مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی - مولکولی
دوره ششم، شماره بیست و چهارم- پائیز۱۳۹۵

Research Article
مقاله تحقیقی

تاثیر هم زیستی قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* بر بهبود صفات مورفولوژیک و رنگیزه های فتوسنتزی گیاهچه های گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.)

ابوذر قربانی[۱]، سید مهدی رضوی[۱*]، ولی الله قاسمی عمران[۲]، همت الله پیردشتی[۲]، معظمه رمضانی[۱]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

سابقه و هدف: کودهای زیستی متشکل از ریز موجودات مفید، به عنوان جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید محصولات باغی و زراعی در سامانه های کشاورزی پایدار محسوب می گردند.

مواد و روش ها: تأثیر هم زیستی قارچ اندوفیت *Pirifotmospora india* بر روی صفات مورفولوژیک و رنگیزه های فتوسنتزی گیاه گوجه فرنگی در مرحله گیاهچه ای به صورت طرح تصادفی در سال ۱۳۹۴ در گل خانه پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان با دو سطح قارچ اندوفیت *P. indica* (تلقیح شده و عدم تلقیح) مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: نتایج نشان داد که تاثیر تلقیح قارچ موجب بهبود معنی دار ($P<0/01$) صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی، شاخص های فیزیولوژیکی رشد و رنگیزه های فتوسنتزی نسبت به گیاهان شاهد شده بود.

نتیجه گیری: نتایج کلی نشان دهنده تأثیر مثبت تلقیح قارچ *p. indica* بر صفات رشدی گیاه گوجه فرنگی می باشد که استفاده از این قارچ در مراحل اولیه رشد گیاه و یا در مرحله کشت گیاهان باغی در خزانه می تواند باعث افزایش رشد و ایجاد گیاهچه های یک نواخت و سالم تر شده که در مراحل بعدی یا انتقال به مزرعه باعث افزایش کارایی و عمل کرد گیاهان شود.

کلمات کلیدی: اندوفیت،زیست توده، پیریفورموسپورا ایندیکا، کلروفیل، گوجه فرنگی

مقدمه

قارچ های مایکوریزا با ریشه های حدود۹۰ درصد گیاهان خشک زی رابطه هم زیستی برقرار می کنند که این رابطه می تواند باعث بهبود مصرف آب، افزایش جذب عناصر از خاک و افزایش تحمل به تنش های زیستی و غیرزیستی در گیاه شود (۲۲). گیاهان هم زیست با میکوریزا به طور بالقوه در جذب آب و مواد معدنی از خاک کارآمدتر بوده و به بیماری ها مقاوم تر می باشند (۱۰). قارچ های هم زیست باعث افزایش جذب عناصر معدنی به طور خاص عناصر با تحرک کم مانند فسفر، روی و مس می شوند که در نتیجه باعث افزایش زیست توده ریشه و ساقه و بهبود رشد گیاه می شوند (۲۶). گیاهان زراعی که نیاز به یک مرحله رشدی در خزانه دارند، می توانند از تلقیح با قارچ میکوریزا بهره مند شوند، که در نتیجه باعث افزایش یکنواختی محصول، کاهش از بین رفتن گیاهچه ها در اثر انتقال نشا و افزایش بهره وری محصولات مختلف زراعی و باغبانی می شود (۱۴). به تازگی استفاده از قارچ های میکوریزا به عنوان کود زیستی به منظور افزایش بهره وری و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است.

*Piriformospora indica*یکی از قارچ های اندوفیت شبه میکوریزا می باشد که از خاک ریزوسفری گیاهان در صحرای ایالت راجستان کشور هند کشف شد که برخلاف قارچ های مایکوریزای آربوسکولار که هم زیست اجباری گیاهان میزبان هستند، هم زیست اختیاری است و به آسانی در محیط های کشت در شرایط آزمایشگاهی قابل کشت می باشد (۳۱،۱۹،۷). اهمیت برقراری ارتباط هم زیستی قارچ *P. indica* با گیاهان مختلف در تحریک رشد گیاه و در نتیجه افزایش عمل کرد آن و نیز افزایش توان تحمل گیاه به تنش های مختلف توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است. کوماری و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی تاثیر

نویسنده مسئول:

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه محقق اردبیلی
پست الکترونیکی :razavi694@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۸

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

قارچ *P. indica* در سه گیاه خردل، اسفناج و کلم نشان دادند که هم زیستی قارچ *P. indica* باعث افزایش ارتفاع و زیست توده هر سه گیاه مورد آزمایش شده بود (۱۸). در تحقیقی دیگر رای و همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند که هم زیستی قارچ *P. indica* با گیاهان *Withania somnifera* و *Spilanthes calva* به طور قابل توجه ای باعث افزایش رشد و زیست توده گیاه می شود (۲۴). هم چنین، کریمی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که هم زیستی قارچ *P. indica* با گیاه جو باعث افزایش زیست توده ، ارتفاع و میزان کلروفیل گیاه جو نسبت به گیاه تلقیح نشده شده بود و هم چنین باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به غلظت بالای سرب شده بود (۱۷).

گیاه گوجه فرنگی یکی از مهم ترین گیاهان زراعی نواحی نیمه خشک و مناطق مدیترانه ای است که به طور گسترده ای به صورت گلخانه ای در مناطق دیگر کشت می شود. کشت گوجه فرنگی در بسیاری از نقاط کشور به عنوان یک محصول زراعی مهم و پربازده، بسیار متداول است. گوجه فرنگی غنی از ویتامین A، C و فیبر بوده و عاری از کلسترول می باشد و هم چنین دارای مقدار قابل توجه ای لیکوپن است که از مهم ترین آنتی اکسیدان های کارتنوئیدی محسوب می شود (۲۵،۱۱). گزارش های متعددی از هم زیستی قارچ های مایکوریزا و گیاه گوجه فرنگی و تأثیر مثبت آن بر روی گیاه گوجه فرنگی وجود دارد. موچووج (۲۰۰٤) گزارش داد هم زیستی گیاه گوجه فرنگی با قارچ های هم زیست باعث کاهش حساسیت ریشه های گیاه به پاتوژن های خاک زی مانند *Fusarium* spp و *Rhizoctonia solani* می شود (۲۲). در آزمایش دیگری باساک و همکارانش (۲۰۱۱) نشان دادند که هم زیستی گیاه گوجه فرنگی با قارچ اندومایکوریزا باعث افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش شوری می شود (۶).

با توجه به اهمیت گیاه گوجه فرنگی و نقش مثبت قارچ پریفورموسپورا بر روی گیاهان، این تحقیق به منظور بررسی تأثیر این قارچ بر روی صفات مورفولوژیکی و محتوای رنگیزه ای گیاه گوجه فرنگی در مرحله گیاهچه ای انجام گردید.

مواد و روش

این پژوهش در قالب طرح تصادفی با چهار تکرار در بهار ۱۳۹۴ در گلخانه پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری) اجرا شد.

تکثیر و تولید مایه تلقیح قارچ *P. indica*

به منظور تهیه تعداد کافی اسپور قارچ *P. indica* برای تلقیح ریشه گیاهچه های گوجه فرنگی، قارچ مذکور بر روی محیط کشت پیچیده جامد (Complex Medium) کشت و در انکوباتور با دمای ۲۴ درجه به مدت ۴ هفته نگهداری شد تا بیش ترین میزان اسپور تولید شود. سپس اقدام به جمع آوری اسپورهای قارچی از سطح محیط کشت گردید و تعداد اسپور در سوسپانسیون تلقیح قارچ با استفاده از لام نئوبار شمارش و درحدود ۵×۱۰^{۷} اسپور در هر میلی لیتر محلول حاوی توئین ۲۰ درصد تنظیم شد.

کشت گیاه، اعمال تیمار و اندازه گیری صفات موردنظر

به منظور فراهم نمودن گیاهچه جهت تلقیح، بذرهای گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum var. Super 2270*) تهیه شده از شرکت اصلاح بذر مازند بعد از ضدعفونی در ظرف های حاوی پیت ماس و پرلیت استریل کشت شدند. بعد از ۱۰ روز، گیاهچه های یک اندازه برای تلقیح انتخاب و در سوسپانسیون ایجاد شده از اسپور قارچ *P. indica* قرار داده و با دستگاه شیکر به مدت ۶ ساعت شیک شد. نمونه شاهد (بدون تلقیح) در آب مقطر حاوی توئین ۲۰ به مدت ۶ ساعت شیک شد. سپس نمونه ها به گلدان های حاوی ماسه منتقل و در گل خانه با دمای روز/ شب ۲۰/۲۸ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۴۵ تا ۵۵ درصد، مدت روشنایی ۱۴ ساعت و شدت نور ۸۰۰۰ لوکس نگهداری شدند. جهت تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه طی دوره رشدی از محلول ۱/۲ هوگلند استفاده گردید. بعد از سه هفته، ریشه چند نمونه گیاهی تلقیح شده به منظور تعیین هم زیستی با روش ویرهیلیگ و همکاران (۱۹۹۸) رنگ آمیزی شدند و بعد از چهار هفته نمونه برداری انجام شد (۳۲). برای اندازه گیری میزان کلروفیل های a، b و کارتنوئیدها از طریق ساییدن ۰/۲ گرم نمونه برگی تازه در استون ۸۰٪ و قرائت جذب نوری در طول موج های به ترتیب ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ محاسبه گردید (۴). برای تعیین محتوای نسبی آب برگ (RWC) از جوان ترین برگ بالغ در هر گیاه تعداد ۵ دیسک برگی تهیه و برای تعیین وزن تر نمونه ها، بلافاصله وزن شدند (FW)، سپس تمامی نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی در آب مقطر غوطه ور گردیده و وزن اشباع آن ها اندازه گیری شد (TM). بعد از آن نمونه ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد در آون خشک شدند و وزن خشک آن ها تعیین گردید (DW). با استفاده از رابطه های زیر، میزان RWC (۲۸) و شاخص های فیزیولوژیکی رشد محاسبه گردیدند:

$$RWC\ (\%) = [\frac{(FW - DW)}{(TM - DW)}] \times ۱۰۰$$

$$RGR = \frac{W۲ - W۱}{W۱(T۲ - T۱)}$$

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

$$LAR = \frac{\left(\frac{LA۱}{W۱}\right) + \left(\frac{LA۲}{W۲}\right)}{۲}$$

$$LAD = \left[LA۱ + \left(\frac{LA۲}{۲}\right)\right] \times (T۲ - T۱)$$

$$NAR = \left(\frac{W۲ - W۱}{T۲ - T۱}\right) \times \left(\frac{\ln LA۲ - \ln LA۱}{LA۲ - LA۱}\right)$$

W1, W2= بیومس کل در زمان اول و دوم نمونه برداری

T1, T2= زمان اول و دوم نمونه برداری

LA1, LA2= سطح برگ در زمان اول و دوم نمونه برداری

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و آزمون مقایسه میانگین توسط آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد و رسم نمودارها با Excel صورت گرفت.

نتایج

بررسی نتایج به دست آمده از تأثیر تلقیح قارچ پریفورموسپورا ایندیکا بر روی صفت های ارتفاع و قطر ساقه گیاه نشان داد که اثر تلقیح بر روی این صفات در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است. بررسی مقایسه میانگین صفت های ارتفاع و قطر ساقه نشان داد که تلقیح قارچ باعث افزایش معنی دار ارتفاع و قطر ساقه گیاه به ترتیب به میزان ۳۰/۵۷ و ۱۹/۲۷ درصد نسبت به گیاه شاهد شده بود که نشان دهنده تأثیر مثبت هم زیستی این قارچ بر روی رشد گیاه گوجه فرنگی بود (جدول ۱ و ۲).

تجزیه واریانس تلقیح قارچ تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر روی صفت های وزن تر و وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی داشته و باعث افزایش معنی داری نسبت به گیاه شاهد شده بود (جدول ۱ و ۲). وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه تلقیح شده به ترتیب ۹۷/۳۹، ۷۴/۶۵، ۱۳۸ و ۸۱/۳ درصد نسبت به گیاه شاهد با افزایش همراه بود که نشان دهنده عمل کرد بهتر گیاهان تلقیح شده بعد از انتقال به گلدان نسبت به گیاه شاهد می باشد.

منابع تغییرهای	تیمار	خطا	ضریب تغییرهای (درصد)
درجه آزادی	۱	۶	
قطر ساقه	۱/۱۱**	۰/۰۳	۴/۰۴
ارتفاع	۶/۵۵**	۰/۱۷۵	۶/۱۳
وزن خشک ساقه	۰/۲۱۸**	۰/۰۰۲۳	۷/۵
وزن تر ساقه	۱۷/۸۸**	۰/۳۴۵	۱۰/۶۸
وزن خشک ریشه	۰/۰۵۵۸**	۰/۰۰۰۴۶	۱۰/۵۸
وزن تر ریشه	۱۱/۷۶**	۰/۱۸۱	۱۱/۵
رطوبت نسبی	۱۳۱**	۰/۸۳۴	۱/۱۹
سطح برگ	۲۰۰**	۰/۹۴۲	۳/۵۲
سرعت رشد نسبی	۰/۰۳۱۹**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۵	۲/۱۳
نسبت سطح برگ	۶۳/۶**	۰/۰۶۶۵	۲/۷۹
منابع تغییرهای	تیمار	خطا	ضریب تغییرهای (درصد)
طول عمر برگ	۴۳۹۵۶**	۷/۳۲	۲/۵
طول عمر زیست توده	۱۰۷**	۰/۰۳۶	۳/۲۴
سرعت فتوسنتز خالص	۱/۹۶**	۸	۵/۰۹
کلروفیل a	۰/۶۹**	۰/۰۱	۵/۴
کلروفیل b	۰/۱۵۱**	۰/۰۰۰۳	۲/۴۸
کارتنوئید	۴۸۰۶**	۲/۵	۴/۸۸
SPAD	۰/ns۸۱۲	۰/۵۱۹	۳/۵

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر تلقیح قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر صفات مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه گوجه فرنگی

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns غیر معنی دار

پارامتر ها	واحد	شاهد (p-)	هم زیست شده (p+)	درصد
قطر ساقه	میلی متر	۳/۸۴ b	۴/۵۸ a	+۱۹/۲۷
ارتفاع	سانتی متر	۵/۹۲ b	۷/۷۳ a	+۳۰/۵۷
وزن خشک ساقه	گرم بر بوته	۰/۴۰۱ b	۰/۷۲۷ a	+۸۱/۳
وزن تر ساقه	گرم بر بوته	۴/۰۰۵ b	۶/۹۹۵ a	+۷۴/۶۵
وزن خشک ریشه	گرم بر بوته	۰/۱۲۱ b	۰/۲۸۸ a	+۱۳۸
وزن تر ریشه	گرم بر بوته	۲/۴۹ b	۴/۹۱۵ a	+۹۷/۳۹
رطوبت نسبی	درصد	۷۲/۲۸ b	۸۰/۳۹ a	+۱۱/۲۲
سطح برگ	سانتیمتر مربع بر بوته	۲۲/۵۲ b	۳۲/۵۲ a	+۴۴/۴
سرعت رشد نسبی	گرم بر گرم در روز	b ۰/۱۰۰۵	۰/۲۲۶۹ a	+۱۲۵
نسبت سطح برگ	سانتی مربع بر گرم	۳۵/۵ a	۲۹/۸ b	-۱۶/۰۵
طول عمر برگ	سانتی متر مربع در روز	445 b	۵۹۳ a	+۳۳/۲۵
طول عمر زیست توده	گرم در روز	۱۱/۷۲ b	۱۹ a	+۶۲/۱۱
پارامتر ها	واحد	شاهد (p-)	هم زیست شده (p+)	درصد

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

سرعت فتوسنتز خالص	گرم بر سانتی متر مربع سطح برگ در روز	b ۰/۰۰۱۲۷	۰/۰۰۲۲۶ a	+۷۷/۹۵
کلروفیل a	میلی گرم بر گرم وزن تر	۱/۵۶۲ b	۲/۱۵ a	+۳۷/۶۴
کلروفیل b	میلی گرم بر گرم وزن تر	۰/۵۸ b	۰/۸۵۵ a	+۴۷/۴
کارتنوئید	میلی گرم بر گرم وزن تر	۱۵۵ b	۲۰۴/۰۲۵ a	+۳۱/۶۲
SPAD		۴۷/۷ a	۴۸/۳ a	+۱/۲۵

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورفولوژی گیاه گوجه فرنگی تحت تلقیح قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا

در هر ردیف میانگین های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

اثر تلقیح قارچ بر روی رطوبت نسبی برگ ها و صفت های سرعت رشد نسبی (RGR)، نسبت سطح برگ (LAR)، طول عمر برگ (LAD)، طول عمر زیست توده (BMD) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) در سطح ۱ درصد معنی دار بوده است و بررسی میانگین این صفت ها نشان داد تلقیح قارچ باعث افزایش معنی دار رطوبت نسبی، RGR، LAD، BMD و NAR و کاهش LAR نسبت به تیمار شاهد شده بود (جدول ۱ و ۲).

نتایج به دست آمده از تأثیر تلقیح قارچ بر میزان رنگیزه های فتوسنتزی و SPAD نشان داد تلقیح قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر صفات کلروفیل a، b و کارتنوئید در سطح ۱ درصد تأثیر معنی داری داشته است اما بر روی میزان SPAD تأثیر معنی داری نداشته است (جدول ۱). بررسی میانگین صفات نشان داد تلقیح قارچ باعث افزایش معنی دار میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید به ترتیب به میزان ۳۷، ۴۷ و ۳۱ درصد نسبت به شاهد شده بود و با این که میزان SPAD با افزایش همراه بود، این افزایش معنی دار نبود (جدول ۲).

بحث

تلقیح قارچ پریقورموسپورا ایندیکا باعث افزایش قطر ساقه و ارتفاع گیاه گوجه فرنگی در مرحله گیاهچه ای شده بود با یافته های به دست آمده توسط مصباح الزمان و اینگلبی (۲۰۰۵) بر روی گیاه اوکالیپتوس (۲۰)، جاوید و ریاض (۲۰۰۸) بر روی گیاه زنبق (۱۵)، ایکیز و همکاران (۲۰۰۹) و اورتاز و همکاران (۲۰۰۱) بر روی فلفل (۱۴، ۲۳) و گوسوس و محمد (۲۰۰۹) بر روی پیاز (۱۲) مطابقت داشت. بریلا و کوید (۱۹۹۸) گزارش دادند بیش ترین تأثیر تلقیح قارچ هم زیست بر روی ارتفاع و صفات رشدی گیاه گوجه فرنگی در ۳۱ روز بعد از تلقیح مشاهده شد که بیان داشتند تلقیح مایکوریزا در مراحل مختلف رشدی باعث ایجاد پاسخ های متفاوتی خواهد شد (۸). هم چنین در تحقیق دیگری که توسط جاوید و ریاض (۲۰۰۸) انجام شد نشلن دادند تلقیح قارچ مایکوریزا باعث افزایش رشد واریته های مختلف زنبق در مراحل اولیه رشدی شده بود (۱۵).

بررسی نتایج حاصل از اثر تلقیح قارچ بر روی وزن خشک و تر ریشه و اندام هوایی نشان دهنده عمل کرد بهتر گیاهان تلقیح شده بعد از انتقال به گلدان نسبت به گیاه شاهد می باشد. ظرفیت گیاهان برای عمل کرد بهتر بعد از انتقال از خزانه به مزرعه، به توانایی ریشه ها به حمایت از تغییرهای ساختاری و عمل کردی، جذب آب و مواد مغذی و همین طور ظرفیت بازسازی ریشه های جدید می باشد (۲۷). نسبت ریشه تر به اندام هوایی تر در گیاه تلقیح شده (۰/۷) در مقایسه به گیاه شاهد (۰/۶۲) با افزایش همراه بود که نشان می دهد گیاه تلقیح شده زیست توده بیش تری را به ریشه در مقایسه به گیاه شاهد اختصاص داده است. توبار و همکارانش (۱۹۹۹) گزارش دادند که نسبت بالاتر ریشه به ساقه نشان دهنده درجه بالایی از کارایی مایکوریزا می باشد (۳۰). در آزمایش دیگر، ووساتکا و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که هم زیستی مایکوریزا باعث افزایش یکنواختی گیاهچه های خزانه، کاهش از بین رفتن گیاهچه بعد از انتقال و افزایش عمل کرد گیاهان مختلف باغی شد (۳۳). وانگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که تلقیح میکوریزا در مراحل اولیه رشد گیاه می تواند باعث بهبود ایجاد هم زیستی مایکوریزا شده که منجر به افزایش رشد گیاه در خزانه و عمل کرد بهتر گیاه پس از انتقال به مزرعه می شود و با افزایش زیست توده گیاه همراه می باشد (۳۴).

دلیل افزایش رطوبت نسبی برگ در گیاهان مایکوریزا را می توان به نقش هیف ها در جذب و هدایت آب به ریشه نسبت داد، بنابراین گیاهان میکوریزا با جذب بیش تر آب می توانند رطوبت نسبی بالاتری داشته باشند و هم چنین تصور می شود افزایش جذب آب در گیاهان مایکوریزا به هدایت هیدرولیکی ریشه در شرایط هم زیستی مربوط می باشد. هاردی و لیتون (۱۹۸۱) در آزمایشی نشان دادند که به ازای واحد طول ریشه، هدایت هیدرولیکی ریشه های مایکوریزی گیاه شبدر چمنی، دو الی سه برابر بیش تر از ریشه های غیرمیکوریزی است (۱۳). علی اصغرزاد و همکارانش (۲۰۰۶) گزارش دادند قارچ میکوریزی و باکتری *Bradyrhizobium japonicum* در دو مرحله گلدهی و بلوغ دانه باعث افزایش رطوبت نسبی گیاه سویا نسبت به گیاه شاهد تحت رطوبت پایین خاک شده بودند (۳). در گزارش دیگری سوبرامانیان و چارست (۱۹۹۹) بیان داشتند تلقیح میکوریزای گیاه ذرت باعث افزایش ۱۸ درصدی رطوبت

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

نسبی در مقایسه با گیاه شاهد تحت تنش آبی شده بود (۲۹).
سرعت رشد نسبی (RGR) در صورت دوام آن عامل تعیین کننده تجمع ماده خشک است، از آنجا که RGR حاصل ضرب سرعت جذب خالص (NAR) در نسبت سطح برگ به وزن کل گیاه (LAR) است، افزایش هر یک از آن ها در صورت ثابت ماندن دیگری باعث افزایش رشد نسبی می شود (۲۱). در این پژوهش قارچ پریفورموسپورا با تأثیر مثبت بر رشد و کارایی گیاهچه های گوجه فرنگی، باعث افزایش زیست توده و سطح برگ گیاه شده بود که در نتیجه با افزایش صفات فیزیولوژیکی رشد نسبت به شاهد همراه بود که با نتایج دیوید و همکاران (۱۹۹۳)، محمدی و همکاران (۲۰۱۳) و باقری و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد (۲۱،۹،۵).
نتایج به دست آمده نشان داد تلقیح قارچ باعث افزایش رنگیزه های فتوسنتزی و میزان SPAD نسبت به شاهد شده بود که با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۵)، جهاندیده و همکاران (۱۳۹۳)، باساک و همکاران (۲۰۱۱) و حاجی نیا و زارع (۱۳۹۳) مطابقت داشت (۱۷،۶،۲،۱). جنچکه و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند یکی از دلایل افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ، جذب بیش تر عناصر معدنی می باشد (۱۶). در گزارش دیگر، کریمی و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند قارچ اندوفیت *p. indica* با تاثیر بر روی پروتئین های درگیر در فرآیند فتوسنتز و چرخه کالوین و افزایش بیان آن ها، نقش مؤثری در حفظ و پایداری فتوسنتز ایفا می کنند (۱۷). زارع و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که بالا بودن میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ، می تواند به علت وجود رابطه مثبت بین غلظت فسفر و مقدار کلروفیل در گیاهان باشد زیرا گزارش های زیادی از افزایش جذب فسفر توسط این قارچ به گیاه میزبان ارائه گردیده است (۳۵).

نتیجه گیری

نتایج کلی به دست آمده از این پژوهش نشان داده است که تلقیح قارچ در مراحل اولیه رشد گیاه گوجه فرنگی تأثیر قابل توجه ای بر صفات رشدی گیاه داشته است که نشان می دهد استفاده از این قارچ در مراحل اولیه رشد گیاه و یا در مرحله کشت گیاهان باغی در خزانه می تواند باعث افزایش رشد گیاه و ایجاد گیاهچه های یک دست و سالم تر شده که در مراحل بعدی یا انتقال به مزرعه باعث افزایش کارایی و عمل کرد گیاهان شود.

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

منابع:

۱. حاجی نیا س، زارع م ج. تاثیر تلقیح دو قارچ piriformospora indica و باکتری Azopirillum spp. بر برخی صفات فیزیولوژیکی، جذب عناصر و عمل کرد دانه گندم تحت تنش شوری. فنآوری تولیدات گیاهی. ۱۳۹۳. ۱۴ (۲): ۱۴۹-۱۶۱

۲. جهاندیده و، سپهری م، خوش گفتارمنش ا، عشقی زاده ح، رحمانی د. بررسی اثرات تلقیح قارچ اندوفیت piriformospora indica و باکتری Pseudomonas putid بر رشد و جذب عناصر گندم در شرایط کمبود روی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۳۹۳. ۷۱: ۱۹۱-۲۰۳

1. Aliasgharzad N, Neyshabouri MR, Salimi G. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium japonicum* on drought stress of soybean. Biologia, Bratislava, 61Suppl. 2006; 19: 328-324.
2. Arnon DI. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 1949; 24: 1–15.
3. Bagheri A, Azizi KH, Heidari S, Hasanvandi MS. Regression modeling of growth indices of Lentil affected by Bio-fertilizers with Superabsorbent polymer. Intl J Farm & Alli Sci. 2013; 2(19): 712-719
4. Basak H, Demir K, Kasim R, Okay FY. The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. Afr. J. Agric. Res. 2011; 6(11): 2532-2538.
5. Blechert O, Kost G, Hassel A, Rexer RH, Varma A. A First remark on the symbiotic interactions between Pirifrormospora indica and terrestrial orchid. In: Varma, A. and Hock, B. (Ed.), Mycorrhizae. Springer Verlag, Germany. 1999; 683-688.
6. Bryla DR, Koide RT. Mycorrhizal Response of Two Tomato Genotypes Relates to their Ability to Acquire and Utilize Phosphorus. Ann. Bot. 1998; 82: 849–857.
7. David A, McArthur J, Richard KN. Lnfluence of Species of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Phosphorus Nutrition on Growth, Development, and Mineral Nutrition of Potato (Solanum tuberosum. Plant Physiol. 1993; 102: 771-782
8. Pfleger FL, Linderman RG. Mycorrhizae and plant health. In: Pfleger, F.L. and R.G. Linderman (eds.), Mycorrhizae and Plant Health. 1994; 337–344. APS Press, St. Paul, Minnesota.
9. Gerster H. The potential role of lycopene for human health. J. Am. College Nutr. 1997; 16: 109-126.
10. Goussous SJ, Mohammad MJ. Effect of two arbuscular mycorrhizae and N and P fertilizers on growth and nutrient uptake of onions. Int. J. Agric. Biol. 2009; 11: 463–467
11. Hardie K, Leyton L. The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on growth and water relations of red clover. In phosphate deficient soil. New Phytol. 1981; 89:599–608.
12. Ikiz O, Abak K, Dasgan HY, Ortas I. Effects of mycorrhizal inoculation in soilless culture on pepper plant growth. Acta Hortic. 2009; 807: 533–540
13. Javaid A, Riaz T. Mycorrhizal colonization in different varieties of gladiolus and its relation with plant vegetative and reproductive growth. Int. J. Agric. Biol. 2008; 10: 278–282
14. Jenschke G, Brandes B, Kuhn AJ, Schroder WH, Becker JS, Godbold DL. The mycorrhizal fungus Paxillus in volutes magnesium to Norway spruce seedlings. Evidence from stable isotope labeling. Plant Soil. 2000; 220: 243-246.
15. Karimi F, Sepehri M, Afuni M, Hajabbasi M. Effect of Endophytic Fungus, Piriformospora Indica, on Barley Resistance to Lead. JWSS–Isfahan University of Technology, 2015; 19 (71): 311-321 (in Persian)
16. Kumari R, Yadav HK, Bhoon YK, Varma A. Colonization of cruciferous plants by piriformospora indica. Curr. Sci. 2003; 85: 1672-1674.
17. Mahendra R, Varma A. Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological potential of Piriformospora indica,

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

which promotes the growth of Adhatoda vasica Nees. Electron. J. Biotechnol. 2005; 8: 107-111

18. Misbahuzzaman K, Ingleby K. A structural study of ecto-mycorrhizas formed in Seedlings of Eucalyptus camaldulensis Dehnh. Int. J. Agric. Biol. 2005; 7: 400–405
19. Mohammadi E, Asghari HR, Gholami A, Abbasdokht H, Rahimi M. Effects of mycorrhiza inoculation and phosphorus fertilizer on yield and some growth indices of chickpea (Cicer arietinum L.) Hashem cultivar. Tech J Engin & App Sci.2013; 3(2): 190-197
20. Muchovej RM. Mycorrhizae are Necessary Elements for Healthy Vegetable Crops. American Vegetable Grower, 1 December, 2004.
21. Ortas I, Kaya Z, Cakmak I. Influence of VA-Mycorrhiza inoculation on growth of maize and green pepper plants in phosphorus and zinc deficient soils. In: Horst, W.J., M.K. Schenk, A. Bürkert, N. Claassen, H. Flessa, W.B. Frommer, H.E. Goldbach, H.W. Olfs, V. Römheld, B. Sattelmacher, U. Schmidhalter, S. Schubert, N. von Wirén and L. Wittenmayer. Plant Nutrition-Food Security and Sustainability of Agro-Ecosystems, 2001; pp: 632–633. Kluwer Akedmic Publishers, Dordrecht
22. Rai M, Acharya D, Singh A, Varma A. Positive growth responses of the medicinal plants *Spilanthes calva* and *Withania somnifera* to inoculation by Piriformospora indica in a field trial. Mycorrhiza. 2001; 11: 123-128.
23. Rao A, Agarwal S. Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. J. Am. College Nutr. 2000; 19: 563-569.
24. Ryan MH, Angus JF. Arbuscular mycorrhizae in wheat and field pea crops on a low P soil: increased Zn-uptake but no increase in P uptake or yield. Plant Soil, 2003; 250: 225–239
25. Scagel CF. Isolate-specific rooting responses of Leucothoe fontanesiana cuttings to inoculation with ericoid mycorrhizal fungi. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 2004; 80: 252–262.
26. Schonfeld MA, Johnson RC, Carver BF, Mornhinweg DW. Water relations in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Sci. 1988; 28:526-531.
27. Subramanian KS, Charest C. Acquisition of N by external hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus and its impact on physiological responses in maize under drought-stressed and well-watered conditions. Mycorrhiza. 1999; 9: 69-75.
28. Tobar RM, Azcon R, Barea JM. The improvement of plant N acquisition from an ammonium treated drought stressed soil by the fungal symbionts in Arbuscular mycorrhizae. Biol. Fertil. Soils. 1999; 9: 1–8
29. Varma A, Savita S, Sahay N, Butehorn B, Franken P. Piriformospora indica, A cultivable plant-growth-promoting root endophyte. J. Appl. Environ. Microbiol. 1998; 65: 2741-2744.
30. Vierheilig H, Coughlan AP, Wyss U, Piche Y. Ink and Vinegar, a Simple Staining Technique for Arbuscular-Mycorrhizal Fungi. Appl. Environ. Microbiol. 1998; 64 (12): 5004-5007
31. Vosatka M, Jansa, J., Regvar, M., Sramek, F. and Malcova, R. Inoculation with mycorrhizal fungi–A feasible biotechnology for horticulture. Phyton. 1999; 39: 219–244
32. Wang C, Li X, Zhon J, Wang G, Dong Y. Effects of AM fungi on the growth and yield of cucumber plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2008; 39: 499–509
33. Zarea MJ, Hajinia S, Karimi N, Mohammadi Goltapeh E, Rejali F, Varma A. Effect of Piriformospora indica and Azospirillum strains from saline or non-saline soil on mitigation of the effects of NaCl. Soil. Biol. Biochemi, 2012; 45: 139-146

[Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8]

[DOR: 20.1001.1.22285458.1395.6.24.9.8] [Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-02]