مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۲ صفحه های ۱۹۹ تا ۲۰۲ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

کاربرد زغال زیستی و برخی کودهای زیستی بر گلدهی و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گل نرگس شهلا[1]

Effect of Biochar and Some Biologic Fertilizers on Flowering and Morphophysiological Charachteristics of *Narcissus tazetta* L. var. Shahla

نرگس خسروی، مریم دهستانی اردکانی*، مصطفی شیرمردی، جلال غلام‌نژاد و فاطمه ناصری نسب[2]

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی پتانسیل کودهای زیستی و زغال زیستی (بیوچار) بر گلدهی و ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گل نرگس بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام شد. بیوچار در سه سطح (صفر، ۲ و ۴ درصد وزنی) با خاک مخلوط شد و چهار سطح کود زیستی (صفر، ۲۰ و ۴۰ گرم قارچ مایکوریزا در کیلوگرم خاک و کاربرد محلول ۵ درهزار کودزیستی نیتروزیست) به‌صورت تماس مستقیم قارچ مایکوریزا با سطح زیرین سوخ‌ها و غوطه‌وری سوخ‌ها در محلول کودزیستی نیتروزیست، به‌مدت ۵ دقیقه استفاده شد. نتیجه‌ها نشان داد که بیشترین وزن تر گل، تعداد گل، قطر گل، قطر ساقه گلدهنده، ارتفاع، وزن تر برگ، کلروفیل a،b و کل برگ و جذب پتاسیم در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار همراه با ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد. به‌طور کلی، در بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه، استفاده از کودزیستی و بیوچار به‌تنهایی منجر به بهبود ویژگی‌های رشد و گلدهی گیاه نسبت به شاهد شد، اما بهترین نتیجه‌ها در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا به‌دست آمد، در حالی‌که با افزایش سطوح بیوچار و کودزیستی در تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و همه سطوح کودهای زیستی نتیجه‌های مطلوبی به‌دست نیامد.

واژه‌های کلیدی: سوخ، ویژگی‌های رشدی، قارچ مایکوریزا، کود زیستی، نرگس.

مقدمه

گل نرگس (*Narcissus tazetta*) از تیره Amaryllidaceae و یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی و دارویی است که گونه‌های مختلف آن در سرتاسر دنیا به جز مناطق گرمسیری رشد می‌کنند. نرگس شهلا (*Narcissus tazetta* L. cv. Shahla) گیاهی سوخ‌دار و چندساله است که از آن به عنوان گل شاخه بریدنی، باغچه‌ای و گلدانی استفاده می‌شود (۳۱). عطر گل‌های نرگس نیز از ارزش بالایی در صنایع عطرسازی برخوردار است (۴۸). گل نرگس افزون بر اینکه یکی از مهم‌ترین گل‌های زینتی است، به‌علت داشتن ترکیب‌های آلکالوئیدی دارای ارزش دارویی نیز می‌باشد (۱۶). این گونه بومی فرانسه، پرتغال، اسپانیا و نواحی مدیترانه‌ای است و در مناطق مختلف ایران به‌خصوص شمال، شمال شرق، فارس، بوشهر، بهبهان، کرمان و خراسان جنوبی رشد می‌کند و زمان گلدهی آن پاییز و زمستان است (۳۹).

یکی از مهم‌ترین دشواری‌ها در تولید گیاهان زینتی، تغذیه نامناسب در طول دوره پرورش آن‌ها می‌باشد. قلیایی بودن خاک بیشتر مناطق ایران به علت بالا بودن هدایت الکتریکی و کربنات‌های آزاد خاک، سبب کم‌سبزینگی[3] شدید ناشی از کمبود آهن

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۷

۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیاران گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، (اعضای هیات علمی پژوهشکده گیاهان دارویی و صنعتی، اردکان، ایران) و دکترای بیماری شناسی گیاهی، اردکان، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mdehestani@ardakan.ac.ir).

۳- Chlorosis

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

می‌شود و عملکرد محصول‌های مختلف را کاهش می‌دهد (۵۱). برای بهبود تغذیه و رشد گیاه، استفاده از مایه تلقیح‌های میکروبی یا به اصطلاح کودهای زیستی افزون بر داشتن اثرهای مثبت بر ویژگی‌های خاک از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی مفیدی برخوردار است و می‌تواند یک جایگزین مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد (۸ و ۱۱). ریزانداموارهای خاک[۱] با بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه سبب افزایش تحمل آن نسبت به عوامل نامساعد محیطی می‌شوند (۲۵). قارچ‌های مایکوریزا، یکی از انواع کودهای زیستی بوده که با ریشه بیش از ۸۰ درصد گیاهان آوندی دارای رابطه همزیستی می‌باشند و به تقریب در خاک یافت می‌شوند (۴۵). قارچ‌های مایکوریزا از راه افزایش جذب آب، افزایش تحمل در برابر تنش‌های زیستی (عوامل بیماری‌زا) و غیر زیستی (خشکی، شوری و غیره) سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (۴۳، ۴۴). طی پژوهشی مشخص شد که همزیستی ریشه‌های لیزیانتوس گلدانی (*Eustoma grandiflorum* 'Matador Blue') با ترکیبی از سه گونه قارچ مایکوریزا (*Glomus intraradices, Glomus mosseae, Glomus howei*)، موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد غنچه و نیز افزایش غلظت فسفر و نیتروژن در برگ گیاه شد (۱۸). در پژوهشی، Talaei و Amini Dehaghi (۴۷) گزارش کردند که همزیستی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) با ریزانداموارهای موجود در کود فسفات زیستی و کود زیستی نیتروکسین به دلیل تولید هورمون‌های محرک رشد و مواد زیستی فعال، باعث افزایش رشد رویشی و به تبع آن تعداد شاخه جانبی و تعداد چتر در بوته شد. در اثر تیمار گیاه زیره سبز با کودهای زیستی، میزان مواد آلی خاک، قابلیت جذب روی، مس، آهن، فسفر، پتاسیم و نیتروژن خاک و همچنین میزان کلروفیل a، b و کل در برگ گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۷). مشخص شده است که قارچ‌های مایکوریزا آربسکولار اثر مثبتی بر رشد، جذب مواد غذایی و افزایش تحمل گیاه میزبان به تنش‌ها دارند در حالی‌که تاثیر آن‌ها بر ویژگی‌های گلدهی گیاهان زینتی به‌طور کامل مشخص نیست (۴۹). در مطالعه‌ای مشخص شد که تیمار گیاهان گلایول (*Gladiolus grandiflorous* L.) با ترکیب کودهای زیستی حاوی باکتری تثبیت‌کننده *Azospirillum* منجر به افزایش ارتفاع، تعداد گلچه در خوشه، طول خوشه، وزن تر خوشه و گلدهی زودتر آن‌ها شد (۴). در پژوهشی Xie و Wu (۴۹) نشان دادند که گیاهان سنبل (*Hyacinthus orientalis* L. 'Anna Marie') مایه‌زنی شده با قارچ *Funneliformis mosseae* زودتر از گیاهان شاهد وارد فاز گلدهی شدند و طول عمر گل آن‌ها سه روز بیشتر بود.

بیوچار عبارت است از هر ماده جامد که از کربونیزاسیون هر نوع زیست‌توده‌ای شامل علف‌های هرز، بقایای محصول‌های زراعی و سایر پسماندهای با منشأ گیاهی حاصل می‌شود (۲۱). به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی بیوچار، تغییرهایی در توزیع منافذ خاک ایجاد می‌شود و این تغییرها می‌تواند نفوذپذیری، زمان نگهداری و مسیر جریان محلول خاک را تغییر دهد (۳۳). گزارش شده است که اگر بیوچار حاوی مقادیر کافی از مواد هیومیکی باشد، ظرفیت نگهداری آب خاک افزایش می‌یابد (۴۰). اگر ظرفیت نگهداری آب خاک افزایش یابد، انتظار می‌رود که عنصرهای متحرک مفید موجود در محلول خاک حفظ شوند (۱۵). نشان داده شده است که کاربرد ۲ درصد بیوچار در دو سطح شوری ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه، تعداد گره، وزن تر و خشک ساقه و همچنین وزن تر و خشک برگ مرزه تابستانه (*Satureja hortensis* L.) گردید (۳۵). طی پژوهشی، Bakian و همکاران (۹) بیان نمودند که استفاده از کودهای زیستی و بیوچار موجب سازگاری خوب گیاه سوخ‌دار *Leucojum aestivum* L. جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران به شرایط مزرعه شد (۹). با کاربرد همزمان چهار درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا، کلروفیل، قطر گل، ارتفاع گیاه، سطح برگ، قطر ساقه، وزن خشک گیاه و غلظت عنصرهای فسفر، پتاسیم، کلسیم و آهن در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۶). تیمار چهار درصد بیوچار و کاربرد همزمان چهار درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا، غلظت روی را در اندام هوایی گیاه نسبت به شاهد به‌ترتیب به میزان ۱۳/۷ و ۱۹/۵ درصد افزایش داد (۲۶). با افزودن اسید هیومیک، بیوچار و کود گاوی به محیط کشت گیاه ریحان مشخص شد که غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم به‌طور معناداری در تیمارهای ترکیبی ۳ درصد بیوچار و ۷/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک افزایش یافت. بالاترین غلظت این عناصر در گیاهان تیمار شده با ۳ درصد بیوچار به‌دست آمد (۱). در پژوهشی، Nabaei و همکاران (۳۸) گزارش کردند که کاربرد بیوچار در سطح ۱ درصد سبب بهبود و افزایش میزان

۱- Soil microorganisms

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

نیتروژن، آهن، منگنز، مس و روی خاک و همچنین وزن خشک شاخساره و عملکرد میوه گوجه فرنگی رقم "ازمیر" نسبت به شاهد شد.

با توجه به اینکه قسمت عمده ایران دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، کمبود مواد آلی در خاک مناطق مختلف آن بسیار شایع است. از طرف دیگر بسیاری از کشاورزان و باغداران برای از بین بردن ضایعات حاصل از فعالیت‌های کشاورزی (مانند مواد حاصل از هرس درختان)، اقدام به آتش زدن این مواد می‌کنند که ضمن ایجاد مشکل‌های زیست محیطی موجب از دست رفتن منابع ارزشمندی از مواد آلی می‌شود. افزون بر این در سال‌های اخیر کاربرد کودهای زیستی مانند قارچ‌های مایکوریزا آربسکولار به عنوان جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرهای بیوچار حاصل از هرس درختان پسته، کود زیستی و قارچ مایکوریزا و برهمکنش آن‌ها بر ویژگی‌های رشدی و فیزیولوژیکی گل نرگس بود.

مواد و روش‌ها

تهیه بیوچار، قارچ مایکوریزا، کود زیستی و سوخ گل‌های نرگس

برای تهیه بیوچار به مقدار نیاز نمونه خشک شده بقایای حاصل از هرس درختان پسته از باغی در شهرستان اردکان استان یزد جمع‌آوری و در آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه اردکان، زغال زیستی مورد نیاز تهیه شد. برای تهیه زغال زیستی، نمونه‌ها در شرایط بی‌اکسیژن درون کوره الکتریکی با دمای ۴۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. برای این کار نمونه‌ها را ابتدا در داخل ظرف‌های درب‌دار ریخته، سپس برای ایجاد شرایط بدون اکسیژن، چندین شمع در داخل کوره روشن شد تا اکسیژن باقیمانده در کوره و همچنین درون ظرف‌های حاوی مواد اولیه مصرف شود و یا مقدار آن به کمینه رسیده و شرایط برای انجام فرایند پیرولیز[۱] فراهم شود. درب کوره نیز با گریس نسوز به‌طور کامل درزگیری شد و در نهایت طی سه ساعت بیوچار آماده شد (۲۶). قارچ مایکوریز از شرکت زیست‌فناوری پیشتاز واریان البرز تهیه شد. در هر گرم از قارچ میکوریز دستکم ۱۰۰ اندام فعال از سه گونه *Glomus mosseae*، *Glomus intraradices* و *Glomus etunicatum* وجود داشت. کود زیستی نیتروزیست، از شرکت کشت‌کار گستر نوژان خراسان شمالی خریداری شد. این کود حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و مواد آلی و معدنی بود. جمعیت باکتری در هر میلی‌لیتر آن به میزان 10^9 عدد بود. سوخ های نرگس شهلا از یک مرکز فروش سوخ نرگس در شهرستان بهبهان (استان خوزستان) تهیه شد.

آماده سازی گیاهان و انجام تیمارها

این پژوهش در اوایل شهریور سال ۱۳۹۸ در گلخانه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان آغاز شد. سوخ‌های هم‌اندازه با قطر حدود ۶ سانتی‌متر و وزن تقریبی ۳۰ گرم انتخاب شدند و کشت سوخ‌ها در اوایل مهرماه ۱۳۹۸ انجام گرفت. آزمایش درون گلدان به صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد که در هر گلدان یک سوخ کشت شد. فاکتورها شامل سه سطح بیوچار (صفر، ۲ و ۴ درصد وزنی) و چهار سطح کود زیستی (صفر، ۲۰ و ۴۰ گرم قارچ مایکوریزا در کیلوگرم خاک و نیز کود زیستی نیتروزیست به میزان ۵ در هزار) بود. سوخ‌های نرگس پس از حذف پوست خشک بیرونی (تونیک) و اندازه‌گیری وزن اولیه، با محلول قارچ‌کش بنومیل به غلظت یک در هزار (یک گرم پودر قارچ‌کش در یک لیتر آب) به مدت ۳۰ دقیقه ضدعفونی شدند و بی‌درنگ در مخلوط خاکی در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۳ کیلوگرم خاک کشت شدند. در نرگس "شهلا" گل‌آغازی پس از برداشت سوخ‌ها انجام می‌شود و اگر شرایط مطلوب باشد، شکوفایی گل پیش از زمستان صورت می‌گیرد و نیاز سرمایی وجود ندارد (۲۲). خاک مورد استفاده در این پژوهش پیش از استفاده برای کشت با بخار آب گندزدایی شد.

پس از آمیختن بیوچار با خاک بر اساس تیمارهای مورد نظر، نمونه‌ها به میزان سه کیلوگرم در گلدان‌ها ریخته شدند. قارچ مایکوریزا نیز برای هرگلدان به صورت تماس مستقیم با سطح زیرین سوخ‌ها به‌کار برده شد. در تیمار قارچ زیستی نیتروزیست، سوخ‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در محلول ۵ در هزار غوطه‌ور شدند و پس از خشک شدن، سوخ‌ها در گلدان کشت شدند. عملیات

۱- Pyrolysis

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

آبیاری بی‌درنگ پس از کشت صورت گرفت. در طول دوره رشد، آبیاری گلدان‌ها، با استفاده از آب مقطر به صورت وزنی و بر اساس ظرفیت مزرعه انجام شد. نتیجه‌های واکاوی فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است.

میانگین دمای گلخانه در طول دوره رشد سوخ‌ها، ۴ ± ۲۴ درجه سلسیوس در روز و ۴ ± ۱۸ درجه سلسیوس در شب تنظیم شد. آبیاری برحسب نیاز گیاهان و به محض خشک شدن سطح خاک گلدان‌ها انجام شد. شدت نور گلخانه طی فصول پائیز و زمستان در ساعت ۱۲ ظهر در محدوده ۱۲۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه بود. رطوبت گلخانه با استفاده از آبیاری کف گلخانه و باز کردن دریچه‌های جانبی و سقف گلخانه در حد ۵۰ تا ۷۰ درصد تنظیم شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و بیوچار مورد مطالعه.

Table 1. Physicochemical properties of studied soil and biochar.

پارامتر Parameter	واحد اندازه‌گیری Unit	بیوچار Biochar	خاک Soil
pH	-	8.7	7.8
هدایت الکتریکی EC	$mS.cm^{-1}$	1.3	1.7
کربن آلی OC	%	53.5	0.54
رس Clay	%	-	31.9
سیلت Silt	%	-	42
شن Sand	%	-	26.1
بافت Texture		-	رسی لومی Clay Loam
پتاسیم قابل استفاده Absorbable potassium	$mg.kg^{-1}$	530.8	253
فسفر قابل استفاده Absorbable phosphorus	$mg.kg^{-1}$	38.6	11.6
کلسیم Ca	$meq.l^{-1}$	1.6	2.6
منیزیم Mg	$meq.l^{-1}$	1.1	1.3
محتوای خاکستر Ash content	%	46.5	-
عملکرد بیوچار Biochar yield	%	31.3	-

EC and pH of biochar was determined in 1:10 extract.

EC و pH بیوچار در عصاره ۱:۱۰ تعیین شده است.

ویژگی‌های مورد بررسی

ویژگی‌های مورد بررسی شامل تعداد روز تا گلدهی، طول عمر گل روی بوته، تعداد گل روی ساقه گل دهنده، قطر گل، وزن تر گل، قطر ساقه گلدهنده، سطح برگ، طول ریشه، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک برگ، کلروفیل a، b و کل و مقادیر عنصرهای سدیم و پتاسیم برگ بودند. قطر گل و ساقه گلدهنده با کولیس دیجیتال (مدل 16ER ساخت شرکت TITAN چین) بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن تر گل با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. عمر گل‌ها با آغاز مرحله گردن غازی تا زمانی که گلبرگ‌ها تورژسانس و شادابی خود را کامل از دست دادند، برحسب روز ثبت گردید. سطح برگکل بوته با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (Leaf Area Meter) (مدل Winarea-UT-11، ساخت ایران) محاسبه شد. طول ریشه با خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر برگ، پس از پایان دوره کشت، برگ‌ها برداشت و وزن

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

آن‌ها یادداشت شد. سپس، برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند (۳۷). برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل های a، b و کل، ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ‌های بالایی و پایینی شاخه اصلی توزین و در هاون چینی توسط ۲ میلی‌لیتر استون ۸۰ ٪عصاره‌گیری شد. از محلول رونشین حاصل پس از عمل سانتریفوژ برای اندازه‌گیری کلروفیل استفاده شد و میزان جذب نور برای کلروفیل a و b به‌ترتیب در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR2000)، طی رابطه ۱ اندازه‌گیری شد (۵).

$$\text{کلروفیل a} = [12.7(D663) - 2.69(D645)] \times \frac{V}{1000W}$$

$$\text{کلروفیل b} = [22.9(D645) - 4.68(D663)] \times \frac{V}{1000W}$$

$$\text{کلروفیل کل} = [20.2(D_{465}) - 8.02(D_{663})] \frac{V}{1000W}$$

رابطه ۱

پس از خشک شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با آسیاب برقی به صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس، عصاره‌گیری با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی لیتر انجام شد. در نهایت، غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر (Jenway, PFP7, England) اندازه‌گیری شدند (۱۷).

تجزیه واریانس همه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج

ویژگی‌های رویشی گل

بیشترین زمان تا گلدهی (۱۳۶ روز) در تیمار ۴ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا به‌دست آمد (جدول ۲). در حالی‌که کمترین زمان تا گلدهی (۱۱۰/۶۶ و ۱۱۵ روز) و بیشترین وزن تر گل (۵ گرم) در تیمارهای ترکیبی ۲ درصد بیوچار همراه با ۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا مشاهده شد (جدول ۲). بررسی نتیجه‌ها نشان داد که بیشترین تعداد گل (۶/۶۶ عدد)، قطر گل (۳۳/۶۳ میلی‌متر) و قطر ساقه گلدهنده (۷ میلی‌متر) در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار همراه با ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد (جدول ۲). بیشترین عمر گل‌ها (۱۸ روز) در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار همراه با ۲۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد که ۲/۵ برابر از شاهد بیشتر بود (جدول ۲). کمترین عمر گل روی گیاه (۷ روز)، تعداد گل (۳ عدد)، قطر گل (۲۴/۴۶ میلی‌متر)، وزن تر گل (۱/۵۳ گرم) و قطر ساقه گلدهنده (۳/۹۳ میلی‌متر) نیز در شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

سطح برگ

تمام تیمارها نسبت به شاهد سطح برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۳). با افزایش غلظت کودهای زیستی به‌تنهایی و نیز در تیمارهای ترکیبی ۲ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا با افزایش غلظت، سطح برگ نیز افزایش یافت در حالی‌که در تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا سطح برگ کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین میزان سطح برگ (۳۷۰۹/۴ سانتی‌متر مربع) در ترکیب ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد که نسبت به شاهد ۶/۶ برابر بیشتر بود (جدول ۳). کمترین میزان آن (۵۵۶/۷ سانتی‌متر مربع) در نمونه‌های شاهد مشاهده شد. به نظر می‌رسد که تیمار قارچ زیستی نیتروزیست به تنهایی در افزایش سطح برگ موثرتر از تیمار ترکیبی آن با بیوچار بود (جدول ۳). همچنین، افزایش غلظت بیوچار به تنهایی نیز در افزایش سطح برگ موثر نبود (جدول ۳).

طول ریشه

تمام تیمارها نسبت به شاهد طول ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۳). با افزایش غلظت کودهای زیستی به‌تنهایی طول ریشه کاهش یافت. در تیمارهای ترکیبی ۲ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا با افزایش غلظت، طول ریشه نیز افزایش یافت در حالی‌که در تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا، طول ریشه کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین طول ریشه (۱۷/۳۳ سانتی‌متر) در تیمار ۲ درصد بیوچار در ترکیب با ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد که نسبت به شاهد ۲/۲ برابر بیشتر بود (جدول ۳). کمترین مقدار طول ریشه (۷/۶۶ سانتی‌متر) در شاهد به‌دست آمد (جدول ۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

جدول ۲- اثر برهمکنش بیوچار و کود زیستی بر برخی ویژگی‌های رشدی گل نرگس "شهلا".

Table 2. The interaction effect of biochar and biofertilizer on some growth parameters of *Narcissus tazetta* var. Shahla

بیوچار Biochar (%)	کود زیستی Biological fertilizer	روز تا گلدهی Days to flowering	عمر گلجایی Vase life (day)	تعداد گل Number of flowers	قطر گل Flower diameter (mm)	وزن تر گل Fresh weight of flower (g)	قطر ساقه گل Diameter of flower stem (mm)
0	0	128.66^{cd}	7.00^{e}	3.00^{e}	24.46^{e}	1.53^{g}	3.93^{e}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	129.00^{bc}	14.66^{b}	4.66b^{cd}	28.83^{d}	2.10^{f}	5.30^{cd}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	126.66^{bc}	15.00^{b}	5.33^{abc}	31.11$^{a.d}$	2.90^{de}	5.67^{cd}
	نیتروزیست Nitrozist	125.00^{c}	15.00^{b}	4.33^{cde}	30.82$^{a.d}$	3.20^{cd}	5.67^{cd}
2	0	131.33^{ab}	13.33^{c}	4.00^{cde}	30.80$^{a.d}$	3.00^{cde}	5.76^{bcd}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	115.00^{d}	18.00^{a}	6.00^{ab}	32.97^{ab}	5.00^{a}	6.45^{ab}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	110.66^{d}	16.00^{b}	6.66^{a}	33.63^{a}	5.00^{a}	7.00^{a}
	نیتروزیست Nitrozist	127.66^{bc}	13.33^{c}	4.66^{bcd}	31.15$^{a.d}$	3.43^{c}	5.98^{bc}
4	0	128.00^{bc}	15.33^{b}	4.00^{cde}	32.70^{abc}	3.40^{c}	5.67^{cd}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	129.33^{bc}	11.00^{d}	4.00^{cde}	29.38^{cd}	4.23^{b}	5.94^{bc}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	136.00^{a}	11.66^{d}	3.33^{de}	27.84^{d}	2.60^{e}	5.86^{bcd}
	نیتروزیست Nitrozist	124.33^{c}	8.00^{e}	4.00^{cde}	30.11^{bcd}	2.00^{f}	5.19^{d}

† Means with different letters, are significantly different ($P \leq 0.01$) based on Least Significant Difference (LSD) test.

† میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱٪دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۳- اثر برهمکنش بیوچار و کود زیستی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک گل نرگس "شهلا".

Table 3. The interaction effect of biochar and biofertilizer on some morphological parameters of *Narcissus tazetta* var. Shahla

بیوچار Biochar (%)	کود زیستی Biofertilizer	سطح برگ Leaf area (cm^2)	طول ریشه Lengh of root (cm)	ارتفاع بوته Height of plant (cm)
0	0	556.7^{e}	7.66^{d}	10.00^{e}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1108.9^{cd}	14.33^{ab}	20.16^{bcd}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1244.3^{c}	13.66^{b}	17.33^{cd}
	نیتروزیست Nitrozist	1249.9^{c}	11.83^{bc}	18.50^{bcd}
2	0	1253.0^{c}	12.83^{bc}	20.66^{bcd}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1211.1^{cd}	15^{ab}	24.00^{abc}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	3709.4^{a}	17.33^{a}	30.00^{a}
	نیتروزیست Nitrozist	725.6^{de}	14.33^{ab}	13.83^{de}
4	0	841.1^{cde}	9.33^{cd}	18.66^{bcd}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	3152.8^{b}	13.16^{b}	26.00^{ab}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1011.1^{cde}	12.33^{bc}	21.16^{bcd}
	نیتروزیست Nitrozist	809.4^{cde}	14^{ab}	19.16^{bcd}

† Means with different letters, are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Least Significant Difference (LSD) test.

† میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

ارتفاع بوته

بر اساس نتیجه‌های حاصله همه تیمارها ارتفاع گیاه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۳). با افزایش غلظت کودهای زیستی به‌تنهایی و نیز در تیمارهای ترکیبی ۲ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا با افزایش غلظت، ارتفاع گیاه نیز افزایش یافت در حالی‌که در تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا ارتفاع کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین ارتفاع (۳۰ سانتی‌متر) در ترکیب ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا به‌دست آمد که نسبت به شاهد سه برابر افزایش یافت (جدول ۳). کمترین میزان آن (۱۰ سانتی‌متر) در نمونه‌های شاهد حاصل شد (جدول ۳).

وزن تر و خشک برگ

تمام تیمارها نسبت به شاهد وزن تر و خشک برگ را افزایش دادند (شکل ۱ الف و ب). بیشترین وزن تر برگ (۸/۹۲ گرم) در تیمار ۲ درصد بیوچار در ترکیب با ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا حاصل شد که نسبت به شاهد ۱/۳ برابر بیشتر بود (شکل ۱ الف). همچنین بیشترین وزن خشک برگ در تیمارهای ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا و ترکیب ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم مایکوریزا حاصل شد (شکل ۱ ب). با افزایش غلظت کودهای زیستی به‌تنهایی و در ترکیب با ۲ و ۴ درصد بیوچار وزن تر و خشک ریشه نیز افزایش یافت، اما این افزایش در تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا کمتر از تیمارهای ترکیبی ۲ درصد بیوچار بود (شکل ۱ الف و ب). کمترین مقدار وزن تر و خشک برگ (به‌ترتیب ۴/۲۶ و ۰/۱۷ گرم) در شاهد حاصل شد (شکل ۱ الف و ب).

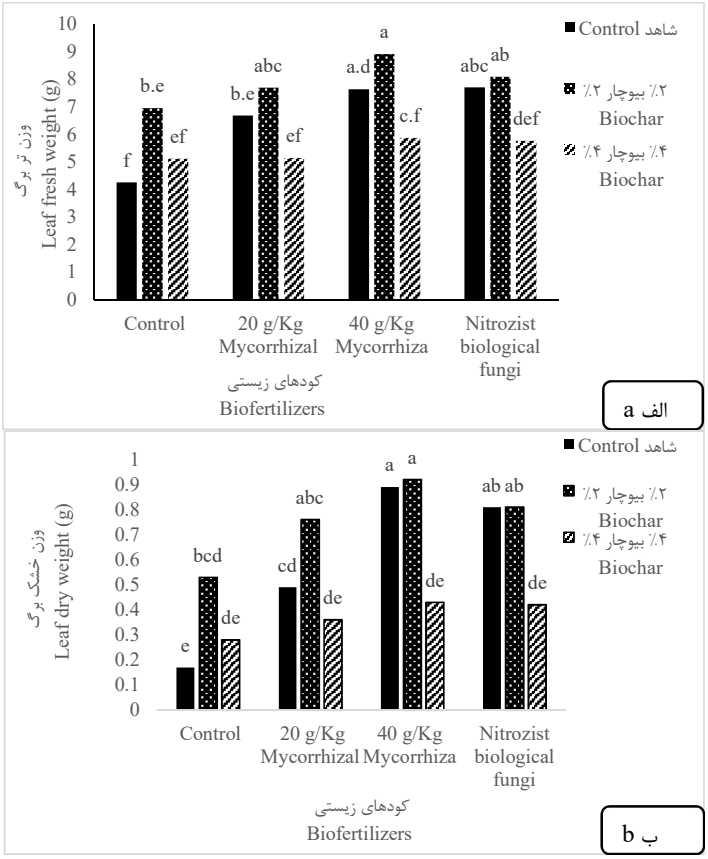

Fig.1.The interaction effect of biochar and biofertilizer on leaf fresh (a) and dry (b) weights of *Narcissus tazetta* var. Shahla. Means followed by different letters indicate significant differences by Least Significant Difference (LSD) test at 5% of probability.

شکل ۱- اثر برهمکنش بیوچار و کود زیستی بر وزن تر (الف) و خشک (ب) برگ گل نرگس "شهلا". میانگین‌های با حرف‌های مختلف نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD هستند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

کلروفیل a، b و کل

همه تیمارها نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل a، b و کل را نسبت به شاهد افزایش دادند به طوری که کمترین میزان کلروفیل a، b و کل برگ (به‌ترتیب ۱/۰۱، ۰/۵ و ۱/۵۱ میلی‌گرم در گرم) در گیاهان شاهد حاصل شد (جدول ۴). بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل نیز در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم مایکوریزا حاصل شد که به تقریب در همه موارد میزان آن‌ها دو برابر گیاهان شاهد بود (جدول ۴). نتیجه‌ها نشان داد که با افزایش غلظت قارچ مایکوریزا به تنهایی و در ترکیب با ۲ درصد بیوچار میزان کلروفیل a، b و کل افزایش یافت، اما در غلظت بالای بیوچار (۴ درصد) این روند کاهشی بود (جدول ۴). همچنین، بررسی‌ها نشان داد که با افزایش غلظت بیوچار به تنهایی میزان کلروفیل a، b و کل روند صعودی داشت (جدول ۴). با افزاش غلظت بیوچار در ترکیب با کود زیستی نیتروزیست نیز میزان کلروفیل a، b و کل افزایش یافت (جدول ۴).

سدیم

با افزایش غلظت کودهای زیستی به تنهایی و در ترکیب با ۲ درصد بیوچار، میزان سدیم برگ کاهش یافت، اما در تیمار ترکیبی با ۴ درصد بیوچار میزان آن افزایش نشان داد (جدول ۴). به‌طوری‌که بیشترین میزان سدیم (۲/۶۴ درصد) در تیمار ترکیبی ۴ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۰/۷۴ درصد) در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم مایکوریزا حاصل شد (جدول ۴). با افزایش غلظت بیوچار به تنهایی میزان سدیم برگ نیز کاهش یافت (جدول ۴).

جدول ۴- اثر برهمکنش بیوچار و کود زیستی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و محتوای سدیم و پتاسیم برگ گل نرگس "شهلا".

Table 4. The interaction effect of biochar and biofertilizer on some physiological parameters and sodium and potassium leaf content of *Narcissus tazetta* var. Shahla

بیوچار Biochar (%)	کود زیستی Biofertilizer	کلروفیل a Chl a (mg/g)	کلروفیل Chl b (mg/g)	کلروفیل کل Total Chl (mg/g)	پتاسیم K (%)	سدیم Na (%)
0	0	1.01^{d}	0.50^{d}	1.51^{e}	1.24^{c}	2.17^{bc}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1.59^{abc}	0.62^{bcd}	1.99^{cde}	1.80^{abc}	2.34^{ab}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1.80^{abc}	0.85^{ab}	2.81^{ab}	1.93^{abc}	1.33^{efg}
	نیتروزیست Nitrozist	1.33^{cd}	0.60^{bcd}	1.93^{de}	1.76^{abc}	0.98^{gh}
2	0	1.02^{d}	0.51^{cd}	1.56^{e}	1.33^{bc}	1.74^{de}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1} Mycorrhiza	1.90^{ab}	0.86^{ab}	2.72^{abc}	1.45^{abc}	1.85^{cd}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{-1} Mycorrhiza	2.11^{a}	1.00^{a}	3.11^{a}	2.16^{a}	0.74^{h}
	نیتروزیست Nitrozist	1.40^{bcd}	0.62^{bcd}	2.02^{cde}	1.51^{abc}	2.19^{bc}
4	0	1.45^{bcd}	0.62^{bcd}	2.08^{be}	1.90^{abc}	1.48^{def}
	۲۰ مایکوریزا 20 g Kg^{-1}Mycorrhiza	1.81^{abc}	0.81^{ab}	2.66^{ad}	1.26^{c}	1.07^{fgh}
	۴۰ مایکوریزا 40 g Kg^{1}Mycorrhiza	1.72^{abc}	0.76^{abc}	2.45^{ad}	2.06^{ab}	2.64^{a}
	نیتروزیست Nitrozist	1.90^{ab}	0.86^{ab}	2.82^{ab}	1.51^{abc}	2.31^{ab}

† Means with different letter, are significantly different ($p \leq 0.01$) based on Least Significant Difference (LSD) test.

† میانگین‌های دارای حروف متفاوت براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

پتاسیم

همه تیمارها نسبت به شاهد میزان پتاسیم برگ را افزایش دادند (جدول ۴). با افزایش میزان قارچ مایکوریزا به تنهایی و در ترکیب با ۲ درصد بیوچار، میزان پتاسیم برگ نیز افزایش یافت، اما در ترکیب با ۴ درصد بیوچار روند پتاسیم کاهشی بود (جدول

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

۴). همین‌طور با افزایش غلظت بیوچار در اثر اصلی، میزان پتاسیم برگ افزایش یافت (جدول ۴). بیشترین میزان پتاسیم (۲/۱۶ درصد) در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم مایکوریزا حاصل شد که ۷۴٪ بیشتر از شاهد بود (جدول ۴).

بحث

با بررسی ویژگی‌های رشدی مانند عمر گل، تعداد گل، وزن تر گل، قطر ساقه گل‌دهنده، سطح برگ، طول ریشه، ارتفاع گیاه و وزن تر و خشک گیاه مشخص شد که بیشترین میزان این ویژگی‌ها در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم قارچ مایکوریزا در کیلوگرم حاصل شد. این نتیجه‌ها با یافته‌های Karimi و همکاران (۲۶) همسویی نشان داد. آن‌ها بیشترین میزان سطح برگ، ارتفاع و وزن خشک گیاه را در ترکیب ۲ درصد بیوچار و قارچ مایکوریزا گزارش کردند. همچنین، Xie و Wu (۴۹) نشان دادند که گیاهان سنبل مایه‌زنی شده با قارچ *Funneliformis mosseae* دو روز زودتر از گیاهان شاهد وارد فاز گلدهی شدند و طول عمر گل آن‌ها سه روز طولانی‌تر بود. در گیاه سوخ‌دار *Leucojum aestivum* کمترین ارتفاع، در گیاهان تیمار شده با *Pseudomonas* و بیشترین وزن پیاز در تیمار *Azotobacter* به‌دست آمد. استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی می‌تواند با بهبود شرایط محیط رشد گیاه موجب بهبود رشد و عملکرد گیاه و همچنین افزایش جذب عنصرهای غذایی در شرایط کمبود مواد غذایی شود. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که مایه‌زنی همزمان کودهای زیستی و بیوچار توانست ویژگی‌های رشدی گیاه مانند وزن خشک، سطح برگ، ارتفاع گیاه و طول ریشه را نسبت به شاهد، به طور معناداری افزایش دهد. در سال‌های اخیر، برخی مطالعه‌ها نشان داده است که بیوچار به عنوان یک اصلاح‌کننده در خاک‌های فقیر از نظر مواد غذایی می‌تواند باعث تحریک رشد گیاه و دستیابی به عملکرد مناسب شود (۴ و ۳). افزودن بیوچار به خاک‌های فقیر از نظر عنصرهای تغذیه‌ای موجب افزایش فتوسنتز و رشد گیاه (۳۰) و زیست توده گیاهی (۲۳) شده است.

اندازه سطح برگ تعیین کننده سطح فتوسنتز برای رشد گیاه می‌باشد و هر چه اندازه آن بزرگتر باشد سطح فتوسنتز کننده افزایش می‌یابد و در نهایت موجب رشد بهتر گیاه و بهبود پارامترهای رشدی می‌شود. افزایش سطح برگ بیانگر آن است که گیاه نرگس توانسته پس از کاشت به سرعت سطح سبز خود را افزایش دهد و به بیشینه مقدار آن برای جذب تشعشع برساند. یکی از دلایل رسیدن به سطح سبز بیشینه در این تیمارها می‌تواند مربوط به گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه باشد. علت دیگر می‌تواند همخوانی این زمان رشد گیاه با بیشینه تشعشع دریافتی و دمای مناسب برای رشد باشد. در یک مطالعه، Tabatabaei و همکاران (۴۶) گزارش کردند که بیشترین مقادیر شاخص سطح برگ لوبیا در نتیجه استفاده از کود زیستی نیتروکسین حاصل شد. در گیاه سوخ‌دار *Leucojum aestivum* نیز کودهای زیستی به‌طور معناداری سطح برگ را افزایش دادند (۹). نتیجه‌های این مطالعه نشان داد که غلظت بیوچار نقش مهمی در ویژگی‌های رشدی گیاه از جمله سطح برگ دارد. به‌طوری که با افزایش غلظت از ۲ به ۴ درصد، سطح برگ به‌طور معناداری کاهش یافت و بیشترین سطح برگ در تیمارهای جداگانه بیوچار در غلظت ۲ درصد حاصل شد. دلیل این کاهش ممکن است مربوط به تغییر در نسبت کربن به اکسیژن و کاهش نیتریفیکاسیون باکتریایی باشد (۴۲).

نتیجه‌های بسیاری از پژوهش‌ها، بیانگر تاثیر مثبت قارچ‌های مایکوریزا بر رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (۴۶ و ۷). قارچ‌های مایکوریزا می‌توانند بر رشد رویشی بسیاری از گیاهان که با آن‌ها رابطه همزیستی برقرار کرده‌اند، تاثیر داشته باشند و موجب بهبود رشد آن‌ها شوند (۲۴ و ۲۹). ساز و کارهای گوناگونی در مورد تاثیر مایکوریزا بر رشد رویشی گیاهان بیان شده است. یکی از مهم‌ترین این مکانیسم‌ها، تاثیر مایکوریزا بر جذب عنصرهای غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم از خاک می‌باشد. ریشه گیاه می‌تواند مواد غذایی پیرامون ریزوسفر را جذب نماید. زمانی که این عناصر غذایی جذب شدند، گیاه در دسترسی به مواد غذایی دچار مشکل شده و جذب کاهش می‌یابد. قارچ‌های مایکوریزا می‌توانند با استفاده از گسترش ریشه‌های خارجی و تغییر مورفولوژی ریشه گیاه و افزایش سطح جذب ریشه، فاصله بین مواد غذایی و ریشه را کاهش دهند (۲۴).

نتیجه‌های حاصل با یافته‌های Khandan Mirkohi و همکاران (۲۴) که نشان دادند گیاهان لیزیانتوس مایه‌زنی شده با قارچ مایکوریزا، رشد و تولید زیست‌توده بیشتری در مقایسه با گیاهان شاهد داشتند، همسو بود. مایه‌زنی با قارچ‌های مایکوریزا به‌طور معناداری تعداد روز تا گلدهی را کاهش و ویژگی‌های ساقه گل‌دهنده شامل طول و تعداد ساقه گل‌دهنده، تعداد و قطر گل و وزن تر گل در بوته را افزایش داد. در پژوهشی، Mehdizadeh و همکاران (۳۵) نیز بیشترین ارتفاع بوته گیاه مرزه تابستانه، تعداد

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

شاخه فرعی، قطر ساقه، وزن تر و خشک ساقه و برگ را در تیمار ۲ درصد بیوچار گزارش کردند. طی پژوهشی در مورد کاربرد بیوچار تولید شده در دماهای ۲۰۰ و ۴۰۰ درجه سلسیوس روی گیاه اسفناج مشخص شد که استفاه از بیوچار موجب افزایش ارتفاع گیاه و وزن تر آن شد در حالی‌که تاثیری بر افزایش وزن خشک نشان نداد (۴۱). باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع گیاه و توانایی تولید را از راه ساخت فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، کاهش سمیت فلزهای سنگین در گیاهان، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و انگیزش مقاومت سیستمیک به عوامل بیماریزا افزایش دهند (۱۰). به‌طورکلی کود زیستی می‌تواند با اثرگذاری مثبت خود بر جذب عنصرهای میکرو و ماکرو، بهبود توزیع آب در گیاه، افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز و تولید هورمون‌های گیاهی مؤثر در رشد گیاه باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی در گیاه شود (۳۶).

گزارش شده است که بیشترین وزن خشک در ماش با کاربرد ۲۵ تن در هکتار بیوچار حاصل شد، اما با افزایش ۵۰ و ۷۵ تن در هکتار عملکرد زیستی کاهش یافت (۴۲) که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این گزارش هم راستا است. آن‌ها دلیل این کاهش را تغییر در نسبت کربن به اکسیژن و کاهش نیتریفیکاسیون باکتریایی عنوان نمودند. گزارش شده است که بیوچار نسبت کربن به نیتروژن و جمعیت میکروبی خاک را تغییر می‌دهد و افزایش در نسبت کربن به نیتروژن باعث گلدهی زودتر می‌شود (۱۹). با افزایش مقدار بیوچار در محیط پیرامون ریشه، رقابت جذب آب بین بیوچار و ریشه افزایش می‌یابد و از این راه زمینه تنش کمبود آب برای گیاه فراهم می‌شود و باعث کاهش عملکرد می‌گردد. افزایش وزن خشک به احتمال در اثر افزایش جذب نیتروژن و تقویت پروتئین‌سازی در گیاه می‌باشد. نتیجه‌های حاصل با نتیجه‌های Nabaei و همکاران (۳۸) همسو بود. آن‌ها گزارش کردند که استفاده از بیوچار در مقایسه با عدم مصرف موجب افزایش وزن خشک شد. بیشترین عملکرد ماده خشک لوبیا نیز در نتیجه مایه‌زنی با کود زیستی نیتروکسین حاصل شد (۴۶).

بر اساس نتیجه‌ها، بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل نیز در تیمار ترکیبی ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم مایکوریزا حاصل شد که به تقریب در همه موارد میزان آن دو برابر گیاهان شاهد بود. فتوسنتز یکی از مهم‌ترین مسیرهای زیست‌شیمیایی است که طی آن گیاه مواد غذایی مورد نیاز خود را ساخته و رشد می‌کند. محتوای کلروفیل گیاه رابطه مستقیمی با سلامت گیاه دارد. محتوای کلروفیل یکی از عوامل کلیدی در تعیین شدت فتوسنتز و تولید ماده خشک است. مایکوریزا می‌تواند با افزایش جذب عنصرهایی مانند منیزیم و نیتروژن موجب افزایش زیست‌ساخت کلروفیل در گیاه شود (۲۸). استفاده تلفیقی از کودهای زیستی ازتوباکتر و فسفاباکتر موجب افزایش شاخص کلروفیل برگ در گندم نسبت به شاهد شد (۳۶). کاربرد بیوچار حاصل از ترکیب پوسته برنج و دانه کتان انباشت نیتروژن را به‌طور قابل ملاحظه‌ای در گیاه و در نتیجه شاخص سبزینگی در گندم را افزایش داد (۲۱).

نتیجه‌های مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ترکیب ۲ درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک قارچ مایکوریزا به‌طور معنی‌داری میزان سدیم برگ را کاهش و جذب پتاسیم را افزایش داد. این یافته‌ها با نتیجه‌های Karimi و همکاران (۲۶) در گیاه همیشه بهار همخوانی داشت. آن‌ها نشان دادند که ترکیب قارچ مایکوریزا و بیوچار میزان پتاسیم برگ را افزایش داد، اما بیشترین افزایش را در ترکیب ۴٪ بیوچار و مایکوریزا گزارش کردند. در پژوهشی، Ziaei و همکاران (۵۲) نشان دادند که استفاده از ۱۵ و ۲۵ گرم در کیلوگرم قارچ مایکوریزا در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر توانست میزان سدیم را در نژادگان OPRC-122 زنبق آلمانی نسبت به شاهد به‌طور معناداری کاهش دهد. قارچ‌های میکوریزا با نگه داشتن سدیم در ریشه گیاه میزبان باعث کاهش ورود آن به اندام‌های هوایی گیاه شده و از این راه موجب افزایش تحمل گیاه در شرایط شور می‌شوند (۳۴). این نتیجه‌ها با گزارش بهلولی و همکاران (۲) روی گل مغربی نیز همسو است. در گیاه سوخ‌دار *Leucojum aestivum* کمترین مقدار فسفر در گیاهان تیمار شده با *Glomuss mosseae* و بیشترین میزان جذب آن در تیمار ۶ تن در هکتار بیوچار حاصل شد (۹).

در پژوهشی Mehdizadeh و همکاران (۳۵) نشان دادند که کاربرد ۲ درصد بیوچار در مقایسه با ۱ درصد آن موجب کاهش بیشتر یون سدیم و پتاسیم در برگ مرزه تابستانه شد که بیانگر جذب کاتیون سدیم توسط گروه‌های عاملی سطح بیوچار که بیشتر دارای بار منفی هستند، می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه بیوچار سبب جذب کاتیون‌ها می‌شود (۱)، افزون بر جذب Na^+ ممکن است سایر کاتیون‌ها مانند K^+ را نیز به صورت ناگزینشگر، به خود جذب کند و در نتیجه موجب کاهش نسبت پتاسیم به سدیم گردد. بنابراین، بیوچار با جذب سدیم خاک، فراهمی آن را برای جذب توسط گیاه کاهش داده و در نتیجه، با کاهش غلظت سدیم در برگ، مسمومیت یونی سدیم در گیاه کاهش یافت و ویژگی‌های رشدی گیاه بهبود یافتند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

بررسی‌ها نشان داده است که بسیاری از بیوچارها به دلیل داشتن سطوح تبادلی زیاد می‌توانند منجر به افزایش نگهداری عنصرهای غذایی در خاک و افزایش قابلیت دسترسی عنصرهای غذایی شوند (۳۳). بیوچار می‌تواند منبع تغذیه مستقیم برای گیاه باشد و بسیاری از عنصرهای غذایی مانند پتاسیم را برای گیاه فراهم کند و سبب افزایش غلظت و جذب این عنصر در گیاه شود (۱۴ و ۲۰). کاربرد بیوچار می‌تواند غلظت پتاسیم بافت گیاهی را افزایش دهد (۱۱ و ۳۲). از طرفی، افزایش دما در طول فرایند تولید بیوچار، سبب انتقال کاتیون‌ها ($Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}$) به داخل اکسی‌هیدروکسیدها و کربنات‌ها و چسبیدن به بیوچار می‌شود (۵۰). به همین علت همان‌طور که در این پژوهش مشخص شد، افزودن بیوچار به خاک سبب کاهش میزان سدیم موجود در گیاه شد.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی و همچنین بیوچار به‌دست آمده از بقایای هرس درختان پسته، اثر مثبت و معناداری بر شاخص‌های رشدی، گلدهی و فیزیولوژیک گل نرگس داشت. بر اساس نتیجه‌ها، کاربرد همزمان دو درصد بیوچار و ۴۰ گرم در کیلوگرم خاک قارچ مایکوریزا، منجر به افزایش معنی‌دار عمر گل، تعداد گل، وزن تر گل، قطر ساقه گل‌دهنده، سطح برگ، طول ریشه، ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک گیاه، کلروفیل a، b و کل و غلظت پتاسیم برگ و نیز کاهش تعداد روز تا گلدهی و غلظت سدیم برگ نسبت به کاربرد مجزای این تیمارها و همچنین شاهد شد. در هر صورت کاربرد بیوچار و کودهای زیستی به تنهایی نیز اثرهای مثبت و معنی‌داری بر همه ویژگی‌های مورد بررسی نشان دادند. نکته قابل توجه آن است که در بیشتر ویژگی‌های مورد مطالعه، تیمارهای ترکیبی ۴ درصد بیوچار و کودهای زیستی تاثیر مطلوبی در بهبود آن‌ها نشان نداد. با توجه به اینکه بیشتر خاک‌های کشور دچار کمبود مواد آلی می‌باشند، استفاده از بیوچار حاصل از ضایعات محصول‌های کشاورزی و نیز کودهای زیستی برای بهبود راندمان و عملکرد محصول‌های کشاورزی توصیه می‌شود.

منابع References

1. Abdipour, M., M. Hosseinifarahi and S. Najafian. 2019. Effects of Humic Acid and Cow Manure Biochar (CMB) in Culture Medium on Growth and Mineral Concentrations of Basil Plant. Int. J. Hort. Sci. Technol. 6(1): 27-38. doi: 10.22059/ijhst.2019.279022.287
2. Ahmad, N. 2015. Soil water management systems for a drier Caribbean. *CARDI Review*, 16: 34-53.
3. Akhtar, S.S., Andersen, M.N., Liu, F., 2015. Biochar mitigates salinity stress in potato. J. Agron. Crop Sci. 5: 368-378.
4. Ali, A., T. Mehmood., R. Hussain., M. Bashir., S. Raza., U.D. Najam and A. Ahmad. 2013. Investigation of biofertilizers influence on vegetative growth, flower qualoty, bulb yield and nutrient uptake in gladiolous (*Gladiolus grandiflorous* L.). Int. J. Plant, Anim. Environ. Sci. 4: 94-99.
5. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1- 15.
6. Asai, H., B.K. Samson., H.M. Stephan., K. Songyikhangsuthor., K. Homma., Y. Kiyono., Y. Inoue., T. Shiraiwa and T. Horie. 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos. 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. Field. Crops. Res. 111: 81–84.
7. Asrar, A. A., G. M. Abdel-Fattah., K. Elhindi and E. M. Abdel-Salam. 2014. The impact of arbuscular mychorrhizal fungi in improving growth, flower yield and tolerance of kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelin) plants grown in NaCl-stress. J. Food Agric. Environ. 12: 105-112.
8. Baker, N. 2006. Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. Agron J. 132: 17-19.
9. Bakian, M., M. Hassanpour Asil., M. Farhangi and A. Sahraroo. 2020. Study of the response of *Leucojum aestivum* l. bulbs collected from different regions to organic and biological fertilizers under field conditions. J. Med. plant By-product. 1-12. doi: 10.22092/jmpb.2020.127354.1132
10. Bashan, Y., G. Holguin and L. de-Bashan. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Can. J Microb. 50: 521-577.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

11. Biederman L.A and W.S. Harpole. 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. Glob. Change Biol. Bioenergy. 5(2): 202-214.
12. Bohlouli, M., M. Dehestani-Ardakani., M. Shirmardi and J. Razmjoo. 2019. Effect of organic and biological fertilizers on some growth characteristics of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) under salinity conditions. Environ. Stress Crop Sci. 12(1): 263-280. doi: 10.22077/escs.2018.1211.1248. (In Persian)
13. Bostick, W.M.N., V.B. Bado., A. Bationo., C.T. Solar., G. Hoogenboom and J.W. Jones. 2007. Soil carbon dynamics and crop residue yields of cropping systems in the Northern Guinea Savanna of Burkina Faso. Soil Tillage. Res. 93: 138–151.
14. Chan K.Y., L.Van Zwieten., I. Meszaros., A. Downie and S. Joseph. 2007. Agronomic values of green waste biochar as a soil amendment. Aust. J. Soil Res. 45(8): 629-634.
15. Christopher, J., D. Atkinson – Jean and A. Fitzgerald Neil. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil. 337: 1–18.
16. De, L.C. and K.R. Dhiman. 2001. Effect of leaf manures, potassium and GA3 on growth, flowering and longevity of tuberose. J. Ornam. Hort. 4(1): 50-52.
17. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. J. Agric. Res. Educ. Ext. organ. 1(982): 28-58. (In Persian)
18. Farrokhvand, I., S. Reezi., R. Barzegar and M. Fattahi. 2020. Effect of symbiosis of several mycorrhiza arbuscular fungi species on some quality and physiological indices of potted lisianthus flower (*Eustoma grandiflorum* 'Matador Blue'). Iranian J. Hortic. Sci. 50(4): 815-824. doi: 10.22059/ijhs.2018.262350.1481. (In Persian)
19. Galinato, S.P., J.K. Yoder, D. Granatstein. 2011. The economic value of biochar in crop production and carbon sequestration. Energy Policy. 39(10): 6344–6350.
20. Gaskin, J.W., C. Steiner., K. Harris., K.C. Das and B. Bibens. 2008. Effect of low-temperature pyrolysis conditions on biochar for agricultural use. Transac. Ame Soc Agric Biol Engeen. 51(6): 2061-2069.
21. Gebremedhin, G.H., 1.B. Haileselassie., D. Berhe and T. Belay. 2015. Effect of biochar on yield and yield components of wheat and postharvest soil properties in Tigray, Ethiopia. J. Ferti. Pest. 6(2): 1-4.
22. Ghasemi Ghahsareh, M and M. Kafi. 2008. Scientific and practical floriculture. First volume. Golben press. Pp 335. (In Persian)
23. Gul, B., Z. Abideen., R. Ansari and M.A. Khan. 2013. Halophytic biofuels revisited. Biofuels. 4: 575-577.
24. James, B., D. Rodel., U. Lorettu., E. Reynaldo and H. Tariq. 2008. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna spectabilis*. Pak. J. Bot. 40(5): 2217-2224.
25. Kanimozhi, K and A. Panneerselvam. 2010. Studies on isolation and nitrogen fixation ability of Azospirillum spp. isolated from Thanjavur district. Der. Chemica. Sinica. 1: 138-145.
26. Karimi, E., M. Shirmardi., M. Dehestani Ardakani., M. Karimi and J. Gholamnezhad. 2020. Effect of Biochar and Mycorrhizal Fungi on the Growth Characteristics and Nutrition of Calendula (*Calendula Officinalis* L.). Appl. Soil Res. 8(2): 112-128. (In Persian)
27. Karimzadeh- Asl, K and A. Baghbani Arani. 2019. Effect of different irrigation regimes and bio-fertilizers on grain yield, essential oil content, some physiologic traits and uptake of nutrient status in cumin (*Cuminum cyminum* L.). Environ. Stress Crop Sci. 12(3): 817-830. doi: 10.22077/escs.2019.1565.1352. (In Persian)
28. Kaya, C., M. Ashraf., O. Sonmez., S. Aydemir., A. L. Tuna and M. A. Cullu. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonization on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Sci Hort. 12: 11-6.
29. Khandan Mirkohi, A., M. Sheikh Asadi., M. Taheri., M. Babalar. 2015. The effects of arbuscular mycorrhizal fungi and different phosphorus levels on some growth aspects of *Lisianthus.* J. Soil Plant Inter. 6 (2) :57-68. (In Persian)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

30. Koirala, U and S. Jha. 2013. Macrophytes of the lowland wetlands in Morang district. Nepalese J. Biosci. 1: 131-139.
31. Li, X.F., X.H. Shao., X.J. Deng., Y. Wang., X.P. Zhang., L.Y. Jia and L. Xu. 2012. Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. chinensis. J. Plant Physil. 169: 14. 1340-1347.
32. Liu, T., B. Liu., W. Zhang. 2014. Nutrients and heavy metals in Biochar biochar produced by sewage sludge pyrolysis: It's application in soil amendment. Pol. J. Environ. Stud. 23(1): 271-275.
33. Major, J., C. Steiner., A. Downie and J. Lehmann. 2009. Biochar effects on nutrient leaching. Chapter 15. In: Lehmann, J., Joseph, S. (eds.), Biochar for Environmental Management Science and Technology. Earthscan, London. pp 271–287.
34. Mansouri, H., A. Ahmadi and Rouhani, N. 2008. Response of mycorrhizal and non-mycorrhizal bean plants to salinity stress. IR. J. Biol. 1: 80-88. (In Persian)
35. Mehdizadeh, L., M. Moghaddam and A. Lakzian. 2019. Effect of biochar on growth characteristics and sodium to potassium ratio of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under NaCl stress. Environ. Stress Crop Sci.12(2): 595-606. doi: 10.22077/escs.2019.1419.1308. (In Persian)
36. Moradgholi, A., H. Mobasser., H. Ganjali., H. Fanai and A.Mehraban. 2020. The effect of interaction of chemical and biological fertilizers in different moisture regimes on the morphophysiological and grain yield of wheat. Environ. Stress Crop Sci.13(3): 871-887. doi: 10.22077/escs.2020.2215.1557. (In Persian)
37. Mousavi, S., A. Tatari., V. Mehnatkesh and F. Haghighi. 2010. Response of vegetative growth of young seedlings of five almond cultivars to drought stress. J. Seedling Seed Breed. 25 (1): 567-551. (In Persian)
38. Nabaei, S., M. Hassandokht., V. Abdossi and M. Ardakani. 2020. Effects of biochar application under organic and chemical nutrition on yield, some morpho-physiological and nutritional traits of tomato cv. Ismir (*Solanum lycopersicum* Mill cv. Izmir). Iranian J. Hortic. Sci. 51(1): 177-188. doi: 10.22059/ijhs.2020.286003.1686. (In Persian)
39. Nakhaei, F., A. Khalighi., M. A. Naseri and P. Abroumand. 2010. Investigation of chemical compounds in the essential oil of *Narcissus tazetta* L. in field and habitat conditions in South Khorasan. Hortic. Sci. 22 (2): 131-123. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1387i2.1090. (In Persian)
40. Piccolo, A., G. Pietramellara and J.S.C. Mbagwu. 1996. Effects of coal derived humic substances on water retention and structural stability of Mediterranean soils. Soil Use Manag. 12: 209- 213.
41. Rajabi, H. 2014. Effect of pistachio residues, sewage black sludge and chemical fertilizer on bio-supply and uptake of nitrogen and phosphorus in spinach. MSc. Thesis. Shiraz university. 195 pp. (In Persian)
42. Rab, A., M.R. Khan., S.U. Haq., S. Zahid., M. Asim., M.Z. Afridi., M. Arif and F. Munsif. 2016. Impact of biochar on mungbean yield and yield components. Pure Appl. Biol. 5(3): 632-640.
43. Ryan N.A., T. Deliopoulos., P. Jones and P.P. Haydock. 2003. Effects of mixed-isolate mycorrhizal inoculums on the potato- potato cyst nematode interaction, Ann. Appl. Biol. 143: 111-119.
44. Smith, S.E and D.J. Read. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edit, London Academic Press, 787p.
45. Smith, E.E., E. Facelli., S. Pope and F.A. Smith. 2010. Plant performance in stressful environments. Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant Soil. 326: 3- 20.
46. Tabatabaei, S., M. Jahan and K. Hajmohammadnia Ghalibaf. 2020. The Effect of biological and nitrogen chemical fertilizers on yield and yield component of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water stress conditions. Environ. Stress Crop Sci. 13(1). 145-154. doi: 10.22077/escs.2019.1807.1434. (In Persian)
47. Talaei, G and M. Amini Dehaghi. 2015. Effects of bio and chemical fertilizers on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian J. Medic. Aromatic Plant Res. 30(6): 932-942. doi: 10.22092/ijmapr.2015.11928. (In Persian)
48. van Dort, H.M., P.P. Jagers., R. Heide and A.J. van der Weerdt. 1993. *Narcissus trevithian* and *Narcissus geranium*: analysis and synthesis of compounds. J. Agric. Food Chem. 41: 11. 2063-2075.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

49. Xie, M. M and Q. S. Wu. 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi regulate flowering of *Hyacinths orientalis* L. Anna marie. Emir. J. Food Agric. 144-149.
50. Yuan, J.H., R.K. Xu and H. Zhang. 2011. The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresour Technol. 102(3): 3488-3497.
51. Zhang, F and Y. Zuo. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. J. Plant Soil. 339: 83-93.
52. Ziaei, Z., M. Dehestani Ardakani., M. Shirmardi and M H. Azimi. 2020. Effect of mycorrhizal fungi on some morphophisiological charachteristics of three genotypes of German iris (*Iris germanica*) under salt stress. J. Plant Proc. Func. 9 (38) :397-414. (In Persian)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (2): 199- 212 (2021)
Research article

Effect of Biochar and Some Biologic Fertilizers on Flowering and Morphophysiological Charachteristics of *Narcissus tazetta* L. var. Shahla

N. Khosravi, M. Dehestani-Ardakani*, M. Shirmardi, J. Gholamnezhad and F. Naserinasab[1]

The aim of this study was to evaluate the potential effects of biological fertilizer (BF) and biochar (BC) application on flowering and morphophysiological charachteristics of Narcissus. A factorial experiment based on a completely randomized design was conducted in12 treatments with three replications. The BC was applied by mixing dry soil at three levels (0, 2 and 4%w/w), whereas the BF was used at four levels (0, 20and 40 g Kg^{-1} mycorrhizal fungi(MF) and Nitrozist biofertilizer). The MF was used in direct contact with the underside of bulbs and bulbs were dipped in Nitrozist biofertilizer solution for 5 minutes. According to the results the highest fresh weight of flower, number of flowers, flower diameter, flowering stem diameter, height, leaf fresh weight, chlorophyll a, b and total leaf and potassium uptake were obtained in the combined treatment of 2%biochar by 40 g Kg^{-1} MF. Generally, in the most of studied traits, alone use of BF and BC improved the growth and flowering characteristics of plant compared to the control. However, the best results were obtained in the combined treatment of 2%BC and 40 g Kg^{-1} of MF, while by increasing the levels of BC and BF in combination with 4%BC and BF the desiered results were not obtained.

Keywords: Bulb, Growth characteristics, Mycorrhizal fungi, Biologic fertilizer, Narcissus.

1. M.Sc. Student, Associate Professor, Assistant Professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, P.O. Box 184, and Ph.D of Plant Pathology, Ardakan, Iran. respectively.
* Corresponding Author, Email: (mdehestani@ardakan.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-01-30]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.9.2]