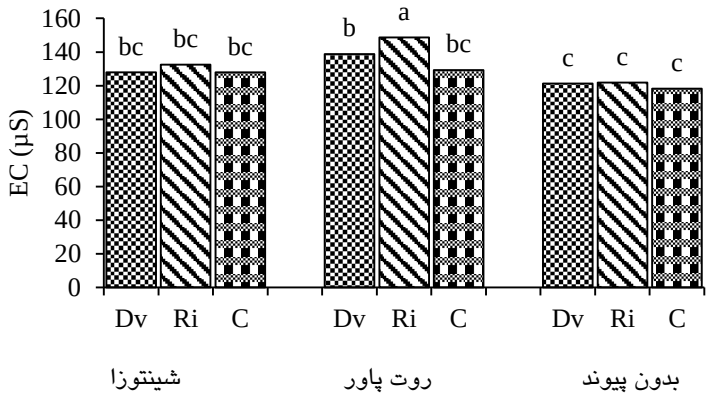
پژوهش‌ها نشان می‌دهند محصولاتی مانند خیار که به صورت نارس برداشت می‌شوند کمتر تحت تأثیر اثرات منفی پیوند قرار میگیرند (موراماتسو ۱۹۸۱). این یافته‌ها با آزمایش حاضر سازگار هستند که اثر پایه‌ها و قارچ میکوریز اثر منفی روی طعم خیارها نداشته و در عین حفظ طعم اصلی، حتی موجب بهبود محتوای مواد جامد محلول در گیاهان پیوندی به ویژه پایه‌ی روت پاور با گونه قارچ میکوریز D. versiformis شدند که در گیاه شاهد مقدار مواد جامد محلول کمتر بود. محققین نیز گزارش کردند که محتوای اسید آسکوربیک و مواد جامد محلول و سفتی در خیارهای پیوندی افزایش پیداکرده است (زو و همکاران ۲۰۰۹).



شکل۶- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای غلظت مواد جامد محلول میوه خیار گلخانه‌ای
Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

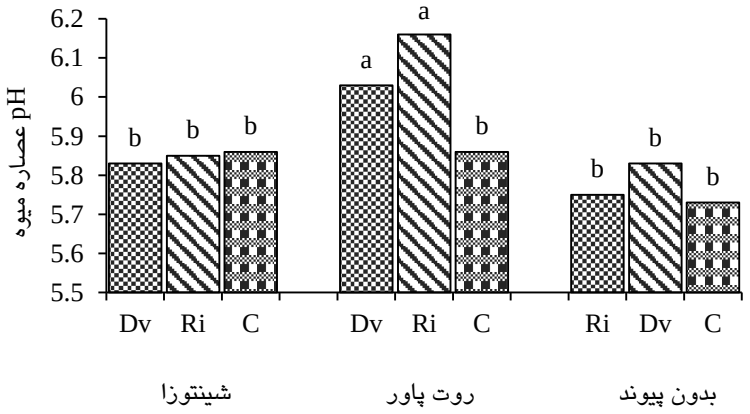
EC، pH و TA عصاره میوه

در این پژوهش، اثر پایه و قارچ میکوریز، همچنین اثر پایه و قارچ میکوریز بر EC، pH و TA میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین EC، pH عصاره میوه نیز مربوط به پایه روت-پاور تلقیح شده با قارچ میکوریز گونه‌ی R.intraradices و بیشترین TA (اسیدیته قابل تیتراسیون) نیز مربوط به پایه روت‌پاور و شینتوزا تلقیح شده به ترتیب با با گونه‌ی قارچ میکوریز R. intraradices و D. versiformis بود و نیز کمترین EC، pH و TA نیز در گیاهان شاهد بدون پیوند و قارچ میکوریز مشاهده شد (شکل ۷ و ۸ و ۹). بین پایه‌ها و گونه‌های قارچ میکوریز مورد استفاده شده از لحاظ pH تفاوت معنی‌داری نیز مشاهده نشد. احتمالاً برتری شاخص‌های کیفی و کمی در گیاهان پیوندی در مقایسه با غیر پیوندی مربوط به جذب و انتقال عناصر غذایی بیشتر از خاک به بخش هوایی گیاه می‌باشد (میگل و همکاران ۲۰۰٤؛ کولا و همکاران ۲۰۱۰؛ لی و همکاران ۲۰۱۰؛ مارتینز و همکاران ۲۰۱۰). که پایه‌ها و قارچ‌های میکوریز در جذب و انتقال عناصر غذایی از خاک به بخش هوایی گیاه نقش موثری را ایفاء می‌کنند. افزایش کلی در محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های خیار پیوندی روی کدوی برگ انجیری گزارش شده است (هوانگ و همکاران ۲۰۰۹). پژوهشگران گزارش نمودند که اسیدیته قابل تیتراسیون و نسبت TSS/TA در هندوانه‌های مینی پیوندی روی پایه‌ی شینتوزا در مقایسه با گیاهان بدون پیوند بالاتر بود (پروتی و همکاران ۲۰۰۸). با این حال گزارش شده pH, EC و اسیدیته قابل تیتراسیون در خربزه و طالبی پیوندی روی پایه‌ی شینتوزا نسبت به گیاهان بدون پیوند کمتر بوده است (کولا و همکاران ۲۰۱۳).



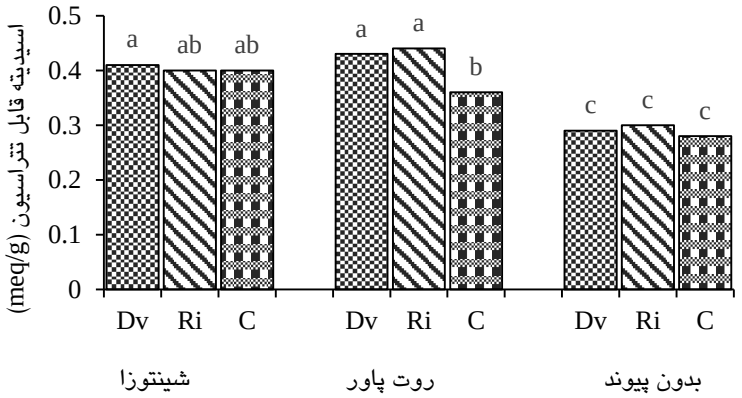
شکل۷- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای EC میوه در خیار گلخانه‌ای

Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**



شکل۸- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای pH عصاره میوه در خیار گلخانه‌ای

Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

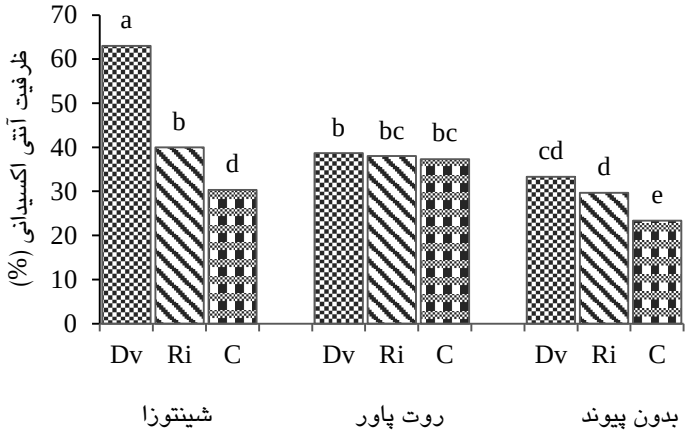


شکل۹- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه خیار گلخانه‌ای

Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

اثر پایه، قارچ میکوریز و اثر متقابل بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خیار گلخانه‌ای معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که پایه‌ها و گونه‌های قارچ میکوریز مورد بررسی در این آزمایش در ظرفیت آنتی-اکسیدانی با یکدیگر متفاوت بوده و بالاترین ظرفیت آنتی-اکسیدانی مربوط به پایه شینتوزا تلقیح شده با گونه قارچ میکوریز *D. versiformis* و پایین‌ترین ظرفیت آنتی-اکسیدانی را گیاهان شاهد بدون پیوند و میکوریز به خود اختصاص داده بودند (شکل ۱۰). اثر مثبت قارچ‌های میکوریز بر افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی نیز اخیراً توسط برخی محققین گزارش شده است (دادهان و همکاران ۲۰۱۱؛ عبدالطیف و چاوسینگ ۲۰۱۱ ؛ هوانگ و همکاران ۲۰۱۱؛ تالت و شاوکی ۲۰۱۱). پژوهشگران افزایش ظرفیت آنتی اکسیدان‌ها را در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی گزارش کرد (اوگه ۲۰۰۱).



شکل۱۰- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای فعالیت آنتی‌اکسیدانی در عصاره متانولی میوه خیار گلخانه‌ای به روش PPH. *Diversispora versiformis* (Dv)، *Rhizophagus intraradices* (Ri)، شاهد بدون میکوریز (C)

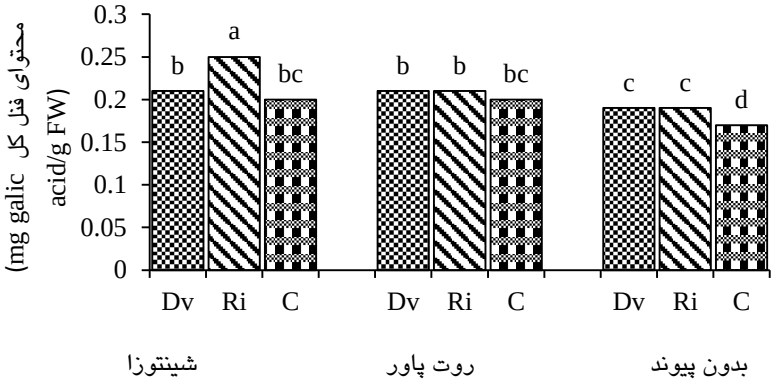
فنل کل میوه

اثر پایه و قارچ میکوریز، همچنین، اثر متقابل بین تیمارها در سطح یک درصد بر محتوای فنول کل موجود در میوه خیار گلخانه‌ای معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کاربرد قارچ میکوریز و پایه، محتوای فنول را نسبت به گیاهان شاهد بدون پیوند، افزایش داد و بالاترین محتوای پلی فنول کل مربوط به پایه‌ی شینتوزا تلقیح شده با گونه‌ی *R. intraradices* و گیاهان شاهد بدون پیوند پایین‌ترین مقدار فنول کل را نشان دادند (شکل ۱۱). تلقیح با قارچ میکوریز آربوسکولار، سبب افزایش ترکیبات فنولی و سطح آنتی اکسیدانها شده که این افزایش، در نتیجه مکانیسم دفاعی است که پس از تماس ریشه گیاه میزبان و اندامهای قارچ میکوریزا آغاز می‌شود، این افزایش در مقایسه با عوامل بیماریزا، گذرا و ضعیف است (پرنر ۲۰۰۸؛ زو و همکاران ۲۰۰۸؛ کارلسون و همکاران ۲۰۰۸؛ بانئلیس و همکاران ۲۰۱٤). گزارش شده است که مقدار فنل کل در اثر

همزیستی با قارچ میکوریز افزایش یافته، اما این افزایش، معنی‌دار نبود (پرنر ۲۰۰۸).

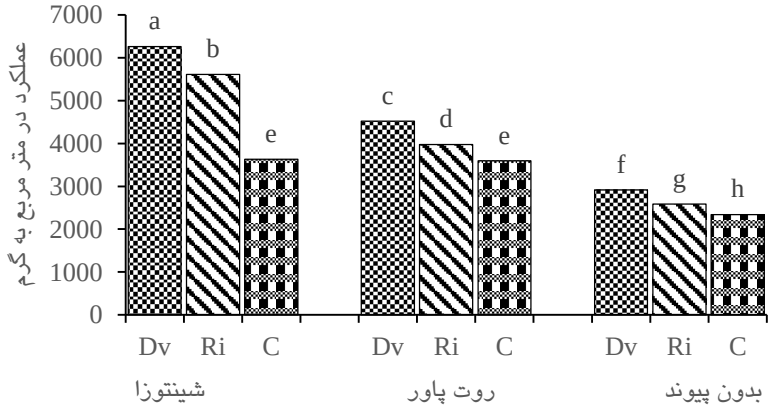
عملکرد در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس صفات در این تحقیق نشان داد که اثر متقابل پایه و قارچ میکوریز روی عملکرد بوته معنی‌دار بود (جدول۱). در بین پایه‌ها و قارچ‌های میکوریز، پایه شینتوزا تلقیح شده با گونه‌ی قارچ میکوریز D. versiformis با تولید میوه ۶۲۶۰/۲۸، گرم در متر مربع، بالاترین عملکرد میوه را به خود اختصاص دادند و گیاهان شاهد بدون پیوند و میکوریز ۲۳۳۶/۹۳ گرم در متر مربع ، پایین‌ترین مقدار عملکرد میوه را داشتند (شکل ۱۲). استفاده همزمان پایه و قارچ میکوریز یکی از راهکارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف نهاده‌های کشاورزی است. بررسی‌های گلخانه‌ای نشان داد که گیاهچه‌های خیار تلقیح شده با قارچ میکوریز، غلظت بیشتری از عناصر غذایی در اختیار ساقه‌ها می‌دهد (وانگ و همکاران ۲۰۰۸) که منجر به افزایش عملکرد در گیاهان تلقیح یافته با قارچ میکوریز شد. از طرفی به نظر می‌رسد افزایش عملکرد در پایه‌های پیوندی در اثر ظرفیت بالای آنها در جذب و انتقال مواد غذایی که به دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای قوی‌تر است (رافائل و همکاران ۲۰۱۲).



شکل۱۱- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای فنل کل میوه در خیار گلخانه‌ای

Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**



شکل۱۲- ترکیبات تیماری پایه و قارچ میکوریز برای عملکرد در خیار گلخانه‌ای

Diversispora versiformis **(Dv)**، ***Rhizophagus intraradices*** **(Ri)**، **شاهد بدون میکوریز (C)**

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که بین پایه‌های تلقیح شده با گونه‌های قارچ میکوریز و گیاهان غیرپیوندی تلقیح شده با قارچ میکوریز مورد مطالعه از لحاظ صفات کیفی تفاوت کمی دیده شد و بر اساس یافته-های این تحقیق پایه‌ی شینتوزا و روت‌پاور تلقیح شده با قارچ میکوریز اثر منفی روی طعم میوه خیارها نداشته است. از طرفی دیگر مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که پایه‌های شینتوزا و روت‌پاور تلقیح شده با گونه‌های قارچ میکوریز به دلیل داشتن ریشه‌ای قوی و کارآمد فسفر و پتاسیم بیشتری از خاک جذب و در اندام های هوایی مانند برگ ذخیره کرده و موجب بهبود شاخص‌های کیفی شدند. در نهایت نتایج تحقیق نشان داد که تیمار اثر متقابل پایه و قارچ میکوریز موجب بهبود شاخص‌های کیفی و جذب عناصر غذایی شد و از لحاظ آماری معنی‌دار گردید. همچنین، دراین مطالعه مشخص شد که پایه شینتوزا تلقیح شده با قارچ میکوریز گونه‌ی *D. versiformis* توانست بیشترین عملکرد میوه را در یک متر مربع را داشته باشد.

سپاسگزاری

در پایان از تلاش تمامی اساتید گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تبریز، مسئول محترم آزمایشگاه فیزیولوژی سبزی‌ها و گلخانه، دانشجویان و همه دوستانم جهت همکاری بی‌دریغشان کمال سپاسگزاری را دارم و برای همه این عزیزان عمر با عزت و عاقبت به خیری از خداوند متعال طلب می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

Banuelos J, Alarcón A, Larsen J, Cruz-Sanchez S and Trejo D. 2014. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and Meloidogyne incognitain the ornamental plant *Impatiens balsamina*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 44(4): 63- 74.

Bolandnazar S. 2019. Using of microorganisms and bio-fertilizers for producing the heathy vegetables. 11th horticultural science conference. Urmia, Iran. Pp. 11:1-2. (In Persian).

Bolan NS, 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant Soil, 134: 189–207.

Carlsen SCK, Understrup A, Fomsgaard IS, Mortensen AG and Ravnskov S. 2008. Flavonoids in roots of white clover: interaction of arbuscular mycorrhizal fungi and a pathogenic fungus. Plant and Soil, 302 (1-2): 33-43.

Colla G, Rouphael Y, Jawad R, Kumar P, Rea E, Cardarelli M. 2013. The effectiveness of grafting to improve NaCl and CaCl2 tolerance in cucumber. Scientia Horticulturae, 164: 380-391.

Colla G, Suarez CMC, Cardarelli M and Rouphael Y. 2010. Improving nitrogen use efficiency in melon by grafting. Horticulturae Science, 45: 559-565.

Cottenie A. 1980. Soil and Plant Testing. FAO Soils Bulletin, 38: 94-100.

Davis AR and Perkins-Veazie P. 2005. Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. Report-Cucurbit Genetics Cooperative, 28: 39.

Davis AR, Perhins-Veazie P, Sakata Y, Maroto JV, Lee SG, Huh YC and Miguel A. 2008. Grafting effects on vegetable quality. Scientia Horticulturae, 43: 1670-1672.

Dudhane MP, Borde MY and Jite PK. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and antioxidant activity in Gmelina arborea Roxb. Under Salt Stress Condition. Notulae Scientia Biologicae, 3(4): 71-78.

Eydizadeh K, Mahdavi Damghani A, Sabahi H, and Soufizadeh S. 2010. Effects of integrated application of biofertilizer and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shoushtar Agroecology, 2(2): 292-301. (In Persian).

Ghazi AK and John Zak BM. 2003. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza, 14: 263-269.

Gluscenko IE and Drobkov AA. 1952. Introduction and distribution of radioactive elements in grafted plants and their effect on the development of tomato (in Russian). Izv. Akad Nauk S.S.R.R. Ser. Biology, 6: 62-66.

Gosling P, Hodge A, Goodlass G and Bending GD. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. Agriculture, Ecosystems and Environment, 113: 17-35.

Hoyos Echebarría, P. 2000. March. Influence of different rootstocks on the yield and quality of greenhouses grown cucumbers. In V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates. Current Trends for Suistainable Technologies, 559: 139-144.

Hu C, Zhu Y, Yang L, Chen S and Huang Y. 2005. Comparison of photosynthetic characteristics of grafted and ownroot seedlings of cucumber under low temperature circumstances. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 26 (2): 247 -253.

Huang Y, Bie ZL, He SP, Hua B, Zhen A and Liu ZX. 2010. Improving cucumber tolerance to major nutrients induced salinity by grafting onto *Cucurbita ficifolia*. Environmental and Experimental Botany, 69: 32-38.

Huang Y, Li J, Hua B, Liu Z, Fan M and Bie Z. 2013. Grafting onto different rootstocks as a means to improve watermelon tolerance to low potassium stress. Scientia Horticulturae, 149: 80-85.

Huang Y, Zhu J, Zhen A, Liu Z, Chen L and Bie Z. 2009. Organic and inorganic solutes accumulation in the leaves and roots of grafted and ungrafted cucumber plants in response to NaCl stress. Journal of Food, Agriculture and Environment, 7 (2): 703-708.

Ikeda H, Shnji O and Kazuo A. 1986. The comparison between soil and hydroponics in magnesium absorption of grafting cucumber and the effect of increased application of magnesium. Bull. Natl. Veg. Res. Ins. Japan, 9: 31-41.

Kim SE and Lee JM. 1989. Effect of rootstocks and fertilizers on the growth and mineral contents in cucumber (*Cucumis sativus*). Res. Collection, Inst. Food Develop. Kyung Hee University. Korea, 10: 75-82.

King SR, Davis AR, Zhang X and Crosby K. 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. Scientia Horticulturae, 127: 106-111.

Lee JM and Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Horticultural Reviews, 28: 61-124.

Lee JM, Kubota C, Tsao SJ, Bie Z, Hoyos Echevarria P, Morra L and Oda M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae, 127: 93-105.

Madadkhah E, Bolandnazar S, Oustan Sh. 2018. Improving Cucumber Salt Tolerance by Grafting on Cucurbit Rootstock. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 27(3): 153-155. (In Persian).

Madadkhah E. 2018. Physiological, biochemical and yield traits evaluation of greenhouse cucumber grafted on some cucurbit rootstock under NaCl salinity stress in hydroponic condition. PhD. Thesis University of Tabriz. (In Persian).

Martinez-Ballesta MC, Alcaraz-Lopez C, Muries B, MotaCadenas C and Carvajal M. 2010. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. Scientia Horticulturae, 127: 112–118.

Miguel A, Maroto JV, San Bautista A, Baixauli C, Cebolla V, Pascual B, Lopez, S and Guardiola JL. 2004. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of Fusarium wilt. Scientia Horticulturae, 103: 9-17.

Muramatsu Y. 1981. Problems on vegetable grafting. Shisetu Engei, 10: 48-53.

Perner H, Rohn S, Driemel G, Batt N, Schwarz D, Kroh, LW and George E. 2008. Effect of nitrogen species supply and mycorrhizal colonization on organosulfur and phenolic compounds in onions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(10): 3538-3545.

Proietti S, Rouphael Y, Coiia G, Cardarelli M, De Agazio M, Zacchini M, Moscatello S and Battistelli A. 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 1107-1114.

Pulgar G, Villora G and Romero L. 2000. Improving the mineral nutrition in grafted watermelon plants: Nitrogen metabolism. Biologia Plantarum, 43: 607-609.

Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E and Colla G. 2008. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. Environmental. Experimental Botany, 63: 49-58.

Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E. and Colla, G. 2012. Improving melon and cucumber photosynthetic activity, mineral composition, and growth performance under salinity stress by grafting onto Cucurbita hybrid root stocks. Photosynthetica, 50 (2): 180-188.

Ruiz J, Belakbir A, Lopez-Cantarero I and Romero L. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of root stock genotype. Scientia Horticulturae, 71 (3-4): 227-234.

Sakata Y, Sugiyama M and Ohara T. 2008. The history of melon and cucumber grafting in japan. Scientia Horticulturae, 127: 162-171.

Sams CE. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. Postharvest Biology Technology, 15: 249-254.

Slinkard K Singleton VL. 1977. Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. American Journal Enologe of Viticulture, 28: 49-55.

Smith SE and Smith FA. 1990. Structure and function of the interfaces inbiotrophic symbioses as they relate to nutrient transport. New Phytologist, 114: 1-38.

Talaat NB and Shawky BT. 2011. Infl uence of arbuscular mycorrhizae on yield, nutrients, organic solutes, and antioxidant enzymes of two wheat cultivarsunder salt stress. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174 (2): 283−291.

Vessey K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571-586.

Wang C, Xiaolin, L, Jianchao Z, Wang G and Dong Y. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of cucumber plants. Journal of Soil Science and Plant Analysis, 39: 499-509.

Xu X, Qin G and Tian S. 2008. Effect of microbial biocontrol agents on alleviating oxidative damage of peach fruit subjected to fungal pathogen. International Journal of Food Microbiology, 126(1-2): 153-158.

Yetisir H, Ozdemir AE, Aras V, Candir E and Aslan O. 2013. Rootstocks effect on plant nutrition concentration in different organ of grafted watermelon. Agricultural Sciences, 4 (5): 230-237.

Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wison J and Qian, M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. Agriculture Food Chemistry, 50: 1619–1624.

Zhou Y, Huang L, Zhang Y, Shi K, Yu J and Nogues S. 2007. Chill-induced decrease in capacity of RuBP carboxylation and associated H2O2 accumulation in cucumber leaves are alleviated by grafting onto figleaf gourd. Annals of Botany, 100 (4): 839-848.

Zhou Y, Zhou J, Huang L, Ding X, Shi K and Yu J. 2009. Grafting of Cucumis sativus onto Cucurbita ficifolia leads to improved plant growth, increased light utilization and reduced accumulation of reactive oxygen species in chilled plants. Journal of Plant Research, 122 (5): 529-540.