به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸
صفحه‌های ۷۳-۶۱

تأثیر قارچ تریکودرما (جدایه ٦٥) بر ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی گل مریم تحت تنش خشکی

حمیدرضا ذکاوتی[۱]، محمود شور[۲*]، حمید روحانی[۳]، سید فاضل فاضلی کاخکی[۴]، ابراهیم گنجی مقدم[۵]

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴. استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۵. دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف قارچ تریکودرما بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک، گلدهی و بیوشیمیایی گیاه گل مریم در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۹۵ به‌انجام رسید. تیمارهای تنش خشکی شامل مقادیر ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و تیمار قارچ *T. harzianum* 65 شامل سه سطح ۲۰، ۱۰ و صفر درصد حجم گلدان قارچ در نظر گرفته شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش مقادیر آنتی‌اکسیدان، کلروفیل‌کل و پرولین شد. علاوه بر این تنش خشکی، تأثیر منفی و معنی‌داری بر مقدار وزن تر ریشه و زیست‌توده، وزن خشک ریشه و زیست‌توده، محتوای رطوبت نسبی برگ، قطر گلچه و تعداد گلچه بازشده داشت. اما قارچ تریکودرما توانست این اثرات منفی تنش خشکی را تعدیل نماید. بیشترین مقدار کلروفیل کل و رطوبت نسبی آب برگ به‌ترتیب با مقدار ۱/۰٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ و ۸۵/۲ درصد در نمونه ۱۰ درصد قارچ به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطح ۲۰ درصد قارچ نداشت. در سایر صفات بیشترین مقادیر مربوط به سطح ۲۰ درصد قارچ بوده است. ازآنجاکه قارچ تریکودرما ضمن کاهش اثرات تنش خشکی، باعث افزایش رشد رویشی و افزایش تعداد گلچه بازشده (به‌عنوان عامل مهم در بازارپسندی) گل مریم شده‌است، می‌توان به‌عنوان عامل بیولوژیک در افزایش کیفیت گل مریم در شرایط مشابه پیشنهاد نمود.

کلیدواژه‌ها: تعداد گلچه، تنش خشکی، قارچ تریکودرما، گل مریم، مورفوفیزیولوژیک.

* نویسنده مسئول
Email: shoor@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

خشکی از جمله مهم‌ترین تنش‌های محیطی محدودکننده رشد و عملکرد محصولات کشاورزی است (Terzi & Kadioglu, 2006) که بالغ بر ٤٥ درصد از زمین‌های کشاورزی دنیا در معرض آن قرار دارند (Ashraf & Foolad, 2007). گیاهان در طول دوره رشد خود با تنش‌های محیطی متعددی روبه‌رو می‌شوند که هر یک از این تنش‌ها می‌تواند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشد گونه گیاهی اثرات متفاوتی بر رشد، نمو و عملکرد آن‌ها داشته باشد و سبب تغییرات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی متعددی در آن‌ها گردد که این امر موجب بازدارندگی شدیدی در رشد گیاه و در نتیجه کاهش محصول می‌شود (Emam & Zavare, 2005). ازآنجایی‌که محرک‌های تنش‌زای محیطی مانند خشکی، متابولیسم و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند گیاهان نیز در زمینه‌های مختلف نسبت به آن واکنش نشان می‌دهند، لذا افزایش تحمل ارقام رایج نسبت به آن از مهم‌ترین و اصلی‌ترین اهداف اصلاح‌کنندگان به‌شمار می‌رود (Zarghami *et al*., 2014).

ارزیابی عملکرد گیاهان در شرایط تنش و استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک به‌عنوان کودهای زیستی جهت کاهش خسارت‌های ناشی از تنش‌های محیطی از راه‌حل‌های نوین در کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محسوب می‌شود (Wilson *et al*., 2001; Ebhin Masto *et al*., 2006). در دهه‌های اخیر، با افزایش جمعیت دنیا، تقاضای روزافزون مواد غذایی و اهمیت حفظ سلامت محیط‌زیست باعث گردیده تا محققین به استفاده از ریزجانداران برای افزایش محصول در واحد سطح بیش از گذشته توجه نمایند. برخی از گونه‌های *Trichoderma* به‌عنوان محرک رشد گیاهان[1] شناخته شده‌اند (Kleifield & Chet, 1992). تریکودرما قارچی فرصت‌طلب، غیربیماری‌زا، خاکزی و همزیست با ریشهٔ گیاهان است و به‌دلیل قدرت رقابتی بالا و تنوع متابولیسمی در بیشتر مناطق از موجودات غالب مایکوفلور خاک است و جزو متداول‌ترین قارچ‌های قابل کشت می‌باشد و به‌آسانی تکثیر می‌شود (Kaewchai *et al*., 2010).

قارچ تریکودرما با فعالیت‌های زیستی که در خاک صورت می‌دهد، باعث آزاد شدن عناصر مهمی از جمله آهن، منیزیم، فسفر، مس و غیره در خاک می‌گردد و در مواردی دیده‌شده که باعث کلاته شدن آهن در خاک می‌گردد. بدین ترتیب کاربرد این قارچ در بستر کاشت پیازهای مریم می‌تواند علاوه بر مصرف بهینه کود، موجبات افزایش عملکرد و در نتیجه رشد و نمو بهتر شاخه‌های گل در لاله و مریم را باعث شود (Mazhabi *et al*., 2011).

گل مریم با نام علمی *Polianthes tuberose* از تیره نسرین (Agavaceae)، گیاهی تک‌لپه، سوخ‌دار، چندساله می‌باشد و این گیاه دارای ریزوم است که به اشتباه به آن پیاز گفته می‌شود (Eidyan *et al*., 2014) وضعیت اقلیمی بسیار مناسب در ایران برای کشت و کار گل مریم، وجود بازارهای مناسب برای صادرات این گیاه زیبا و خوش‌عطر درمجموع باعث شده است که این گیاه به‌عنوان گل بریده مورد توجه قرار گیرد و با سطح زیر کشت حدود ۳۰۰ هکتار در ایران، رتبه چهارم را پس از گل‌های رز، گلایول و داوودی در بین سایر گل‌های شاخه بریده به‌خود اختصاص داده است. این گل یکی از مهم‌ترین گل‌های معطر و تجاری بوده که در صنایع گل‌آرایی، دکوراسیون و تهیه تاج گل کاربرد بسیاری دارد. اخیراً علاوه بر ایران، به‌دلیل محبوبیت گلچه‌ها و عطر آن، مورد توجه کشورهای کنیا، هند و مکزیک قرار گرفته و به‌صورت تجاری در بازارهای گل و گیاهان زینتی از قبیل ایالات‌متحده امریکا، اروپا و ژاپن مبادله می‌شود و

1. *Plant Growth Promoting*

به‌طورکلی برای تولید این گیاه بین ٤٠٠٠ تا ٧٠٠٠ مترمکعب آب، در سال برای یک هکتار مورد نیاز است (Kanani & Nazari Deljou, 2016).

با توجه به روند افزایش نیاز جامعه به گل‌های شاخه‌بریده و محبوبیتی که گل مریم در بین مردم دارد و از طرفی با وجود پدیده جهانی خشکی و خشکسالی، دماهای زیاد و تنش‌های اکسیداتیو و در نتیجه تأثیر منفی بر عملکرد گیاهان زینتی، استفاده از عوامل بیولوژیک در بسترهای کشت با قابلیت افزایش راندمان منابع دردسترس گیاه و صرفه‌جویی مصرف آب، توأم با کیفیت مطلوب گل در گیاهان زینتی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می‌باشد، لذا این تحقیق با هدف ارزیابی تغییرات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی با به‌کارگیری جدایه ٦٥ قارچ تریکودرما و تنش خشکی بر رشد و نمو گل مریم طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تأثیر توأم کاربرد قارچ تریکودرما جدایه ٦٥ و تنش خشکی از کاشت تا برداشت گیاه گل مریم، به‌صورت گلدانی در سال ١٣٩٥ در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد از فروردین لغایت آبان‌ماه انجام گردید. دمای شب و روز گلخانه به‌ترتیب ٢±١٩ و ٢±٢٨ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در محدوده ٦٠-٥٥ درصد بود که دما، رطوبت نسبی در گلخانه توسط سنسورهایی که به سیستم مرکزی گلخانه متصل بود کنترل گردید و مدت و شدت تابش با استفاده از پرده‌هایی که در سقف گلخانه تعبیه شده بودند و همچنین لامپ بخار سدیم ٤٠٠ واتی قابل کنترل بود. ریزوم‌های مریم تهیه‌شده برای این پژوهش رقم دابل بوده که از کرج خریداری و جهت کاشت به مشهد منتقل گردید و قارچ *T. harzianum* 65 مورد استفاده در این تحقیق، از کلکسیون قارچ گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید. هر گلدان شامل خاک معمولی، پیت ماس و پرلیت به نسبت ١-١-١ با وزن تقریبی ٨٠٠ گرم بود که قارچ تریکودرما پس از آماده شدن در روز کشت در سه سطح شامل؛ بدون قارچ، ١٠ درصد (٨٠ گرم قارچ + ٧٢٠ گرم بستر ترکیبی) و ٢٠ درصد (١٦٠ گرم قارچ + ٦٤٠ گرم بستر ترکیبی) به بستر کشت افزوده شد. تنش خشکی در سه سطح ٢٥، ٥٠ و ١٠٠ درصد ظرفیت زراعی، اعمال گردید.

جهت دستیابی به میزان آب موردنیاز جهت تأمین ظرفیت زراعی خاک موردنظر در حد مطلوب ابتدا، درصد رطوبت خاک برای وضعیت زراعی با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{ظرفیت زراعی} = \frac{\text{وزن خاک خشک شده در ١٠٥ درجه آون به مدت دو روز} - \text{وزن خاک مرطوب پس از خروج آب ثقلی}}{\text{وزن خشک}} \times ١٠٠ \quad (١)$$

نحوه اعمال تیمار خشکی، با توزین روزانه گلدان‌ها و اضافه نمودن آب مصرفی با توجه به میزان کاهش آب نسبت به ظرفیت زراعی مدنظر در هر تیمار، برای هر گلدان تنظیم شد. جهت حذف اثر وزن رشد گیاه، تکرارهای اضافی از هر تیمار، در نظر گرفته شد تا در فواصل معین، تخریب گردد و وزن گیاه تخریب‌شده محاسبه و در میزان آب افزودنی اعمال گردد (Zarghami *et al.*, 2014).

صفات مورد اندازه‌گیری شامل سه دسته صفات مورفولوژیک (وزن تر و خشک ریشه و زیست‌توده، قطر و تعداد گلچه بازشده)، فیزیولوژیک (رطوبت نسبی، آنتی‌اکسیدان و کلروفیل کل) و بیوشیمیایی (پرولین) بودند.

مقدار رطوبت نسبی آب برگ در برگ‌های جوان کاملاً توسعه‌یافته پس از توزین اولیه و ٢٤ ساعت قرارگیری در آب مقطر و سپس خشک‌کردن آن‌ها در

دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد از طریق رابطه زیر محاسبه شد (Smart & Bingham, 1974):

$$RWC = \frac{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر})}{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تورژسانس})} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$

میزان پرولین در بافت برگ براساس روش Bates *et al.* (1973) اندازه‌گیری شد. غلظت پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر از محلول رنگی بالایی قرائت شد. مقدار غلظت پرولین با استفاده از منحنی استاندارد پرولین تعیین شد. جهت تهیه معرف ناین هیدرین، از مخلوط کردن ۵ میلی‌گرم ناین‌هیدرین، ۸۰ میکرولیتر اسید فسفریک ٦ مولار و ۱۲۰ میکرولیتر اسید استیک گلاسیال استفاده شد.

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل شامل دو فاکتور سطح تنش (۳ سطح) و سطح قارچ (۳ سطح)، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab 18 انجام شد و مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در آزمایش توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام‌گردید. همچنین نمودارها توسط نرم‌افزارExcel 2013 رسم گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که اثر متقابل سطح تنش و سطح قارچ تریکودرما بر مقدار وزن‌خشک ریشه و وزن تر زیست‌توده با سطح اطمینان ۹۵ درصد و بر مقدار وزن تر ریشه با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار شد و اثر ساده سطح تنش و سطح قارچ بر صفت وزن خشک زیست‌توده، با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار گردید.

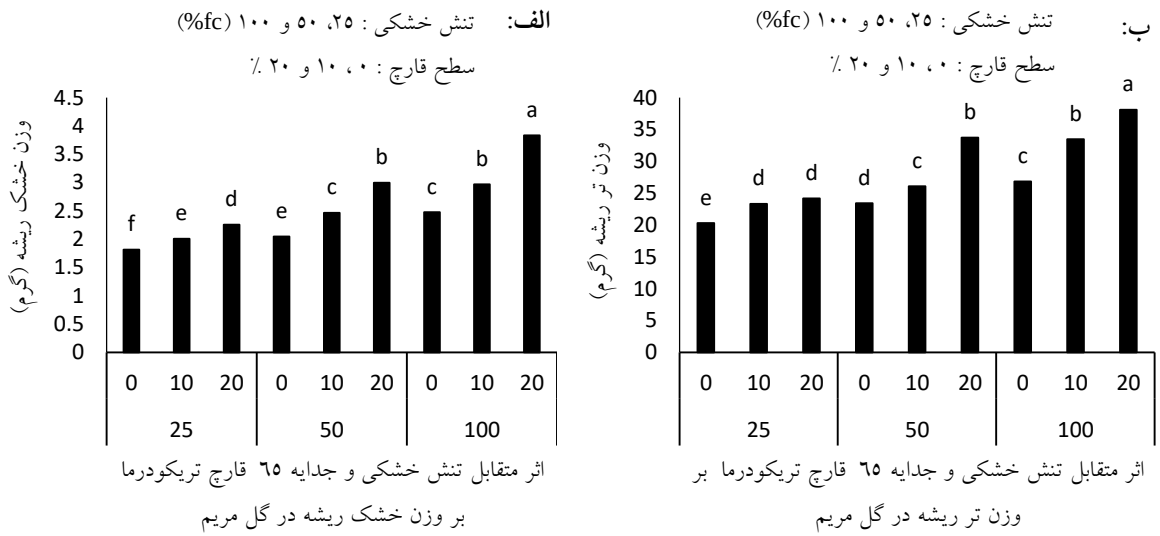
اثر متقابل سطح تنش و سطح قارچ نشان داد که افزایش سطح قارچ، سبب افزایش وزن تر و خشک ریشه در هر سه سطح آبیاری شد. به‌طوری‌که در نمونه بدون تنش، وزن تر ریشه در سطح ۲۰ و ۱۰ درصد، به‌ترتیب ۳۸/۰۸ و ۳۳/٤۸ گرم و در تنش ۵۰ درصد به‌همراه سطح ۲۰ درصد قارچ ۳۳/٤۸ گرم به‌دست آمد که مقادیر ۱۰ و ۲۰ درصد قارچ به‌ترتیب در ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در صفت وزن خشک ریشه نیز نتایج مشابهی حاصل گردید که این موضوع نشان‌دهنده اثر تخفیف تنش توسط قارچ تریکودرما می‌باشد (شکل ۱).

بیشترین مقدار وزن تر زیست‌توده در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به همراه سطح ۲۰ و ۱۰ درصد قارچ به‌ترتیب با مقادیر ٤٦/۹۸ و ٤۳/۹۷ گرم به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین وزن تر زیست‌توده در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و سطح ۲۰ درصد قارچ ۳۳/۹٤ گرم به‌دست آمد که این مقدار افزایش معنی‌داری با نمونه شاهد (۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون قارچ) نشان داد (شکل ۲).

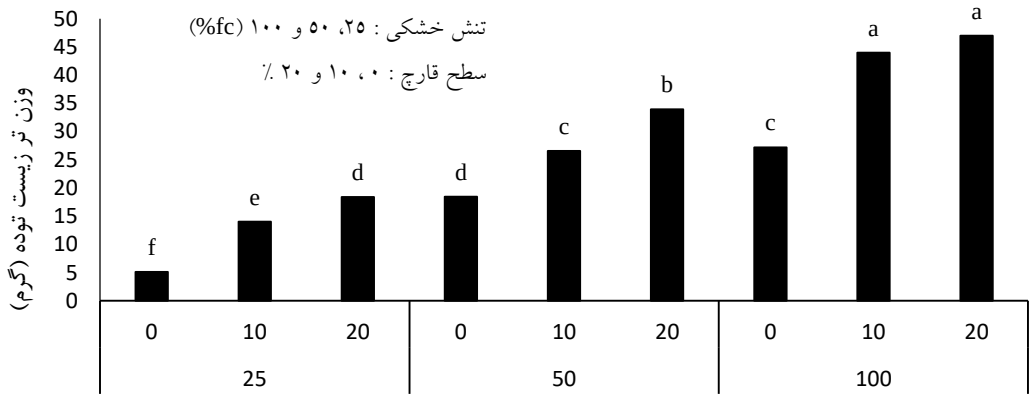
در بررسی اثر ساده سطح تنش مشاهده شد با افزایش سطح تنش، مقدار وزن خشک زیست‌توده کاهش یافت. وزن خشک زیست‌توده در سطح ۲۰ درصد قارچ برابر ٤/۷۷ گرم به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطح ۱۰ درصد این قارچ (٤/۳٦ گرم) نداشت (جدول‌های ۲ و ۳).

روند عمومی که گیاهان در شرایط تنش خشکی با آن روبه‌رو هستند کاهش تولید وزن تر وخشک گیاه است. با افزایش میزان سطح تنش از ۹۰ به ٤۵ درصد ظرفیت زراعی در گیاه کاسنی، وزن تر و خشک ریشه به مقدار معنی‌داری کاهش یافت (Jazizade & mortazaeinezhad, 2017). از سوی دیگر Yedidia *et al.* (2001) و Harman & Kubicek (1998) گزارش نمودند که وزن تر و خشک ریشه در حضور قارچ تریکودرما نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. اما با نتایج Jalali *et al.* (2014) و Taghinasab (2012)

مغایرت دارد. افزایش رشد ریشه به‌وسیله این قارچ‌ها، با افزایش بهبود پیوسته رشد گیاه و مقاومتش به تنش، به‌وسیله چندین مسیر مختلف صورت می‌پذیرد که البته در هر یک از این موارد ممکن است، چندین مکانیسم درگیر باشد (Mazhabi *et al*., 2011). همچنین در مواردی ایجاد رابطه همزیستی با گیاه و حفظ سلامت ریشه‌های مویین باعث توسعه ریشه و تماس آن با حجم بیشتری از خاک می‌شود. به این ترتیب قابلیت جذب ریشه تا چندین برابر یک گیاه تیمار نشده با تریکودرما افزایش می‌یابد (Chang *et al*., 1986).



شکل ۱. اثر متقابل تنش خشکی و قارچ تریکودرما بر وزن تر (ب) و وزن خشک (الف) ریشه در گل مریم



شکل ۲. اثر متقابل تنش خشکی و قارچ تریکودرما بر وزن تر زیست‌توده در گل مریم

رشد رویشی شاخه به‌شدت به محیط رشد وابسته است. ازآنجاکه پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، رشد کم می‌شود (Ahmadi & Baker, 2000). بررسی نتایج Kleifield & Chet (1992) نیز نشان داد که وزن خشک اندام هوایی گیاه به‌واسطه تلقیح قارچ تریکودرما به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. افزایش رشد شاخه و برگ توسط تریکودرما، یک نقش عمومی این قارچ در فرآیندهای رشدی در گیاهان می‌باشد که مکانیسم‌های پیچیده این افزایش رشد، احتمالاً به‌دلیل تولید ترکیبات محرک رشد توسط قارچ تریکودرما است (Gravel *et al*., 2007).

اثر ساده سطح تنش و سطح قارچ تریکودرما با سطح اطمینان ۹۹ درصد بر صفات تعداد گلجه بازشده و قطر گلچه معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش سطح تنش تعداد گلچه بازشده حدود ۱۸/۵ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (جدول ۲). از سوی دیگر با افزایش سطح قارچ T.65 (۲۰ درصد)، تعداد گلچه باز شده به مقدار ۱۲ درصد نسبت به نمونه شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد (شکل ۳؛ جدول ۳).

اثر ساده سطح تنش در جدول ۲ نشان داد که با افزایش سطح تنش، قطر گلچه کاهش معنی‌داری پیدا نمود. همچنین در بررسی اثر ساده سطح قارچ T.65، مشاهده شد که کمترین قطر گلچه مربوط به تیمار بدون قارچ با مقدار ٤/۰۵ سانتی‌متر بود که سطح ۲۰ درصد قارچ به‌طور معنی‌داری این مقدار را ۱۱/۵ درصد افزایش داد (جدول ۳). اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد گلچه در ارقام مختلف گندم معنی‌دار شد به‌طوری‌که با افزایش سطح تنش، تعداد گلچه عقیم نیز افزایش یافت (Azadi *et al*., 2009). Rabani & Emam (2011) علت کاهش تعداد دانه در گیاه ذرت را به عقیمی تخمدان گلچه‌ها در اثر تنش خشکی نسبت داده‌اند.

شکل ۳. گلچه‌های گل مریم تیمار نمونه ۲۰ درصد قارچ تریکودرما (الف) و نمونه شاهد (ب)

در گزارشی عنوان شد مایه‌کوبی *T. harzianum* در پیت توانست تفاوت معنی‌داری در گلدهی و رشد سیکلامن ایجاد نماید (Dubsky *et al*., 2002). Harry & Hoitink (2002) عنوان نمودند استفاده از *T. harzianum* توانست کیفیت گل ناز و بنفشه عطری را نسبت به شاهد افزایش دهد. همچنین در پژوهشی دیگر، طول ساقه گل‌دهنده و تعداد گلچه در حضور قارچ با غلظت ۱۰۰ درصد، در گل مریم افزایش یافت (Mazhabi *et al*., 2011). از دلایل بهبود رشد و عملکرد گیاهان در حضور *T. harzianum* افزایش سطح ریشه و بهبود جذب عناصر ریزمغذی و معدنی قابل‌دسترس گیاه در محیط خاک گزارش‌شده است، حضور قارچ تریکودرما در خاک موجب آزادسازی عناصر معدنی قابل جذب برای گیاه می‌شود که تغذیه مناسب موجب افزایش رشد و میزان ماده خشک گیاه و در نتیجه تحریک گلدهی می‌گردد (Cuevas, 2006).

ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

بررسی آنالیز واریانس صفات فیزیولوژیک نشان داد که اثر ساده سطح تنش و سطح قارچ با سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). با افزایش سطح تنش، مقدار رطوبت نسبی آب برگ کاهش معنی‌داری پیدا کرد. از سوی دیگر در حضور قارچ، رطوبت نسبی آب برگ افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن مربوط به سطح ۱۰ درصد قارچ T.65 با مقدار ۸۵/۲ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با سطح ۲۰ درصد قارچ نداشته است (جدول‌های ۲ و ۳). مقدار نسبی آب برگ نیز به‌عنوان یک نشانگر جهت تعیین میزان مقاومت ژنوتیپ‌های گیاهی نسبت به تنش خشکی معرفی شده است (Terzi & Kadioglu, 2006). در بسیاری از بررسی‌ها کاهش مقدار نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی مشاهده شده است (Zarghami *et al*., 2014; Eivazi *et al*., 2007). حفظ آب برگ و کاهش تبخیر و تعرق یک سازوکار مهم اجتناب از تنش خشکی است. قدرت حفظ آب موجود در برگ در شرایط تنش خشکی، در ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی کاهش می‌یابد. بنابراین آب موجود در برگ از طریق تبخیر سطحی و یا تعرق، کاهش یافته و در نتیجه گیاه دچار کم‌آبی می‌شود (Beck *et al*., 2007). در پژوهش Seraj *et al*. (2011) قارچ تریکودرما باعث افزایش بیش از ۱۳ درصدی رطوبت نسبی آب برگ نسبت به نمونه بدون قارچ در شرایط تنش شوری شد که در پژوهش حاضر نیز مقدار رطوبت نسبی در حضور قارچ تریکودرما افزایش یافت. قارچ تریکودرما باعث افزایش رشد سیستم ریشه‌ای می‌شود که محتوای نسبی آب برگ در شرایط کم‌آبی می‌تواند با رفتار روزنه‌ها و سیستم ریشه‌ای گیاه در ارتباط باشد زیرا حفظ محتوای رطوبتی درونی یک گیاه نیاز به داشتن ریشه عمیق جهت جذب آب دارد (Hirayama *et al*., 2006).

نتایج مقایسه میانگین مقدار کلروفیل نشان داد که با افزایش سطح تنش مقدار کلروفیل کل افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین مقدار کلروفیل در سطح ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد (جدول ۲). سطح قارچ T.65 نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل در سطح ۱۰ درصد قارچ با مقدار ۱/۰٤۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سطح ۱۰ درصد قارچ نداشته است (جدول ۳).

Zarghami *et al*. (2014) در بررسی اثر تنش خشکی در گیاه اطلسی نشان دادند که مقدار کلروفیل کل با افزایش شدت تنش خشکی افزایش یافت که در پژوهش حاضر نیز نتایج مشابه به‌دست آمد. در پژوهش Showghi *et al*. (2016) قارچ تریکودرما موجب افزایش معنی‌دار میزان کلروفیل کل برگ حسن‌یوسف شد. مقدار کلروفیل

a، b و کل در دو گیاه اسپاتی‌فیلوم و برگ‌بیدی، در حضور T.65 قارچ تریکودرما افزایش یافت (Jalali *et al.*, 2014) که در پژوهش حاضر نتایج مشابه با پژوهش Jalali *et al.* (2014) به‌دست آمد. ترشح اسیدهای آلی همچون گلوکورنیک، سیتریک و فوماریک اسید توسط گونه‌های تریکودرما باعث کاهش اسیدیته خاک و نهایتاً افزایش حلالیت و جذب مواد مغذی مهم مورد نیاز برای رشد گیاهان می‌شود که این مواد مغذی و کاتیون‌های معدنی برای تولید رنگیزه‌های فتوسنتزی مهم به‌شمار می‌آیند (Mohammadi Kashka *et al.*, 2015).

جدول ۱. آنالیز واریانس صفات زیرزمینی گل مریم در اثر اعمال تنش آبی و سطوح مختلف قارچ تریکودرما جدایه ٦٥

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک زیست توده	وزن تر زیست توده	قطر گلچه	تعداد گلچه باز شده	پرولین	کلروفیل کل	آنتی اکسیدان	RWC
کواریانس وزن اولیه پیاز	١	٠/٣٥١ ns	٠/٠٠٢ns	٠/٢٤٢ns	٢/٤١ns	٠/٠٠٢ns	٠/٠٠٩ns	٠/٠٠٠١ns	٠/٠٠٠١ns	٠/٠٠٠١ns	٦/٢٢ns
تنش	٢	٢٣٠ **	٢/٥٣**	٩/٠٣**	١٥٩٦**	٣/٠٢**	٩٣/٣**	٠/٠٢٤**	٠/٠٥٠**	٠/٠٠٩**	٣٠٩**
T.65	٢	١٣٢ **	١/٥٩**	٩/٩٢**	٤٩٩**	٠/٣٩٢**	٢١/٥**	ns٠/٠٠١	٠/٠٣٦**	٠/٠٠٩**	٥٧/١**
تنش × T.65	٤	١٦/٢**	٠/١٦٣*	١/٥٠ns	١٧/٥٩*	٠/٠٠٨ ns	٠/٥٩٣ns	٠/٠٠١ns	٠/٠٠٧ns	٠/٠٠٠١ns	٨/٢٩ns
خطا	١٧	٠/٧٤٥	٠/٠٠٧	٠/٨١٠	٥/٣٨	٠/٠٠٦	٠/٤٣٠	٠/٠٠٣	٠/٠٠٦	٠/٠٠٠١	٥/٠٢

*، ** و ns: نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ٥، ١ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سطوح مختلف تنش در گیاه گل مریم

ظرفیت زراعی	وزن خشک زیست‌توده (گرم)	قطر گلچه (سانتی‌متر)	تعداد گلچه باز شده	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	RWC (%)	آنتی‌اکسیدان (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تر برگ)
١٠٠	٤/٧١ a	٤/٨٧ a	٣٣/٤a	٠/٩٠٨ b	٨٨/٤ a	٠/٧٠١ c	٠/٥٢٨ b
٥٠	٤/٢٣ a	٤/٣٣ b	٢٩ b	٠/٩٧٤ b	٨٤/٩ b	٠/٧٢٨ b	٠/٥٨٨ a
٢٥	٢/٧٧ b	٣/٧٠ c	٢٧/١ c	١/٠٥ a	٧٦/٩ c	٠/٧٦٦ a	٠/٦٣٤ a

حروف مشابه در هر صفت نشان عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سطوح مختلف قارچ T.65 در گیاه گل مریم

درصد قارچ T.65	وزن خشک زیست‌توده (گرم)	قطر گلچه (سانتی‌متر)	تعداد گلچه باز شده	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	RWC (%)	آنتی‌اکسیدان (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
٠	٢/٥٨ b	٤/٠٥ c	٢٨/١ c	٠/٩٠٦ b	٨٠/٢ b	٠/٦٩٢ c
١٠	٤/٣٦ a	٤/٣٢ b	٢٩/٨ b	١/٠٤ a	٨٥/٢ a	٠/٧٤٢ b
٢٠	٤/٧٧ a	٤/٥١ a	٣١/٥ a	٠/٩٩٥ a	٨٤/٨ a	٠/٧٦١ a

حروف مشابه در هر صفت نشان عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده شد که با افزایش سطح تنش مقدار آنتی‌اکسیدان نیز افزایش یافت. به‌طوری‌که بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بود (جدول ۲). از طرفی دیگر با افزایش سطح قارچ تریکودرما، فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش معنی‌داری یافت که بیشترین مقدار مربوط به سطح ۲۰ درصد قارچ تریکودرما با مقدار ۰/۷٦۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود (جدول ۳).

تنش اکسیداتیو به‌عنوان یک تنش ثانویه به دنبال تنش خشکی رخ می‌دهد و گیاهان برای محافظت از سامانه فتوسنتزی و ساختار سلولی خود اقدام به تولید و تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدان می‌کنند (Chaves & Oliveira, 2004). در پژوهش Zare Mehrjerdi *et al.* (2013)، با افزایش شدت تنش خشکی، مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاه نخود افزایش یافت. Marzban *et al.* (2008) با آغشته کردن بذور گیاه ذرت با قارچ تریکودرما، افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را گزارش نمودند که نتایج این پژوهش‌ها، هم راستا با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد.

هنگامی‌که گیاهان در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند سطوح انواع فعال اکسیژن در آن‌ها افزایش می‌یابد و به‌دنبال آن بیان ژن‌های آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها برای حذف انواع اکسیژن فعال زیاد شده و سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بهبود یافته و باعث افزایش تحمل تنش به خشکی در گیاه می‌گردد (Mano, 2000).

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ساده سطح تنش با سطح اطمینان ۹۹ درصد بر مقدار پرولین معنی‌دار شد (جدول ۱). به‌طوری‌که با افزایش سطح تنش، مقدار پرولین نیز افزایش یافت. بیشترین مقدار پرولین، در سطح ۲۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد، ولی اختلاف معنی‌داری با سطح ۵۰ درصد ظرفیت زراعی نداشت (جدول ۲). افزایش غلظت پرولین در گیاهانی که تحت تنش قرار گرفته‌اند، نوعی سازگاری برای غلبه بر شرایط تنش می‌باشد (Bayer, 2007; Manivannan *et al.*, 2007). محتوای پرولین گیاه همیشه‌بهار[1] با افزایش تنش خشکی تا سطح تنش نسبتاً شدید افزایش یافت، ولی پس از آن مجدداً کاهش پیدا کرد (Jafarzadeh *et al.*, 2013). همچنین بررسی روی آفتابگردان تحت شرایط خشکی نشان داد که در طول تنش با افزایش فعالیت گاما- گلوتامیل کیناز میزان پرولین نیز افزایش پیدا کرد (Manivannan *et al.*, 2007).

علل تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش خشکی به‌دلیل کاهش اکسیداسیون آن به گلوتامات و کاهش مصرف پرولین در ساخته شدن پروتئین‌ها (به‌خاطر توقف رشد گیاه) می‌باشد. از مهم‌ترین نقش‌های فیزیولوژیکی تجمع پرولین در واکنش به کمبود آب، نقش آن به‌عنوان یک ماده تنظیم‌کننده فشار اسمزی و عامل حفاظت‌کننده آنزیم‌های سیتوپلاسمی و ساختمان غشا است. گزارش شده است که تجمع پرولین عموماً وقتی شروع می‌شود که تنش آبی به‌حدی شدید باشد که رشد متوقف و روزنه‌ها بسته شده باشند (Aslanpour *et al.*, 2017).

نتیجه‌گیری

تنش خشکی باعث افزایش مقادیر صفات آنتی‌اکسیدان، کلروفیل‌کل و پرولین و باعث کاهش مقادیر رطوبت نسبی آب برگ، وزن تر و خشک ریشه و زیست‌توده، قطر گلچه و تعداد گلچه بازشده در گیاه گل مریم شد که از سوی‌دیگر قارچ تریکودرما باعث افزایش همه این مقادیر به‌جز پرولین گردید. همچنین این جدایه قارچ باعث تخفیف تنش خشکی در صفات وزن تر و خشک ریشه و وزن تر زیست‌توده گردید. در واقع قارچ تریکودرما با افزایش حلالیت عناصر غذایی، تنظیم اسیدیته محیط

1. *Calendula officinalis* L.

کشت و به‌ویژه با افزایش سیستم ریشه‌ای باعث جذب بهتر آب در نتیجه بهره‌وری مؤثر و افزایش تحمل به تنش خشکی در گیاه می‌شود. از سوی دیگر با توجه به نقش مهم و اساسی تعداد گلچه‌های بازشده در بازارپسندی و جذب مشتری در گیاه گل مریم و نقش تریکودرما در افزایش مواد فتوسنتزی تولیدی بـه‌علت افزایش سطح بـرگ و در نتیجه افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های زایشی در افزایش کیفیت گل و تعداد گلچه‌های بازشده در گیاه مریم مثمر ثمر خواهد بود. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان بیان داشت که استفاده از قارچ تریکودرما به‌عنوان روشی بیولوژیک در تخفیف تنش خشکی وافزایش راندمان آب و کیفیت گیاه گل مریم مؤثر واقع می‌شود.

منابع

Ahmadi, A. & Baker, D.A. (2000). Stomatal and Nonstomatal Limitation Photosynthesis under Water Stress Conditions in Wheat Plant. *Agriculture Scince*, *31*(4), 813-825. (In Persian)

Ashraf, M. & Foolad, M.R. (2007). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environmental and Experimental Botany*, *59*, 206-216.

Aslanpour, M., Tehranifar, A., Dolati Baneh, H. & Shoor, M. (2017). Effects of inoculation with *Arbuscular Mycorrhizal* fungi and drought strss on growth factors, water relations and nutrients absorbsion in *Vitis vinifera* cv. bidaneh sefid. PhD Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Azadi, A., Majidi Haravan, E., Roozbahani, A., Vahabzade, M. & Behbahaninia, A. (2009). Effect of drought stress levels on yield, yield components and spike related traits in wheat cultivars. *Environmental Stress in Plant Sciences*, *1*(1), 65-77. (In Persian)

Bates, L.S., Walderen, R.D. & Taere, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, *39*, 205-207.

Bayer, C. (2007). Proper proline management needed for effective results. *Medicinal Chemistry*, *18*, 10-25.

Beck, E., Fettig, S., Knake, C., Hartig, K. & Bhattarai, T. (2007). Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress. *Bioscience*, *32*, 501-510.

Chang, C., Chang, Y., Baker, R., Kleifield, O. & Chet, I. (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*, *70*, 145-148.

Chaves, M.M. & Oliveira, M.M. (2004). Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. *Journal of Experimental Botany*, *55*, 2365-2384.

Cuevas, C. (2006). Soil Inoculation with *Trichoderma pseudokoningii* rifai enhances yield of rice. *Philippine Science*, *135*(1), 31-37.

Dubsky, M., Sramek, F. & Vosatka, M. (2002). Inoculation of cyclamen (*Cyclamen persicum*) and poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) with arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma harzianum*. *Rost. Vyroba*, *48*(2),63-68.

Ebhin Masto, R., Chhonkar, P.K., Singh, D. & Patra, A.K. (2006). Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical incept soil. *Soil Biology and Biochemistry*, *38*, 1577–1582.

Eidyan, B., Hadavi, E. & Moalemi, N. (2014). Pre harvest foliar application of iron sulfate and citric acid combined with urea fertigation effects growth and vase life of tuberose" Por-Par". *Horticulture, Environment, and Biotechnology* , *55*, 9-13.

Eivazi, A., Talat, F., Saeed, A. & Ranji, H. (2007). Selection for osmoregulation gene to improve grain yield of wheat genotype under osmotic stress. *Pakistan Biological Science*,*10*, 3703-3707.

Emam, Y. & Zavare, M. (2005). *Drought tolerance in excellent plants (genetic, physiological, and molecular biology)*. Iran, University Publication Center. (In Persian)

Gravel, V., Antoun, H. & Tweddell, R. J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with Pseudomonas putida or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biology and Biochemistry*, *39*, 1968-1977.

Harman, G.E. & Kubicek, C.P. (1998). Trichoderma and Gliocladium, Enzymes. *Biological Control and Commercial Applications*, 2, 49-72.

Harry, A.J. & Hoitink, H. (2002). Effects of Composted Cow Manure and T382 on Growth of Perennials and Ground. *International Microbiology*, *10*, 19-27.

Hirayama, M., Ada, Y.W. & Nemoto, H. (2006). Astimation of drought tolerance based on leaf temperature in upland rice breeding. *Breeding Science*, *56*, 47-54.

Jafarzadeh, L., Omidi, H. & Bostani, A. (2013). Effect of drought stress and bio-fertilizer on flower yield, photosynthesis pigments and proline content of Marigold (*Calendula officinalis* L.). *Medicinal and Aromatic Plants*, *29*(3), 666-680. (In Persian)

Jalali, Z., Shoor, M., Nemati, H. & Rohani, H. (2014). *Effect of Trichoderma and Iron on the quality and quantity Spathiphyllum and Tradescantia*. MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Jazizade, E. & mortazaeinezhad, F. (2017). Effects of drought stress on physiological and morphological indices of Cichorium intybus for introduction in urban green space. *Plant Process and Function*, *6*(21), 279-290. (In Persian)

Kaewchai, S., Soytong, K. & Hyde, K.D. (2010). Mycofungicides and fungal biofertilizers. *Fungal Diversity*, *38*, 25-50.

Kanani, M. & Nazari Deljou, M. (2016). The Effect of Pre-harvest Foliar Application of Salicylic Acid and a-Aminooxi-b-Phenyl Propionic Acid as Promoter and Specific Inhibitor of Phenylalanine Ammonia-lyase Enzyme on Shelf Life and Aroma on Tuberose. *Crops Improvement*, *18*(4), 765-774. (In Persian)

Kleifield, O. & Chet, I. (1992). Trichoderma – plant interaction and its effect on increased growth response. *Plant and Soil*, *144*, 267–272.

Manivannan, P., Jaleel, CA., Sankar, B., Kishurekumart A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G.M. & Panneerselvam, R. (2007). Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stress. *Colloids and Surfaces, Biointerfaces*, *59*, 141-149.

Mano, J. (2002). *Early events in environmental stresses in plants-induction mechanisms of oxidative stress*. In: Inze D, Montago MV, eds. Oxidative stress in plants. New York. USA, 217-245.

Marzban, Z., Amerian, M., Mamer Abadi, M. & Abbas Dokht, H. (2008). The Effect of Coexistence Arbuscular Mycorizal Fungus and Rhizobium Bacteria on Mixed Crop Corn and Bean. International *Conference* of Conservation of Biodiversity and Traditional Knowledge, Tehran. (In Persian)

Mazhabi, M., Nemati, H., Rouhani, H., Tehranifar, A., Moghadam, E.M., Kaveh, H. & Rezaee, A. (2011). The effect of *Trichoderma* on polianthes qualitative and quantitative properties. *Animal and Plant Sciences*, *21*, 617-621.

Mohammadi Kashka, F., Pirdashti, H., Yaghoubian, Y. & Bahari Saravi, S.H. (2015). Effect of *Trichoderma virens* and *Piriformospora indica* coexistence with *Enterobacter* sp. on the growth and photosynthetic pigments of pepper (*Capsicum annuum* L.) plant. *Crop Ecophysiology*, *8*(26), 121-133. (In Persian)

Rabani, J. & Emam, Y. (2011). Yield Response of Maize Hybrids to Drought Stress at Different Growth Stages. *Crop Production and Processing*, *1* (2) :65-78. (In Persian)

Seraj, F., Salimi, N., Pirdashti, H. & Yaghoubian, Y. (2011). The response of vegetative and physiological components of wheat plant to salinity and the effect of seed pre-treatment with *Trichoderma virens* and *Piriformospora indica* on improving plant consistency to salinity stress. *Seed Science and Technology*, *7*(2), 77-90. (In Persian)

Showghi, E., Shoor, M., Mahdikhani Moghadam, E. & Arouiee, H. (2016). *Improvement of some quantitative and qualitative traits of Coleus and Croton ornamental herbs using isolates of Trichoderma and Zinc*. MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Smart, R.E. & Bingham, E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, *53*, 258-260.

Taghinasab, M. (2012). Effect of some Trichoderma isolates on growth of cucumber seedlings in greenhouse conditions. *Science and Technology of Greenhouse Culture*, *11*, 85-92. (In Persian).

Terzi, R. & Kadioglu, A. (2006). Drought Stress Tolerance and the Antioxidant Enzyme System in Ctenanthe setosa. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, *48*, 89-96.

Wilson, S.B., Stoffella, P.,J & Graetz, D.A. (2001). Compost-amended media for growth and development of Mexican heather. *Compost Science and Utilization*, *9*(1), 60-64.

Yedidia, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y. & Chet, I. (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and Soil*, *235*(2), 235-242.

Zare Mehrjerdi, M., Bagheri, A., Bahrami, A., Nabati, J. & Massomi, A. (2013). Effect of drought stress on photosynthetic characteristics, phenolic compounds and radical scavenging activities in different chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes

in hydroponic conditions. *Science and Technology of Greenhouse Culture, 3* (4), 59-77. (In Persian)

Zarghami Moghadam, M., Shoor, M., Ganjali, A. & Moshtaghi, N. (2014). *Study the effects of salicylic acid on morphological and ornamental traits of two cultivars of Petunia (Petunia hybrida) under deficit irrigation stress*. PhD Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Crops Improvement
(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Impact of *Trichoderma* (65 Fungus) on Morphological and Biochemical Traits of Tuberose under Drought Stress

Hamid Reza Zekavati[1], Mahmood Shoor[1*], Hamid Rohani[2], Seyyed Fazel Fazeli kakhki[3], Ebrahim Ganji Moghadam[3]

1. Ph. D. Candidate, Department of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Associate Professor, Department of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4. Assitance Professor, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
5. Associate Professor, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Recived: September 6, 2018 Accepted: November 10, 2018

Abstract

The present study deals with the effect of different levels of *Trichoderma* fungus on some morpho-physiological, flowering, and biochemical traits of tuberose flower under drought stress conditions, for which it has conducted an experiment in a factorial based on completely randomized design with three replications at Research Greenhouses of Ferdowsi University of Mashhad during the year 2016. Drought stress treatments of this experiment include irrigation at 100%, 50%, and 25% of field capacity with fungal treatments being composed of three levels of 20%, 10%, and 0% of fungus. Results show that drought stress has increased the amount of antioxidant, total chlorophyll, and proline. In addition, it has had a negative significant effect on fresh and dry weights of root and biomass, relative water content of leaves, floret diameter, and number of open floret, but *Trichoderma* has largely moderated these negative effects. The highest amounts of total chlorophyll (1.04 mg/g leaf fresh weight) and relative humidity of leaf water (85.2%) belong to 10% level of fungus, which has not differed significantly from the ones at 20% level of fungus. As for the rest of the traits, the highest levels have been found at 20% level of fungus. Since *Trichoderma* fungus, along with reducing the effects of drought stress, increases vegetative growth and raises the number of open florets (considered an important factor in its marketability) of tuberose flower, its use is quite suggested as a biological factor to increase the quality of tuberose flower in similar conditions.

Keywords: Drought stress, morpho-physiological, number of florets, *trichoderma* fungus, tuberose flower.

Corresponding author: shoor@ferdowsi.um.ac.ir