مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر قارچ اندوفیت *Serendipita indica* بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گل نرگس (*Narcissus tazetta* L.) در بسترهای مختلف کشت

محمد طهماسبی کریم آبادی[۱]، محمدرضا صالحی سلمی[۱] و بابک پاکدامن سردرود[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

[۲] گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۸/۱۰، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۹/۱۵)

چکیده

نرگس شیراز، گونه زینتی مناسبی برای کاشت در هوای آزاد است. بخش‌های جنوبی از جمله استان خوزستان، یکی از مهمترین مناطق تولیدی این گل در زمستان است. با این وجود خاک مورد استفاده نیاز به اصلاح بافت دارد. به‌منظور بررسی اثرات بستر کشت به‌همراه تلقیح قارچ اندوفیت ریشه *S. indica* بر عملکرد نرگس، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در هفت تکرار انجام شد. در این پژوهش از چهار بستر کشت (خاک زارعی ۱۰۰ ٪؛ خاک زارعی ۷۵ ٪+ ماسه ۲۵ ٪؛ خاک زارعی ۵۰ ٪+ ماسه ۵۰ ٪؛ خاک زارعی ۲۵ ٪+ ماسه ۷۵ ٪) به‌عنوان فاکتور اول، تلقیح و عدم تلقیح قارچ *S. indica* به‌عنوان فاکتور دوم استفاده شد. براساس یافته‌های پژوهش، قارچ *S. indica* سبب افزایش ویژگی‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه (۱۰۴ ٪)، تعداد گلچه (۱۲۱ ٪)، طول ساقه گلدهنده (۱۱۴ ٪)، عمرگلجای (۱۳۷ ٪)، کلروفیل کل (۱۱۸ ٪)، کارتنوئید (۱۱۳ ٪) و کاهش قطر ساقه گلدهنده (۸۴ ٪)، فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (۷۶ ٪) نسبت به شاهد (عدم تلقیح) شد. همچنین مشخص شد که بستر کشت خاک زارعی ۷۵ ٪+ ماسه ۲۵ ٪ بیشترین تأثیر مثبت را بر شاخص‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، تعداد گلچه، قطر و طول ساقه گلدهنده، عمرگلجای، کلروفیل کل و کارتنوئید داشت. برهمکنش دو فاکتور نشان داد که بسترهای کشت خاک زارعی ۷۵ ٪+ ماسه ۲۵٪؛ خاک زارعی ۵۰ ٪+ ماسه۵۰ ٪ تلقیح شده با *S. indica* مناسب‌ترین تیمار جهت پرورش نرگس بودند. باتوجه به اثر ماسه در تیمارهای مختلف که سبب تغییر بافت خاک زراعی شد، می‌توان بیان داشت با آنکه نرگس در خاک زراعی خوزستان رشد نسبتاً خوبی داشت، اما برای تولید گل‌بریده با کیفیت، نیاز به افزودن ماسه جهت تخلخل بیشتر است. از سوی دیگر بر مبنای نتایج به‌دست آمده از این بررسی می‌توان گفت که بین ویژگی بافت و تلقیح قارچ بر عمر گلجایی، تلقیح در درجه اول اهمیت قرار داشت. از این‌رو با توجه به نتایج، افزودن ۲۵ ٪ ماسه و تلقیح قارچ با خاک زراعی، برای تولید گل بریده نرگس توصیه می‌شود. ضمن آنکه پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده به تأثیر این بستر و تلقیح قارچ بر میزان نگهداری آب و کاهش اثرات شوری توجه گردد.

کلمات کلیدی: اندوفیت، سوخ، گرمسیری، گل بریده، همزیست، میکروارگانیسم

مقدمه

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: salehi@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

جنس نرگس، از خانواده Amaryllidaceae، علاوه بر دارا بودن اهمیت زینتی به‌عنوان گل هوای آزاد، گلدانی و یا گل بریده؛ به دلیل داشتن ترکیبات آلکالوئیدی مانند Galanthamine ارزش دارویی نیز دارد (Moraes-Cerdeira *et al*., 1997). بخش‌های جنوبی ایران از جمله استان خوزستان، با داشتن زمستان ملایم از مناطق مهم تولید این گل در زمستان هستند. با توجه به کاهش کیفیت آب استان خوزستان، به تدریج خاک‌های زراعی شور و سدیمی شده که این امر باعث از بین رفتن بافت خاک و در نتیجه محدود شدن کشت گیاهان شده است (Barfi *et al*., 2021).

محیط مناسب رشد ریشه باعث استقرار بهتر گیاهان شده و دستیابی به رطوبت کافی و نفوذپذیری هوا را میسر می‌سازند (Awang *et al*., 2009). خصوصیات فیزیکی خاک، به دلیل نقش مهمی که در حمایت از رشد گیاه دارد، حائز اهمیت است. این خصوصیات، تعیین‌کننده چگونگی اثر متقابل گیاه با خاک، جذب آب و مواد غذایی، نفوذ ریشه‌ها، دمای خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. از میان خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک دارای تأثیر زیادی است. در پژوهشی گزارش شد که خصوصیات فیزیکی خاک به‌ویژه بافت خاک بر تمامی خصوصیات رشدی گیاه زعفران تأثیرگذار بود، به‌طوری‌که استفاده از خاک با بافت سبک‌تر، باعث ایجاد شرایط بهینه جهت رشد پداژه و در نهایت افزایش عملکرد گل زعفران گردید (Aghhavani Shajari *et al*., 2015). در تحقیق دیگر به منظور ارزیابی تغییرات در رشد و نمو ریحان، نمونه‌های گیاهی از انواع رویشگاه با بافت‌های مختلف خاک جمع‌آوری گردید و نتیجه‌گیری شد که بیشترین عملکرد برای گیاهانی بود که در بافت لومی شنی رشد کرده بودند (Tursun, 2022).

امروزه مشخص شده که استفاده از میکروارگانیسم‌های همزیست با ریشه گیاهان، می‌تواند باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد آنها شوند. اندوفیت‌ها از مهمترین میکروارگانیسم‌های خاک‌زی، با ایجاد تغییرات ژنتیکی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در گیاهان میزبان خود، عملکرد آنها را در واحد سطح افزایش داده و امکان توسعه کشت آن‌ها را در خاک‌های شور، خشک یا اقلیم‌هایی با تنش‌های غیرزیستی و زیستی فراهم می‌آورند (Kumari *et al*., 2003). قارچ اندوفیت *Serendipita indica* با نام پیشین *Piriformospora indica* (Barrio-Duque *et al*., 2019) یکی از قارچ‌های همزیست مفید با ریشه گیاهان، توسط Verma (۱۹۹۸) به هنگام جداسازی قارچ‌های مایکوریزآربسکولار در بیابان تار (راجستان، هند)، برای اولین بار از ریشه گیاه کهور و کنار جدا شد. یکی از ویژگی‌های قارچ *S. indica* توانایی برقراری ارتباط با ریشه بسیاری از گونه‌های مختلف گیاهی است. در پژوهشی با عنوان تأثیر قارچ *S. indica* بر رشد و نمو همیشه بهار مشخص گردید که تلقیح ریشه با این قارچ سبب افزایش ارتفاع، سطح برگ، تعداد برگ و گل‌دهی زودهنگام گردید (Noorjahan *et al*., 2018). همچنین Baltruschat و همکاران (۲۰۰۸) مقاومت جو به تنش شوری در اثر تلقیح با قارچ *S. indica* و تغییر در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که تلقیح ریشه گیاهان با این قارچ، سبب افزایش مقاومت در برابر تنش شوری می‌شود (Baltruschat *et al*., 2008). اثرات مثبت همزیستی قارچ *S. indica* بر بقا و افزایش رشد گیاهان میزبان در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان که با دو معضل عمده خشکی و شوری روبرو هستند، توجه پژوهشگران را به خود جلب نموده است. جمع‌آوری جدایه‌های مختلف این قارچ از خاک مناطق بیابانی و مراتع و استفاده از آنها به‌عنوان یکی از ذخایر ژنتیکی مهم مناطق مذکور در برنامه‌های به زراعی، در رأس این پژوهش‌ها قرار دارد و از این راه می‌توان از پتانسیل بالای مراتع و بیابان‌ها نیز در جهت نیل به کشاورزی پایدار استفاده کرد (Rai and Varma, 2005; Rai *et al*., 2001).

با توجه به اهمیت گل نرگس در استان خوزستان و همچنین نظر به اینکه این گیاه دارای اندام زیرزمینی سوخ است، با این وجود پژوهش‌های اندکی در ارتباط با تأثیر محیط رشد ریشه انجام شده است. در این راستا هدف از این پژوهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های خاک مورد استفاده

بافت خاک	نیتروژن (٪)	فسفر قابل‌جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل‌جذب (mg/kg)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	نسبت جذب سدیم
سیلتی- رس	۰/۱	۵/۲	۲۴۸	۷/۶	۲/۸	۴/۱

بررسی نوع بافت خاک و قارچ *S. indica* بر بهبود صفات کمی و کیفی نرگس در شرایط استان خوزستان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌صورت گلدانی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تکرار (هر تکرار یک گلدان) به‌مدت پنج ماه اجرا شد. فاکتورها شامل: تلقیح و عدم تلقیح قارچ *S. indica* (فاکتور اول) و بسترهای مختلف کشت (فاکتور دوم) بودند.

جهت شروع آزمایش در آبان‌ماه سوخ‌های نرگس شهلا با قطر یکسان ۵ سانتی‌متر از نرگس‌زا دانشگاه تهیه شد. برای کشت از گلدان‌هایی پلاستیکی و زهکش‌دار به ارتفاع، قطر دهانه و قطر زهکش به‌ترتیب ۲۵، ۲۰ و ۱ سانتی‌متر استفاده شد. به‌منظور بهبود وضعیت زهکشی، در کف گلدان‌ها به ارتفاع ۲ سانتی‌متر سنگ‌ریزه ریخته شد. سپس گلدان‌ها تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر (حدود ۵ لیتر) از بستر کشت پر گردید. به‌منظور تهیه بسترهای کشت مختلف از خاک موجود در نرگس‌زا به همراه درصدهای مختلف ماسه شسته شده استفاده شد. بسترها شامل خاک زراعی (جدول ۱)، خاک زراعی+ ۲۵٪ ماسه، خاک زراعی+ ۵۰ ٪ ماسه و خاک زراعی+ ۷۵ ٪ ماسه بود. سوخ‌ها در عمق ۱۰ سانتی‌متر بستر کاشته شدند و آبیاری انجام شد. پس از یک هفته عملیات تلقیح قارچ *S. indica* (تهیه‌شده از کلکسیون گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان) انجام شد. قارچ‌های تکثیر یافته روی بذرهای سبوس‌دار جو به میزان ۴/۵ گرم برای هر گلدان جهت کلونیزاسیون با ریشه نرگس به بستر اضافه شدند. این کار بدین صورت انجام شد که در هر گلدان سه حفره کوچک اطراف سوخ ایجاد شد و بذرها همراه با مایه تلقیح قارچ درون حفره‌ها به‌صورت مساوی اضافه شد و روی آن را با مخلوط بستر پوشانده و برای فیکس کردن مایه تلقیح با بستر کاشت آبیاری سبکی انجام شد. پس از آن عملیات آبیاری به‌صورت هفتگی تا پایان آزمایش انجام شد. در این آزمایش دمای تقریبی گلخانه ۵±۲۰ درجه‌سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی ۸۰ درصد بود.

پس از شروع گل‌دهی ویژگی‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، طول ساقه گلدهنده، قطر ساقه گلدهنده و تعداد گلچه اندازه‌گیری شد. سپس مقداری از نمونه برگی جهت بررسی میزان کلروفیل کل، کارتنوئید و آنزیم گایاکول پراکسیداز جدا گردید. برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل کل و کارتنوئید از روش Lichtenthaler و Wellburn (۱۹۸۳) استفاده شد، بدین صورت که ۰/۱ گرم از برگ گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ ٪ به مدت ۴۸ ساعت در یخچال نگهداری شد. پس از دو روز عصاره به‌دست آمده سانتریفیوژ شد. سپس، میزان جذب در سه طول‌موج ۶۶۳ (کلروفیل a)، ۶۴۵ (کلروفیل b) و ۴۷۰ (کارتنوئید) نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Cintra 5, Australia) خوانده شد (Lichtenthaler and Wellburn, 1983). جهت سنجش میزان فعالیت گایاکول پراکسیداز از روش Lin و Kao استفاده شد (۱۹۹۹). محلول واکنش مورد نیاز برای سنجش این آنزیم شامل بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با PH = ۷ حاوی ۵۰۰ میلی‌مولار محلول گایاکول و ۱ مولار پراکسید هیدروژن که ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیم اضافه شد .افزایش جذب محلول مورد نظر به‌مدت ۶۰ ثانیه در ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای بررسی عمرگلجای پس از رسیدن گل به مرحله گردن غازی، گل‌ها به‌همراه ساقه جدا گردید و در محلول ۱/۵ ٪ ساکارز و در شرایط محیط آزمایشگاه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۳۰-۴۰ درصد قرار گرفت. پایان عمرگلجای پژمردگی حداقل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای تلقیح قارچ و بستر کشت بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گل نرگس

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		قطر بزرگترین گلچه	تعداد گلچه	قطر ساقه گلدهنده	طول ساقه گلدهنده	عمرگلجای	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پراکسیداز
تلقیح (A)	۱	۰/۴۵۲ **	۶/۴۰ **	۰/۳۰۵ **	۱۱۵/۶ **	۱/۹۰ **	۰/۲۲۱ *	۰/۰۵۴ *	۰/۱۵۰ **
بسترکشت (B)	۳	۰/۲۹۷ **	۲/۱۶ **	۰/۳۹۶ **	۲۴/۸۳ **	۰/۲۲۵ **	۰/۰۶۷ **	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۷۵ **
A×B	۳	۰/۰۷۸ ns	۱/۱۳ **	۰/۰۴۸ **	۱۱/۸۷ **	۰/۲۵۲ **	۰/۰۲۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۱ ns
خطا	۳۲	۰/۰۴۰	۰/۳۳۶	۰/۰۱۶	۳/۷۹	۰/۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۳	۲۲/۱	۶/۵	۲۲/۸	۲۰/۷	۱۸	۹/۳	۲۱/۷۳

ns، * و ** به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

یک گلچه در نظر گرفته شد.

آنالیز واریانس دوطرفه داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثر فاکتور تلقیح یا عدم تلقیح قارچ *S. indica* بر ویژگی‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، تعداد گلچه، قطر ساقه گلدهنده، طول ساقه گلدهنده، عمرگلجای و فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در سطح احتمال ۱ درصد و بر ویژگی‌های کلروفیل کل و کارتنوئید در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین تأثیر نوع بستر کشت بر ویژگی‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، تعداد گلچه، قطر ساقه گلدهنده، طول ساقه گلدهنده، عمرگلجای، کلروفیل کل و فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با این وجود بر ویژگی کارتنوئید تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر برهمکنش تلقیح و بستر کشت فقط در صفات تعداد گلچه، قطر ساقه گلدهنده، طول ساقه گلدهنده و عمرگلجای در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود، ولی بر شاخص‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، کلروفیل کل، کارتنوئید و فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز معنی‌دار نبود.

قطر بزرگ‌ترین گلچه: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح با قارچ اثر معنی‌داری بر قطر گلچه داشت، به گونه‌ای که بیشترین قطر مربوط به تلقیح (۴/۲۴ سانتی‌متر) و کمترین مربوط به عدم تلقیح (۴/۰۳ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). در ارتباط با نوع بستر کشت مشخص شد که بیشترین قطر گلچه مربوط به بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی بود ولی اختلاف معنی‌داری با قطرگلچه در بستر ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی دیده نشد. کمترین میزان این شاخص نیز مربوط به ۱۰۰ ٪ خاک زراعی بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری با تیمار ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی دیده نشد (جدول ۴).

تعداد گلچه: نتایج تأثیر تلقیح قارچ بر تعداد گلچه نشان داد که در اثر افزودن قارچ به بستر تعداد گلچه (۴/۴۵ عدد برای هر بوته) ۱۲۱ درصد نسبت به شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت (جدول ۳). نتایج تأثیر فاکتور نوع بستر بر تعداد گلچه نشان داد که بیشترین تعداد گلچه با میزان ۴/۵ عدد در هربوته مربوط به بستر کشت ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری با بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵٪ خاک زراعی نداشت. کمترین تعداد گلچه (۳/۶ عدد در هر بوته) مربوط به تیمار محیط کشت ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار بستر کشت ۱۰۰ ٪ خاک زراعی وجود نداشت (جدول ۴). برهمکنش تأثیر تلقیح قارچ و بستر کشت بر تعداد گلچه نشان داد بیشترین تعداد گلچه در تیمارهای تلقیح قارچ در بسترهای کشت ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی، ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی به‌دست آمد (پنج گلچه در هر بوته). کمترین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تلقیح قارچ *S. indica* بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گل نرگس

	قطر بزرگترین گلچه (cm)	تعداد گلچه	قطر ساقه گلدهنده (cm)	طول ساقه گلدهنده (cm)	کلروفیل کل (mg/g F.W.)	کاروتنوئید (mg/g F.W.)	گایاکول پراکسیداز (U/min/mg pro.)
تلقیح	۴/۲۴^{a} ±۰/۲۸۳	۴/۴۵^{a} ±۰/۹۴۴	۰/۹۳۴^{a} ±۰/۱۷۱	۳۱/۳۷^{a} ±۲/۳۳	۰/۹۴۱^{a} ±۰/۱۵۲	۰/۶۴۴^{a}±۰/۰۵۵	۰/۴۰۷^{b} ±۰/۰۸۵
عدم تلقیح	۴/۰۳^{b} ± ۰/۲۱۶	۳/۶۵^{b} ±۰/۴۸۹	۱/۱۰^{b} ±۰/۲۶۰	۲۷/۴۷^{b} ±۲/۳۲	۰/۷۹۲^{b}±۰/۱۲۴	۰/۵۶۸^{b}±۰/۰۲۹	۰/۵۳۰^{a} ±۰/۰۷۷

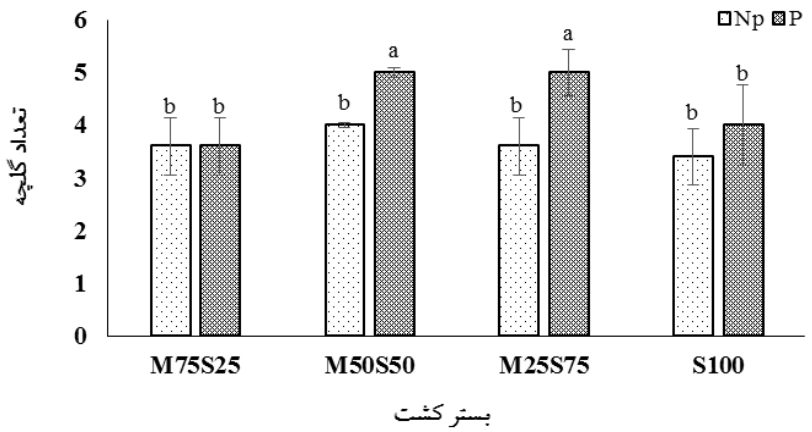
در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر بستر کشت بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گل نرگس

بستر کاشت	قطر بزرگترین گلچه (cm)	تعداد گلچه	قطر ساقه گلدهنده (cm)	طول ساقه گلدهنده (cm)	کلروفیل کل (mg/g F.W.)	گایاکول پراکسیداز (U/min/mg pro.)
M_{75} S_{25}	۴/۰۴^{bc} ± ۰/۱۸	۳/۶۰^{b} ± ۰/۵۱	۰/۹۳^{c} ± ۰/۰۸	۲۶/۶۸^{b} ± ۲/۹۱	۰/۸۱^{b} ±۰/۰۸	۰/۵۸۰^{a} ±۰/۰۱۵
M_{50} S_{50}	۴/۱۹^{ab} ± ۰/۱۵	۴/۵۰^{a} ± ۰/۸۴	۱/۰۹^{b} ± ۰/۱۶	۲۹/۸۰^{a} ± ۲/۱۶	۰/۹۷^{a} ± ۰/۱۷	۰/۳۷۰^{d} ±۰/۰۰۴
M_{25} S_{75}	۴/۳۵^{a} ± ۰/۳۶	۴/۴۰^{a} ± ۰/۹۶	۱/۲۵^{a} ± ۰/۱۷	۲۹/۵۶^{a} ± ۱/۳۰	۰/۸۸^{ab} ± ۰/۱۴	۰/۴۴۹^{c} ±۰/۰۴۵
S_{100}	۳/۹۶^{c} ± ۰/۱۶	۳/۷۰^{b} ± ۰/۶۷	۰/۷۹^{d} ± ۰/۲۰	۳۰/۰۵^{a} ±۳/۵۶	۰/۷۹^{b} ±۰/۱۶	۰/۴۷۶^{b}± ۰/۰۰۹

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

M و S به‌ترتیب مخفف میزان ماسه و خاک زراعی است.



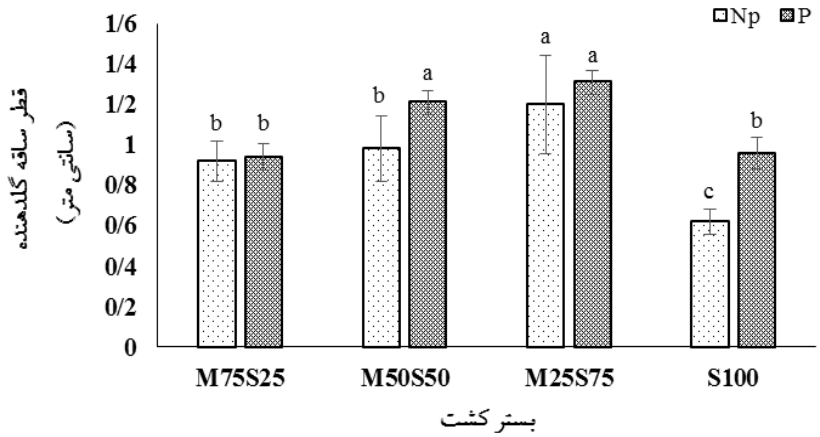
شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش قارچ اندوفیت *S. indica* و نوع بستر کشت بر تعداد گلچه نرگس. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Np، P، M و S به‌ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح قارچ اندوفیت *S. indica*، میزان ماسه و خاک زراعی است.

تعداد گلچه مربوط به تیمار عدم تلقیح در بستر کشت ۱۰۰ ٪ خاک زراعی بود (۳/۴ عدد در هر بوته)، با این وجود با اکثر تیمارها شامل تمام بسترهای کشت تلقیح نشده و بسترهای کشت تلقیح‌شده ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی، ۱۰۰ ٪ خاک زراعی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).

قطر ساقه گل‌دهنده: نتایج بررسی قطر ساقه گل‌دهنده نشان داد که در اثر تلقیح با قارچ این شاخص کاهش یافت. به گونه‌ای که میانگین قطر ساقه گل‌دهنده گیاهان شاهد (بدون تلقیح) ۱/۱ سانتی‌متر و گیاهان تلقیح یافته ۰/۹۳ سانتی‌متر بود (جدول ۳). همچنین بررسی تأثیر نوع بستر کشت نشان داد که

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]



شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش قارچ اندوفیت *S. indica* و نوع بستر کشت بر قطر ساقه گل‌دهنده نرگس. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Np، P، M و S به‌ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح قارچ اندوفیت *S. indica*، میزان ماسه و خاک زراعی است.

بیشترین قطر ساقه گل‌دهنده مربوط به تیمار ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵٪ خاک زراعی (۱/۲۵ سانتی‌متر) و کمترین مربوط به بستر کشت ۱۰۰٪ خاک زراعی (۰/۷۹ سانتی‌متر) بود (جدول ۴). برهمکنش بین فاکتور تلقیح قارچ و نوع بستر کشت نشان داد که بیشترین قطر ساقه گل‌دهنده (۱/۳۱ سانتی‌متر) مربوط به تیمار عدم تلقیح بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمارهای تلقیح بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی و عدم تلقیح بستر کشت ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی نبود (شکل ۲).

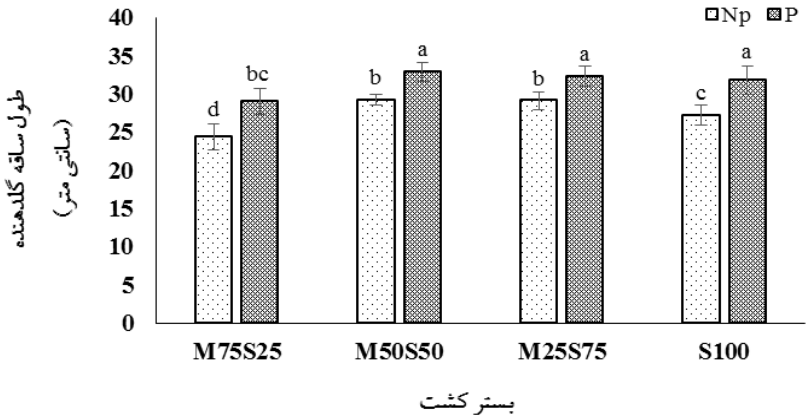
طول ساقه گل‌دهنده: نتایج نشان داد که تلقیح سوخ‌های نرگس با قارچ *S. indica* سبب افزایش ۱۱۴ درصدی این شاخص نسبت به گیاهان تلقیح نشده گردید (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که کمترین طول ساقه گل‌دهنده به میزان ۲۶/۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت، بجز تیمار یاد شده، سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). برهمکنش بین تلقیح با قارچ و نوع بستر کشت بر طول ساقه گل‌دهنده نشان داد که بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار تلقیح قارچ در بستر کشت حاوی ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمارهای عدم تلقیح قارچ در بسترهای کشت حاوی ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی و بستر کشت ۱۰۰ ٪ خاک زراعی وجود نداشت. کمترین میزان این شاخص (۰/۶۲ سانتی‌متر) نیز مربوط به تیمار عدم تلقیح خاک زراعی بود (شکل ۳).

عمرگلجایی: به‌طورکلی نتایج نشان داد در اثر تلقیح ۱۳۷ درصد عمرگلجایی نسبت به شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت و به‌ترتیب عمرگلجایی ۹/۸۹ و ۷/۲ روز بود و این اختلاف با توجه به جدول آنالیز وایانس معنی‌دار بود (شکل ۴). همچنین بررسی فاکتور نوع بسترکشت نشان داد که بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی سبب بیشترین افزایش در عمرگلجایی (۹/۱۵ روز) و بستر کشت ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی سبب بیشترین کاهش در عمرگلجایی (۷/۸ روز) گردید (شکل ۴). نتایج مقایسه میانگین عمرگلجایی تحت برهمکنش تلقیح قارچ و نوع بستر کشت نشان داد که بیشترین عمرگلجایی با میانگین ۱۰/۸ روز مربوط به تیمار بسترکشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی تلقیح شده با قارچ بود. کمترین میزان این شاخص (۶/۴۵ روز) مربوط به تیمار بسترکشت ۱۰۰ ٪ خاک زراعی تلقیح نشده با قارچ بود (شکل ۵).

کلروفیل کل: براساس جدول ۴ نرگس‌های کاشته شده در

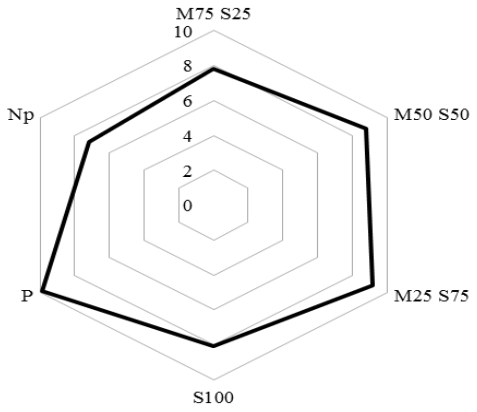
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]



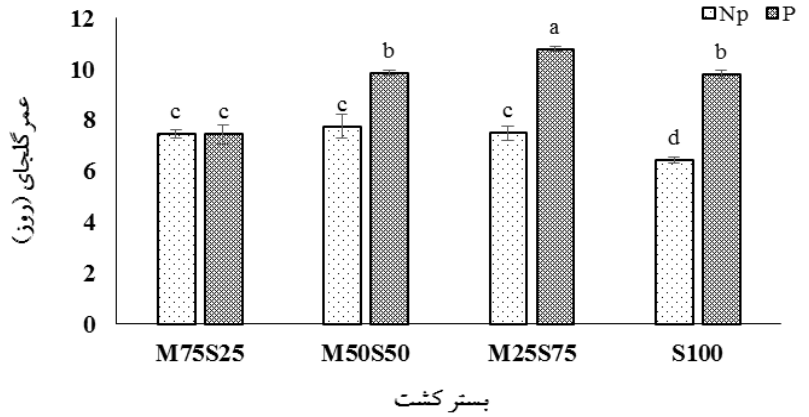
شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش قارچ اندوفیت *S. indica* و نوع بستر کشت بر طول ساقه گل‌دهنده نرگس. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Np، P، M و S به‌ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح قارچ اندوفیت *S. indica*، میزان ماسه و خاک زراعی است.



شکل ۴- مقایسه فاکتورهای قارچ اندوفیت *S. indica* و نوع بستر کشت بر عمرگلجایی نرگس (روز).

Np، P، M و S به‌ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح قارچ اندوفیت *S. indica*، میزان ماسه و خاک زراعی است.



شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش قارچ اندوفیت *S. indica* و نوع بستر کشت بر عمرگلجایی نرگس. ستون‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Np، P، M و S به‌ترتیب بیانگر عدم تلقیح و تلقیح قارچ اندوفیت *S. indica*، میزان ماسه و خاک زراعی است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

بستر کشت حاوی ۵۰ ٪ ماسه + ۵۰ ٪ خاک زراعی نسبت به سایر محیط‌های کشت میزان کلروفیل بیشتری داشت (۰/۹۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، با این وجود با نرگس‌های کشت شده در محیط‌کشت حاوی ۲۵ ٪ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی از نظر این شاخص اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین نتایج نشان داد که تیمار تلقیح با قارچ *S. indica* سبب افزایش میزان کلروفیل برگ شد و اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تلقیح نشده داشت (جدول ۳).

کارتنوئید: همان گونه که در جدول آنالیز واریانس نمایش داده شد، اثر نوع بستر کشت و اثر برهمکنش نوع بسترکشت و تلقیح قارچ بر میزان کارتنوئید تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی تلقیح قارچ *S. indica* در میزان کارتنوئید برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲) و تلقیح قارچ باعث افزایش کارتنوئید برگ به میزان ۰/۶۴۴ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر شد (جدول ۳).

آنزیم گایاکول پراکسیداز: باتوجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر قارچ و اثر بستر کشت به تنهایی بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، ولی برهمکنش آنها معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین تأثیر بسترهای کشت نشان داد که بیشترین فعالیت این آنزیم در بستر کشت حاوی ۷۵ ٪ ماسه + ۲۵ ٪ خاک زراعی مشاهده شد (۰/۵۸ جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین). همچنین کمترین مقدار در بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی مشاهده شد (۰/۳۷ جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) (جدول ۴). همچنین تلقیح قارچ *S. indica* باعث کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز گردید (جدول ۳).

بحث

تعداد گل، طول ساقه و استحکام ساقه سه معیار مهم در کیفیت گل نرگس از نظر تجاری هستند. لذا تولیدکنندگان باید با توجه به این امر، اقدام به تولید گل‌هایی با ساقه‌های متناسب کنند (Davis *et al*., 2002). در این آزمایش، با مقایسه شاخص‌های رشد رویشی، مشاهده گردید که بیشترین میزان رشد در بستر کشت ۲۵ ٪ ماسه + ۷۵ ٪ خاک زراعی به‌دست آمد. احتمالاً این بستر به‌دلیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب که مهمترین آنها ظرفیت نگهداری آب و تخلخل است بهترین رشد را در گیاه ایجاد می‌کند. توزیع اندازه منافذ در بسترها مهم است زیرا که فضای منفذ، ظرفیت نگهداری آب و هوا را تعیین می‌کند. از سوی دیگر مشخص شد که کاشت گیاهان در بستر ۱۰۰ ٪ خاک زراعی به تولید گیاهانی کمترین قطر گلچه، قطر ساقه و کلروفیل کل منجر شد، که دلیل این امر را می‌توان تخلخل کم این بستر و پایین بودن ظرفیت هوا بیان کرد. همچنین این بستر، محیط مناسبی جهت رشد قارچ‌ها در مراحل اولیه و پیش از تلقیح با گیاه نبوده است (Oki and Lieth, 2004). در پژوهشی روی زعفران دریافتند که حداکثر تعداد گل در زعفران در بافت لوم شنی مشاهده گردید که این افزایش تعداد گل ۱۸ ٪ بیشتر از بسترهایی با بافت لومی و لومی رسی بود. از آنجایی که نوع بافت خاک باعث تغییر در برابر فشردگی و مقاومت فیزیکی خاک می‌گردد (Awadhwal and Thierstein, 1985; Khorramdel *et al*., 2014). در این پژوهش مشخص شد که طول ساقه گل‌دهنده در نرگس‌های کشت شده در بستر دارای ماسه نسبت به خاک زراعی بیشتر بود. به نظر می‌رسد با افزایش میزان ماسه در خاک بافت سبک‌تر شده و باعث تسهیل خروج برگ‌ها و گل‌ها از خاک شده است. از طرفی در خاک با بافت سبک‌تر، به دلیل این‌که اندام زیرزمینی انرژی کمتری را جهت خروج برگ‌ها و گل‌ها از خاک مصرف می‌کنند (Khorramdel *et al*., 2014). با این وجود به دلیل فقیر بودن بستر ماسه، در بستر دارای ۷۵ ٪ ماسه دیگر شاخص‌های رویشی و زایشی حداقل بود. در این تحقیق مشخص شد مخلوط ماسه و خاک زراعی (با درصد بالاتری از خاک زراعی) بهترین محیط‌کشت برای رشد و نمو نرگس بود. برخی محققان بیان کرده‌اند که کاشت گیاه در خاک دارای بافت سبک‌تر از طریق بهبود جذب مواد غذایی بواسطه توسعه بهتر اندام‌های زیرزمینی و انجام بهتر فتوسنتز برگ‌ها، موجب ایجاد غده‌ها و سوخ‌های درشت‌تری می‌شود. مجموعه این عوامل با افزایش تولید مواد فتوسنتزی به بهبود گلدهی منجر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

می‌شوند (Sadeghi, 1993). همچنین، نتایج پژوهش روی گیاه *Zinnia elegans* (Raiz *et al*., 2008) و زعفران (Gresta *et al*., 2009) نشان داده‌اند که بالاترین تعداد گل در خاک با بافت سبک به‌دست می‌آید و دلیل آن ایجاد شرایط مناسب برای رشد بهتر غده‌ها در خاک‌های دارای بافت سبک بیان شد. از سویی با افزایش درصد رس، تولید گل زعفران به‌علت کاهش تعداد بنه‌های دختری کاهش می‌یابد (Azizi *et al*., 2013). بافت‌های سنگین پس از جذب آب، افزایش حجم پیدا می‌کنند و از این رو در این خاک‌ها سله ایجاد شده مانع خروج گل و برگ‌ها از خاک می‌گردد. خاک شنی با محتوای مواد آلی بهترین خاک جهت بهبود خصوصیات رشدی گیاهان پیازی مانند گل آماریلیس (*Hippeastrum vittatum*) است (El-Naggar and El-Nasharty, 2009). گزارش شده است بافت لوم شنی نیز در مقایسه با خاک لومی عملکرد پیاز گیاه لاله را افزایش می‌دهد (Khalighi *et al*., 2006).

در این پژوهش مشخص شد که تلقیح قارچ *S. indica* بر ویژگی‌های قطر بزرگ‌ترین گلچه، طول ساقه گلدهنده، قطر ساقه گلدهنده، تعداد گلچه، عمرگلجای، کلروفیل کل و کارتنوئید تأثیر مثبتی داشت. قارچ اندوفیت *S. indica* قادر به حمایت از تغذیه گیاه توسط دو مکانیسم کلی است: یکی این که منابع غیرقابل دسترس خاک را به ترکیبات قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌کند. به‌عنوان مثال: تثبیت نیتروژن و یا انحلال فسفات. دوم این‌که در حمل و نقل مواد معدنی از خاک به اطراف ریشه و یا حتی به داخل ریشه نقش خود را ایفا می‌کند. هر دو مکانیسم باعث افزایش جذب مواد غذایی و مواد معدنی در گیاه و در نتیجه افزایش رشد و بهبود عملکرد می‌شوند (Hayat *et al*., 2010). *S. indica* از طریق ریسه‌های مخصوص خود باعث افزایش انتقال فسفر به داخل گیاه به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (Koide, 1991). قارچ اندوفیت *S. indica* با انتقال مواد معدنی مورد نیاز برای زیرساخت‌های کلروفیل برگ باعث بهبود عملکرد فتوسنتزی گیاه شود. کلونیزه شدن ریشه‌های گیاه همیشه‌بهار با قارچ *S. indica* بر افزایش میزان عناصر N، P و K می‌انجامد (Kumar *et al*., 2012). همچنین، تلقیح گیاهان نیشکر با قارچ اندوفیت *S. indica* به غلبه آنها بر کمبود عناصر آهن و مس منجر شد (Gosal *et al*., 2011; Nautiyal *et al*., 2010). در آرابیدوپسیس نیز محتوای فسفر به‌شدت در حضور قارچ افزایش یافته بود (Shahollari *et al*., 2005) و همچنین در گیاهان تلقیح شده افزایش آنزیم نیترات ردوکتاز نشان داده شد، که نشان می‌دهد قارچ اندوفیت *S.indica* باعث حمایت از افزایش N در گیاه می‌شود (Sherameti *et al*., 2005). کارایی مؤثر قارچ اندوفیت *S. indica* همراه با بستر کشت مناسب و مؤثر باعث بهبود عملکرد رشدی گیاه می‌شود. در آزمایش حاضر بهترین بسترهای کشت که باعث بهبود عملکرد تمام صفات مورد آزمایش شد، تیمار ماسه ۲۵٪ + خاک زراعی ۷۵٪ تلقیح شده با قارچ اندوفیت *S. indica* بود که نشان می‌دهد که بافت خاک سبک شده و دارای تراکم کمتر عملکرد گل نرگس را افزایش می‌دهد. همچنین مشاهده شد که بیشترین آنزیم آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز در بستر کشت ۱۰۰٪ ماسه‌ای تلقیح نشده با قارچ بود که به‌علت کمبود آب و مواد غذایی در بستر کشت، ریشه گیاه دچار تنش شده و باعث افزایش آنزیم آنتی‌اکسیدان در گیاه شده است. کمترین فعالیت این آنزیم در بستر کشت ماسه ۲۵٪ + خاک زراعی ۷۵٪ تلقیح‌شده با قارچ *S. indica* بود این نشان می‌دهد در شرایط هوادهی مناسب بستر کشت و همچنین افزایش مواد معدنی و غذایی توسط قارچ *S. indica* شرایط بهینه و دور از تنش برای رشد گیاه محیا شده، و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی پراکسیداز کاهش پیدا کند.

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش، با توجه به اثرهای ماسه در تیمارهای مختلف که سبب تغییر در بافت خاک زراعی شد، می‌توان بیان داشت با آنکه نرگس در خاک زراعی منطقه خوزستان رشد نسبتاً خوبی داشت، اما برای تولید گل‌بریده با کیفیت بالاتر، نیاز به افزودن ماسه جهت تخلخل بیشتر دارد. از سوی دیگر بر مبنای نتایج به‌دست آمده از این بررسی می‌توان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

گفت که بین ویژگی بافت و تلقیح با قارچ بر عمرگلجایی نرگس، تلقیح در درجه اول اهمیت قرار داشت. از اینرو با توجه به نیاز خاک به تخلخل و اثر مثبت قارچ اندوفیت *S. indica*، استفاده از بسترکشت با ترکیب ۲۵ ٪ ماسه همراه با خاک زراعی و تلقیح قارچ ترکیب مناسبی برای تولید گل بریده نرگس به شمار رود. ضمن آنکه پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده به تأثیر این ترکیب خاکی و تلقیح قارچ بر میزان نگهداری آب و کاهش اثرات شوری توجه گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت مالی از این پژوهش ابراز می‌نمایند.

منابع

Aghhavani Shajarim, M., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A. R., Fallahi, H. R. and Taherpour Kalantar, R. (2015) Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 2: 311-322 (in Persian).

Awadhwal, N. K. and Thierstein, G. E. (1985) Soil crust and its impact on crop establishment: a review. Soil and Tillage Research 5: 289-302.

Awang, Y., Shaharom, A. S., Mohammad, R. B. and Selamat, A. (2009) Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 4: 63-71.

Azizi, E., Jahani Kondori, M. and Divan, R. (2013) The effect of soil physiochemical characteristics and field age on agronomic traits of saffron (*Crocus sativus* L.). Agroecology 5: 134-142.

Baltruschat, H., Fodor, J., Harrach, B. D., Niemczyk, E., Barna, B., Gullner, G., Janeczko, A., Kogel, K. H., Schafer, P., Schwarczinger, I., Zuccaro, A. and Skoczowski, A. (2008) Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. New Phytologist 180: 501-510.

Barfi, F., Salehi Salmi, M. R. and Zare, A. (2021) Investigation of morphological and biochemical traits charactristics related to vase life in population Narcissus (*Narcissus tazetta* L.) in Khuzestan climate Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 29: 283-297 (in Persian).

Barrio-Duque, A., Ley, J., Samad, A., Antonielli, L., Sessitsch, A. and Compant, S. (2019) Beneficial endophytic Bacteria-*Serendipita indica* interaction for crop enhancement and resistance to phytopathogens. Frontiers of Microbiology 10: 2888.

Davis, L. J., Brooking, I. R., Catley, J. L. and Halligan, E. A. (2002) Effect of constant temperature and irradiance on the flower stem quality of *Sandersonia aurantica*. Scientia Horticulturae 93: 321-332.

El-Naggar, A. H. and El-Nasharty, A. B. (2009) Effect of growing media and mineral fertilization on growth, flowering, bulbs productivity and chemical constituents of *Hippeastrum vittatum*, Herb. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 6: 360-371.

Gosal, S. K., Sharma, M., Gosal, S. S., Chhibba, I. M., Bhatnagar, K. and Varma, A. (2011) Biohardening with *Piriformospora indica* improves survival rate, growth, iron uptake and cane yield of micropropagated sugarcane. International Sugar Organization 113: 382-388.

Gresta, F., Lombardo, G. M. and Avola, G. (2009) Saffron stigmas production as affected by soil texture. Proceeding of 3rd International Symposium on Saffron, Greece.

Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R. and Ahmed, I. (2010) Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion. a review. Annual Microbiology 60: 579-598.

Noorjahan, K., Raja Naik, M., Ramaiah, M. and Gopal, K. (2018) Influence of nutrients and *Piriformospora indica* on growth and biochemical attributes of *African marigold* cv. Pusa asanthi Gainda. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 7: 55-60.

Khalighi, A., Hojjati, Y., Babalar, M. and Naderi, R. (2006) Effects of cytocinin nutrient treatment and soil texture on quality and quantity characteristic of onion and scallion in Darwin hybrid tulip. Agronomy Journal in Agriculture and Gardening 73: 58-64.

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafori, A. and Esmaielpour, B. (2014) Evaluation of soil texture and polymer impacts on agronomical characteristics and yield of saffron. Journal of Saffron Research 1: 120-135 (in Persian).

Koide, R. T. (1991) Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. New Phytology 117: 265-286.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

Kumar, V., Rajauria, G., Sahai, V. and Bisaria, V. S. (2012) Culture filtrate of root endophytic fungus *Piriformospora indica* promotes the growth and production of *Calendula officinalis* hairy root cultures. Process Biochemistry 47: 901-907.

Kumari, R., Kishan, H., Bhoon, Y. K. and Varma, A. (2003) Colonization of cruciferous plants by *Piriformospopra indica*. Current Science 85: 1672-1674.

Lichtenthaler, H. K. and Wellburn, A. R. (1983) Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions 603: 591-592.

Lin, C. C. and Kao, Ch. (1999) NaCl induced changes in ionically bounds peroxidase activity in roots of rice seedlings. Plant and Soil 216: 147-153.

Moraes-Cerdeira, R. M., Burandt, C. L., Bastos, J. K., Nanayakkara, D., Mikell, J., Thurn, J. and McChesney, J. D. (1997) Evaluation of four Narcissus cultivars as potential sources for galanthamine production. Planta Medica 63: 472-474.

Nautiyal, C. S., Chauhan, P. S., DasGupta, S. M., Seem, K., Varma, A. and Staddon, W. J. (2010) Tripartite interactions among *Paenibacillus lentimorbus* NRRL B-30488, *Piriformospora indica* DSM 11827. and *Cicer arietinum* L. World Journal of Microbiology and Biotechnology 26: 1393-1399.

Oki, L. R. and Lieth, J. H. (2004) Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. Scientia Horticulturae 101: 103-119.

Rai, M. and Varma, A. (2005) Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological potential of *Piriformospora indica*, which promotes the growth of *Adhatoda vasica*. Electronic Journal of Biotechnology 8: 107-111.

Rai, M., Achaya, D., Singh, A. and Varma, A. (2001) Positive growth responses of the medicinal plants *Spilanthes calva* and *Withania somnifera* to inoculation by *Piriformospora indica* in a field trial. Mycorrhiza 11: 123-128.

Raiz, A., Arshad, M., Younis, A., Raza, A. and Hameed, M. (2008) Effect of different growing media on growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Blue Point. Pakistan Journal of Botany 40: 1579-1585.

Sadeghi, B. (1993) Effect of corm weight on flowering of saffron. Research and Industrial Institutes of Khorasan Publication, Iran. (in Persian)

Shahollari, B., Varma, A. and Oelmuller, R. (2005) Expression of a receptor kinase in Arabidopsis roots is stimulated by the basidiomycete *Piriformospora indica* and the protein accumulates in Triton X- 100 insoluble plasma membrane microdomains. Journal of Plant Physiology 162: 945-958.

Sherameti, I., Shahollari, B., Venus, Y., Altschmied, L., Varma, A. and Oelmuller, R. (2005) The endophytic fungus *Piriformospora indica* stimulates the expression of nitrate reductase and the starch-degrading enzyme glucan-water dikinase in tobacco and Arabidopsis roots through a homeodomain transcription factor that binds to a conserved motif in their promoters. Journal of Biological Chemistry 280: 26241-26247.

Tursun, A. O. (2022) Impact of soil types on chemical composition of essential oil of purple basil. Saudi Journal of Biological Sciences 29: 103314.

Verma, S., Varma, A., Rexer, Kh., Hassel, A., Kost, G., Sarbhoy, A., Bisen, P., Butehorn, B. and Franken, P. (1998) *Piriformospora indica*, gen. et sp. nov., a new root-colonizing fungus. Mycologia 90: 896-902.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]

Effect of the endophytic fungus, *Serendipita indica* on the morphological and biochemical characteristics of narcissus (*Narcissus tazetta* L.) in various culture substrate

Mohammad Tahmasebi Karim-Abadi[1], Mohammadreza Salehi Salmi[1], Babak Pakdaman Sardrood[2]

[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
[2] Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
(Received: 01/11/2022, Accepted: 06/12/2022)

Abstract

Narcissus tazetta L. is a very suitable plant to grow outdoor. Southern of Iran such as Khuzestan is one of the most important areas of narcissus flower production. However, the applied soil texture needs improvement. In this research, a factorial experiment was performed based on a completely randomized plan with seven repeats to study effects of culture substrate improvement accompanied with the inoculation of endophytic fungus Serendipita indica on narcissus yield. Four culture substrates (100% field soil, 75% field soil+25% sand, 50% field soil+50% sand, and 25% field soil+75% sand) were used as first factor, and the fungus S.indica as the second factor. Based on the findings from the this research, the inoculation with S.indica led to an increase in the traits the diameter of the biggest flower (104%), number of florets (121%), flowering stem length (114%), (137%), total chlorophyll (118%), carotenoid content (113%), but a decrease in flowering stem diameter (84%), and guaiacol peroxidase activity (76%) compared to the control (no-inoculation). Also, it was known that the culture substrate 75% field soil+25% sand had the most positive effect on the indices, the diameter of the biggest floret, number of florets, flowering stem length, vase-life, total chlorophyll content, as well as carotenoid content. The interaction of two factors indicated that the S.indica-inoculated culture substrates: 75% field soil+25% sand and 50% field soil + 50% sand were the best treatments for narcissus growing. In conclusion, it can be said that despite of moderately good growth of narcissus in the field soil of Khuzestan, it needed the addition of sand for more porosity to produce high-quality cut-flowers. Based on the results from the research, the inoculation with S.indica had more positive impact on narcissus vase-life than soil texture. Hence, the use of a culture substrate with 25% sand together with field soil and the fungus inoculation was found as a proper medium for narcissus cut-flower production. Also, with next studies, it is suggested to focus on the effect of soil composition and fungal inoculation on the conservation of water and the reduction of salinity effect.

Keywords: Bulb, Cut-Flower, Microorganism, Symbiont, Piriformospora, Tropical.

Corresponding author, Email: salehi@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.15.3]