اثر کودهای بیولوژیک و سوپرفسفات تریپل به صورت گرانوله و مایع بر رشد و نمو دو رقم شب‌بو (*Matthiola incana* L.)

طاهره قمری حبشی[۱]، محمد کاظم سوری[۲*]، بهزاد آزادگان[۳] و مصطفی عرب[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر و منابع مختلف کودهای فسفره بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم گل شب‌بو، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار به صورت گلدانی و تحت شرایط گلخانه‌ای اجرا شد. در این تحقیق، تیمارها شامل کود سوپرفسفات تریپل به دو صورت گرانوله و مایع هر کدام در سه سطح (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) و کود زیستی بارور۲ همراه با شاهد (بدون کاربرد کود) بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که به ترتیب مصرف مقادیر ۲۰۰ میلی‌گرم فسفر بر کیلوگرم خاک از کود فسفاته به‌صورت مایع، گرانوله و کود زیستی فسفاته باعث افزایش معنی‌دار صفات مورد اندازه‌گیری (صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک) نسبت به شاهد شد. بیشترین میزان کلروفیل a و b در هر دو رقم گل شب‌بو به ترتیب در تیمارهای سطح سوم کود مایع و سطح سوم کود گرانوله مشاهده شد. بیشترین درصد فسفر در گیاه در تیمارهای سطح سوم کود مایع، گرانوله و همچنین کود زیستی مشاهده شد. در هر دو رقم، بیشترین میزان وزن تر و خشک شاخسار، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، طول گل‌آذین و تعداد گلچه در گل‌آذین در سطح سوم کود مایع و گرانوله و سپس برای کود زیستی به‌دست آمد. از نظر وزن تر و خشک ریشه، بیشترین مقدار در تیمار کود زیستی و سپس در تیمار سطح سوم کود مایع مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان دادند ($P\leq0.01$). در این تحقیق، بیشترین میزان صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای غلظت زیاد کود فسفره، مخصوصاً به صورت مایع نسبت به گرانوله، به‌دست آمد. به هر حال، با توجه به اینکه تیمار فسفات بیولوژیک بارور۲ نیز در مقایسه با شاهد منجر به بهبود رشد و بیشترین وزن تر و خشک ریشه گردید، به عنوان تیمار مناسب برای کشت شب‌بو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، کود مایع فسفاته، کود گرانوله فسفاته

مقدمه

در بسیاری از خاک‌های کشاورزی دنیا، فسفر خاک مهم‌ترین عامل محدود کننده تولیدات گیاهی است (۳). برای بهبود تولید محصولات گیاهی، روش مرسوم زارعین، اضافه کردن هر ساله مقادیر زیادی کودهای فسفری به خاک است (۱). پژوهش‌ها نشان داده که فسفر باعث رشد و قوی شدن ریشه، قوی و ضخیم شدن ساقه‌ها، پرحجم شدن دانه‌ها، افزایش میزان عملکرد و زودرسی محصولات شده و در عمل تلقیح گل‌ها دخالت دارد (۳). به هر حال، راندمان جذب فسفر خیلی کم است و بین ۱۰ تا ۳۰ درصد تغییر می‌کند (۱۵). یک روش کاهش مقدار مصرف کود فسفره، به‌کارگیری نوع مایع این کود بجای نوع گرانولی می‌باشد، به‌طوری که به اندازه نیاز گیاه، فسفر در اختیارش قرار داده شود (۱۳).

روش دیگر بهینه‌سازی مصرف کودهای فسفاته، استفاده از

۱. گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۲. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳. گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mk.souri@modares.ac.ir

کودهای زیستی فسفاته می‌باشد (۲). کودهای زیستی حاوی ریزجاندارانی هستند که از طریق فرایندهای ویژه‌ای، حلالیت ترکیبات فسفره رسوب کرده در خاک را افزایش داده و بدین طریق بخشی از فسفر مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کنند. کودهای زیستی منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذرها می‌گردند (۵). باکتری‌های حل‌کننده فسفات، گروهی از ریزموجودات را در بر می‌گیرند که قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول قابل دسترس گیاه تبدیل کنند. از مهم‌ترین جنس‌های این خانواده می‌توان به باسیلوس (Bacillus) و سودوموناس (Pseudomonas) اشاره کرد (۲ و ۲۰).

برخی محققین بیان داشته‌اند که تلقیح بذر با باکتری‌های حل‌کننده فسفر، مثل انواع باسیلوس (Bacillus spp) می‌تواند فسفر تثبیت شده در خاک را حل کرده و به فرم فسفر قابل مصرف در آورد که در نتیجه، عملکرد محصول افزایش می‌یابد (۱۷). در پژوهشی، زمانی که گیاه نخود با ریزجانداران حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas Striata*) مایه‌کوبی شد، جمعیت این ریزجانداران در ریزوسفر زیاد شد و در مدت ۴۵ تا ۹۰ روز، رشد گیاه افزایش یافت. با کاربرد آربوسکولار مایکوریزا جذب مواد غذایی خاک، از جمله نیتروژن و فسفر در خاک‌های با فسفر اندک، افزایش یافت (۲۲). در آزمایشی، مشاهده شد که اثر متقابل بین ریزجانداران حل‌کننده سنگ فسفات و کود فسفر، باعث افزایش تعداد کلونی‌های مایکوریزا در ریشه می‌شود و گیاهان ۳۰ روز بعد از رشد، ماده خشک ریشه بیشتری داشتند. همچنین، نشان داده شده که استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش وزن خشک دانه و جذب فسفر به وسیله لوبیا می‌گردد (۸). دو فریتاس و همکاران (۷) نیز افزایش تعداد دانه در سنبله و همچنین افزایش وزن هزاردانه در گندم و جو را توسط باکتری‌های تسهیل کننده نشان دادند.

فسفر از عناصری است که دسترسی آن در خاک برای گیاهان با محدودیت‌های زیادی مواجه می‌باشد (۳)، به‌طوری که pH زیاد و آهکی بودن خاک، شرایط اسیدی بودن خاک، وجود کلسیم، آهن و آلومینیم زیاد و همچنین دمای کم خاک باعث کاهش جذب آن توسط ریشه‌های گیاهان می‌گردد.

شب‌بو از گل‌های فصل خنک بوده که به صورت گل شاخه بریده و یا به صورت گلدانی در اوائل بهار زینت‌بخش می‌باشد، و این زمانی است که دمای خاک هنوز نسبتاً کم بوده و جذب فسفر آن ممکن است به‌خوبی صورت نگیرد. لذا، در این تحقیق، تأثیر شکل گرانوله و مایع کود سوپرفسفات تریپل و همچنین کود زیستی بر رشد و نمو دو رقم گل شب‌بو در منطقه پاکدشت استان تهران مورد بررسی قرار گرفت. در این منطقه، حدوداً تعداد ۱۲۵۰۰۰۰۰ عدد گل شاخه بریده در سال تولید می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ جهت بررسی پاسخ رشد و نمو گیاه شب‌بو (*Matthiola incana* L.) به مقادیر و شکل‌های مختلف کاربرد کود فسفره در شرایط گلخانه‌ای، در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، صورت گرفت. این آزمایش با دو رقم گل شب‌بوی قرمز و سفید و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار به‌صورت گلدانی اجرا شد. قطر هر گلدان ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۳۰ سانتی‌متر بود و چهار گیاه در هر گلدان کاشته شد. هر تکرار شامل یک گلدان بود. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح فسفر به صورت گرانوله (PG1=50، PG2=100 و PG3=200) بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سوپرفسفات تریپل، سه سطح فسفر به صورت کود مایع (PL1=50، PL2=100 و PL3=200) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک از منبع سوپرفسفات تریپل (آسیاب و حل شده در ۵۰ میلی‌لیتر آب با استفاده از مگنت و همزن الکتریکی)، کود زیستی فسفاته بارور-۲ (تهیه شده از شعبه اصلی شرکت زیست فناور بارور۲) (حاوی ۱۰۰ میلیون باکتری در یک گرم و مناسب شرایط خاک‌های زراعی ایران) به میزان ۱۰۰ گرم در ۲۰۰۰ میلی‌لیتر (PB) و تیمار بدون کود (P0) به عنوان تیمار شاهد بودند. تمامی تیمارهای کودی در

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش (۲۱).

بافت خاک	رس (٪)	سیلت (٪)	ماسه (٪)	EC (dS/m)	pH	N (٪)	P (mg/L)	K (mg/L)
لوم	۱۶	۴۶	۳۸	۵	۷/۶	۱	۱۰	۵۲۵/۳

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در رقم قرمز شب‌بو.

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	درصد فسفر برگ	وزن تر بخش هوایی (گرم)	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
کود	۷	۰/۳۱۴	۰/۱۰۴**	۰/۰۰۵۱**	۹۱۹/۵۰۱**	۲۲/۰۰۹**	۲۸/۷۷**	۰/۶۰۷۷**
خطا	۲۴	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۰۱۱	۳/۸۲	۰/۳۰۷	۰/۳۶	۰/۰۰۱۷
ضریب تغییرات (٪)		۵/۲۲	۲۲/۷۳	۶/۱۲	۲/۷۶	۴/۳۸	۵/۷۹	۲/۷۵

** معنی‌دار در سطح ۱٪

زمان کشت اعمال گردیدند. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک بیانگر غلظت آهن ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، روی ۵ میلی‌گرم در لیتر، مس ۱/۶ میلی‌گرم در لیتر، منگنز ۱۳ میلی‌گرم در لیتر و بُر ۰/۹ میلی‌گرم در لیتر بود (۳). برخی ویژگی‌های خاک مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است (۲۱).

کاشت بذرها در سینی کشت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در گلخانه انجام شد و نشاهای مربوطه در مرحله ۳-۴ برگی به گلدان‌های حاوی تیمارهای مربوطه منتقل شدند. متوسط دمای گلخانه پلاستیکی مورد استفاده ۵±۲۲ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی حدود ۷۵٪ در طول آزمایش بود. بعد از کامل شدن رشد گیاهان (باز شدن کامل گل‌ها) صفات مورد بررسی (رویشی و زایشی) اندازه‌گیری شدند. طول ساقه گل‌دهنده و طول گل‌آذین با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. متوسط تعداد گلچه در گل‌آذین، تعداد گلبرگ در گلچه و همچنین تعداد برگ برای هر گیاه محاسبه شد. وزن خشک (در آون با دمای ۷۰ درجه و به مدت ۷۲ ساعت) و وزن تر اندام‌های هوایی و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل نیز با استفاده از حلال دی‌متیل سولفوکسید (۱۱) استخراج گردید و میزان جذب نور آن به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (پرکین المر، مدل لامبدا- ۲۵) در طول موج‌های ۶۳۳ و ۶۴۵ خوانده شد (۴). اندازه‌گیری میزان فسفر گیاه به روش هضم خشک در کوره (۶) و روش مولیبدووانادات انجام شد. داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ انجام گردید. شکل‌های مربوطه نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در این تحقیق در جداول ۲ تا ۵ آورده شده است. از نظر صفات رویشی، در هر دو رقم قرمز و سفید شب‌بو، اثر تیمارهای کودی بر غلظت کلروفیل a و b، تعداد برگ، درصد فسفر برگ و وزن تر و خشک اندامهای هوایی و ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۳). از نظر صفات زایشی نیز در هر دو رقم اثر تیمارهای کودی بر طول گل‌آذین، تعداد گلچه در گل‌آذین،

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در رقم سفید شب‌بو.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a (میلی‌گرم برگرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	در صد فسفر برگ	وزن تر بخش هوایی (گرم)	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)
کود	۷	۰/۱۶۷**	۰/۲۶۷**	۰/۰۰۳۴**	۷۸۳/۱۸**	۲۶/۸۷**	۵/۳۳**	۰/۶۵۵۷**
خطا	۲۴	۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۰۷۵	۱/۶۲	۰/۲۶۴۳	۰/۲۲	۰/۰۰۱۴۵
ضریب تغییرات (٪)		۶/۴۰	۴۱/۹۵	۴/۷۳	۱/۴۵	۴/۲۷	۳۵/۸۶	۲/۵۴

** معنی‌دار در سطح ۱٪

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات زایشی اندازه‌گیری شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در رقم قرمز شب‌بو.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول گل‌آذین	تعداد گلچه در گل‌آذین	تعداد گلبرگ در گلچه	ارتفاع ساقه گل‌دهنده	تعداد برگ
کود	۷	۶۹/۲۰**	۱۳۵/۱۰۹**	۵۳/۵۹**	۱۲۸/۸۸**	۲۵۶/۲۱**
خطا	۲۴	۱/۱۹۴	/۵۵	۱/۳۳	۳/۷۹	/۴۹
ضریب تغییرات (٪)		۶/۳۲	۲/۵۱	۴/۱۹	۳/۶۷	۲/۲۳

** معنی‌دار در سطح ۱٪

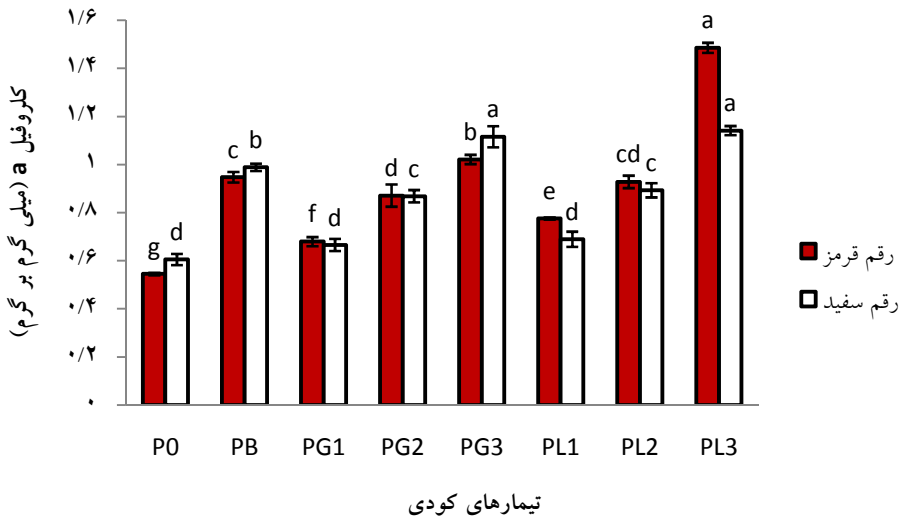
جدول ۵. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری زایشی شده تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در رقم سفید شب‌بو.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول گل‌آذین	تعداد گلچه در گل‌آذین	تعداد گلبرگ در گلچه	ارتفاع ساقه گل‌دهنده	تعداد برگ
کود	۷	۱۷۵/۰۷**	۱۰۸/۸۷**	۹۴/۴۲**	۷۰/۲۰**	۲۵۹/۴۶**
خطا	۲۴	۱/۳۳	۱/۸۷	۱/۷۰	۹/۰۶	/۸۰
ضریب تغییرات (٪)		۵/۰۱	۴/۳۱	۴/۳۳	۶/۱۷	۲/۹۹

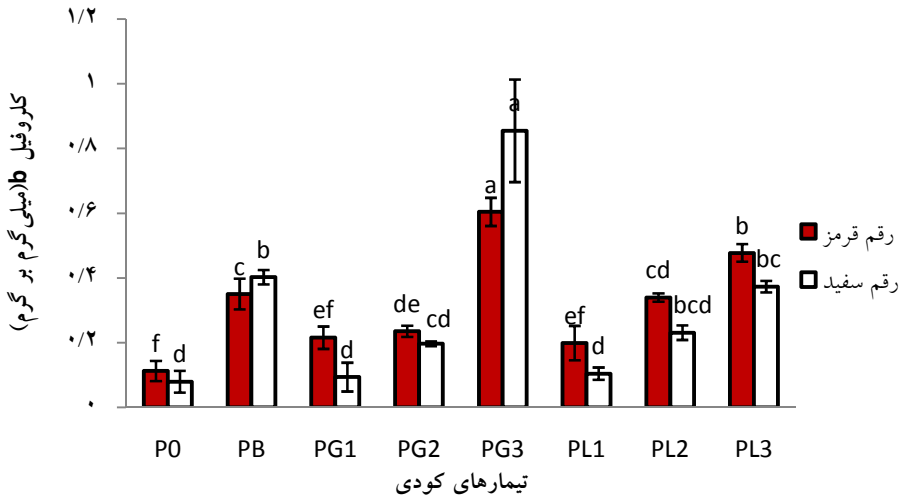
** معنی‌دار در سطح ۱٪

تعداد گلبرگ در گلچه و ارتفاع ساقه گل‌دهنده در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جداول ۴ و ۵).

همچنین، مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در رقم قرمز شب‌بو و مربوط به تیمار کودی سطح سوم کود مایع (PL_3) می‌باشد (شکل ۱). از طرفی، در رقم سفید نیز بیشترین میزان کلروفیل a را به ترتیب تیمارهای سطح سوم کود مایع و همچنین گرانوله (PL_3 و PG_3) به خود اختصاص داده‌اند، که بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۱). تیمار کودی زیستی (PB) نیز در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (شکل ۱). از نظر میزان کلروفیل b نیز بیشترین مقدار در رقم سفید شب‌بو و تحت تأثیر تیمار PG_3 به‌دست آمد (شکل ۲). در این رقم، تیمارهای سطح سوم کود مایع، سطح سوم کود گرانوله و کود بیولوژیک تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان دادند؛ ولی بین دیگر تیمارها با شاهد



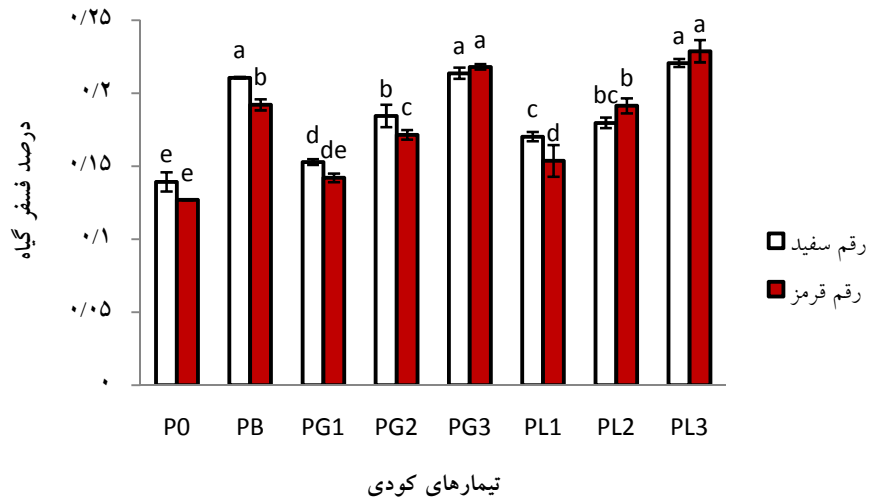
شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت کلروفیل a. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.



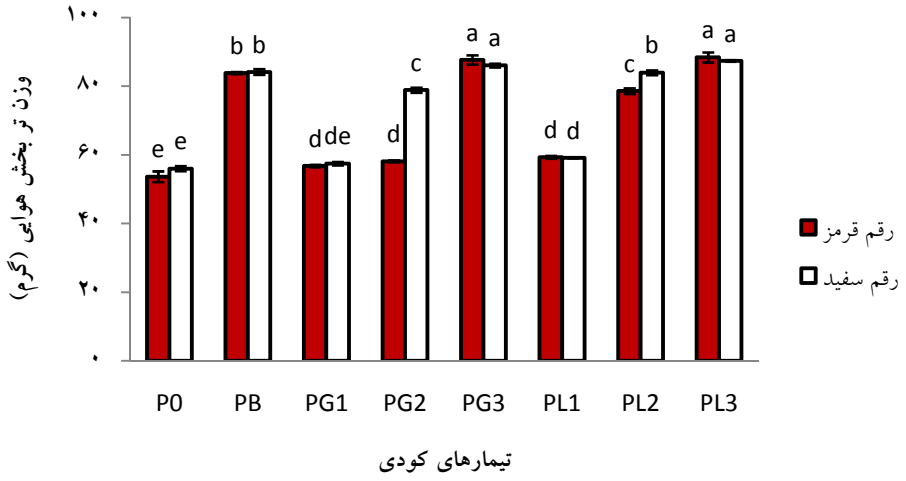
شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت کلروفیل b. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.

تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۲). در رقم قرمز نیز بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار کودی PG_3 به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد. کمترین میزان کلروفیل b در گیاهان شاهد به‌دست آمد که با دیگر تیمارها، بجز سطح اول کود گرانوله و همچنین مایع، تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۲).

از نظر میزان فسفر برگ، مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در رقم قرمز شب‌بو، حداکثر میزان فسفر برگ در سطح سوم کود مایع به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها، بجز سطح سوم کود گرانوله، نشان داد. کمترین میزان فسفر در گیاهان شاهد به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها، بجز تیمار سطح اول کود گرانوله، نشان داد (شکل ۳). در رقم



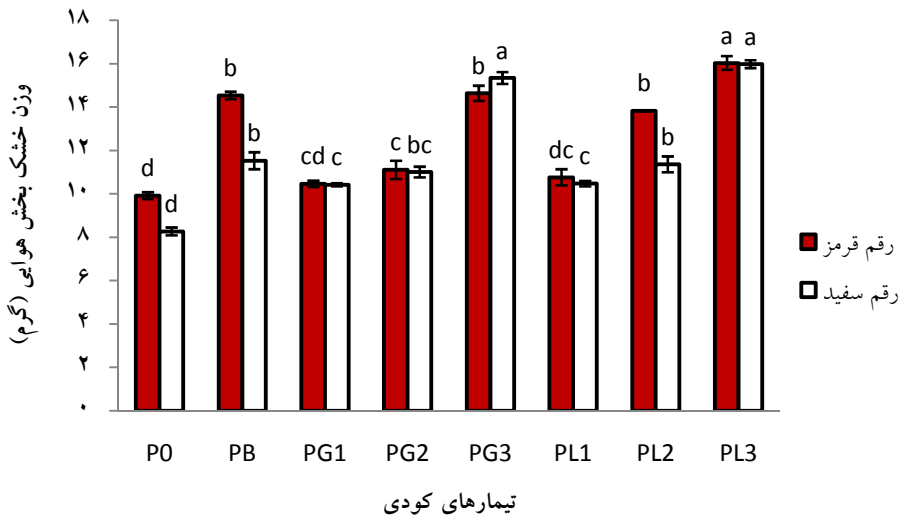
شکل ۳. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت درصد فسفر گیاه. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.



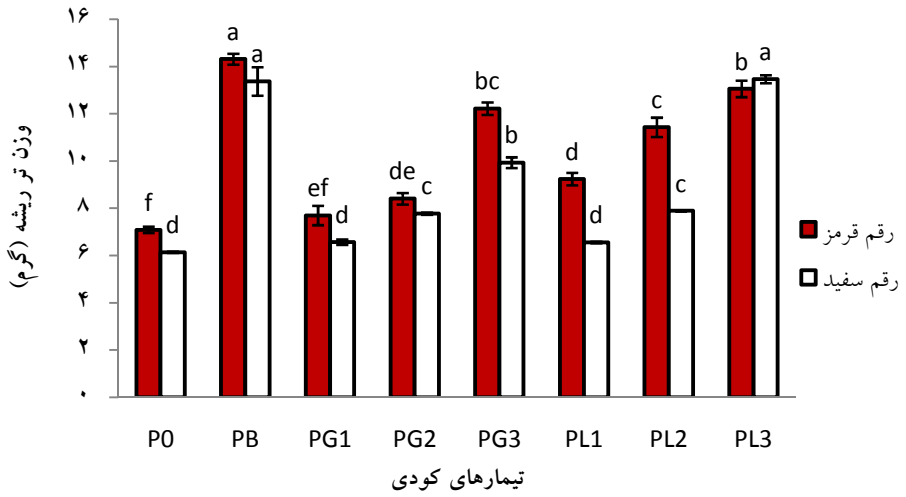
شکل ۴. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت وزن تر بخش هوایی. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.

سفید، بیشترین غلظت فسفر برگ در تیمارهای کودی سطح سوم مایع و گرانوله و کود زیستی مشاهده شد که با هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند؛ ولی با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند. کمترین غلظت فسفر برگ نیز در گیاهان شاهد مشاهده شد که با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان دادند (شکل ۳).

بیشترین میزان وزن تر شاخسار در هر دو رقم شب‌بو در تیمارهای کودی PL_3 و PG_3 به‌دست آمد که با هم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در هر دو رقم، گیاهان شاهد کمترین میزان وزن تر شاخسار را داشتند (شکل ۴). همچنین، نتایج نشان داد که در هر دو رقم، بیشترین وزن خشک شاخسار در تیمار کودی PL_3 به‌دست آمد. کمترین میزان وزن خشک اندام



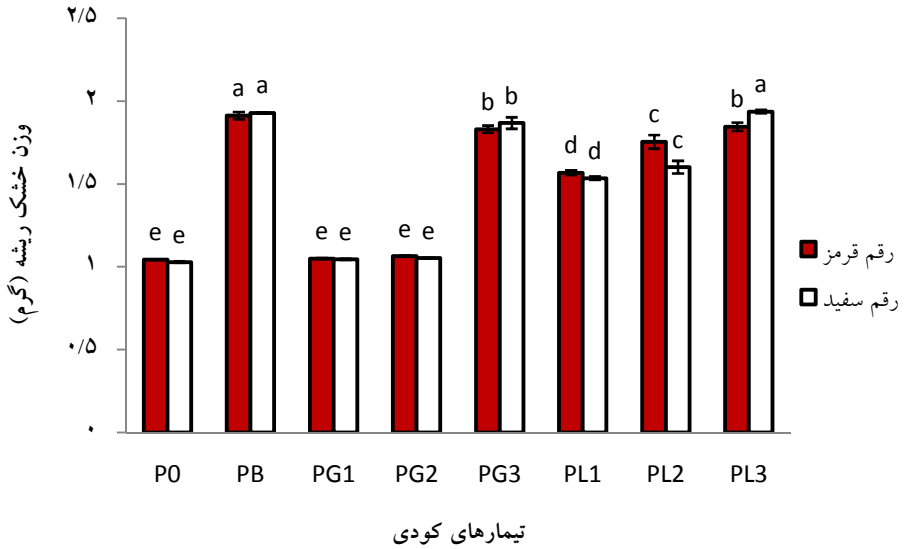
شکل ۵. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت وزن خشک بخش هوایی. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.



شکل ۶. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت وزن تر ریشه. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.

هوایی در گیاهان شاهد به‌دست آمد که در رقم سفید با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد؛ ولی در رقم قرمز، با سطوح اول کود مایع و گرانوله تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۵).

از نظر وزن تر ریشه، بیشترین مقدار در هر دو رقم در تیمار کود بیولوژیک به‌دست آمد که در رقم قرمز تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد؛ ولی در رقم سفید، تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها، بجز سطح سوم کود مایع، نشان داد (شکل ۶). کمترین میزان وزن تر ریشه در رقم قرمز در گیاهان شاهد مشاهده شد که با دیگر تیمارها، بجز سطح اول گرانوله، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن نشان نداد. در رقم سفید، کمترین میزان در گیاهان تیمار شاهد و سطح اول کود گرانوله و کود مایع به‌دست آمد که با دیگر تیمارها تفاوت



شکل ۷. مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودی بر صفت وزن خشک ریشه. P0: تیمار شاهد (بدون فسفر)، PB: تیمار کود زیستی فسفر؛ PG1، PG2 و PG3: سطح یک تا سه کود گرانوله؛ PL1، PL2 و PL3: سطح یک تا سه کود مایع.

معنی‌داری نشان دادند (شکل ۶). بیشترین وزن خشک ریشه نیز در هر دو رقم به ترتیب مربوط به تیمارهای کودی PB و PL_3 بود که در رقم قرمز با هم تفاوت معنی‌داری نشان دادند؛ ولی در رقم سفید، این تفاوت معنی‌دار نبود (شکل ۷). از طرفی، در هر دو رقم، کمترین میزان وزن خشک ریشه در تیمارهای شاهد و سطح اول و دوم کود گرانوله مشاهده شد که با هم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن نشان ندادند (شکل ۷).

از نظر فاکتورهای زایشی، بیشترین طول گل‌آذین، تعداد گلچه در گل‌آذین، تعداد گلبرگ در گلچه، ارتفاع ساقه گل‌دهند و تعداد برگ در هر دو رقم در تیمار سطح سوم کود مایع و سپس گرانوله به‌دست آمد (نتایج نشان داده نشده است).

بحث

فسفر از مهمترین عناصر مورد نیاز برای رشد و نمو و تولید گیاهی است. فسفر رابطه تنگاتنگی با حیات در سطح سلولی دارد، به نحوی که بسیاری از اجزای حیاتی و فرایندهای سلولی نیاز به فسفر دارند. در ساختار DNA و RNA که مهمترین و اساسی‌ترین اجزای سلول‌های زنده هستند نقشی انکارناپذیر دارد و در فتوسنتز و تنفس به صورت ATP در دریافت و انتقال انرژی نقش مهمی ایفا می‌کند. نشان داده شده که با کاربرد کودهای فسفره، رشد و نمو و عملکرد گیاهان بهبود می‌یابد (۹، ۱۲، ۱۴ و ۲۳). روش متداول کاربرد فسفر به صورت پخش سطحی می‌باشد که به علت رسوب ویا تثبیت در خاک، باعث کاهش قابل ملاحظه راندمان مصرف آن می‌گردد. کاربرد کودهای مایع فسفره، یا حل کردن کود گرانوله در آب و کاربرد شکل محلول آن، می‌تواند باعث افزایش راندمان کاربرد فسفر گردد (۱۶). نحوه پراکنش کود در خاک با استفاده از کود مایع طوری است که حجم بیشتری از خاک را غنی از عناصر غذایی می‌کند و در نتیجه ریشه با حجم بیشتری از دانه‌های غنی شده خاک، تماس پیدا می‌کند. آزمایش‌های مختلف نشان داده‌اند که نه تنها تماس بیشتر ریشه، بلکه عوامل فیزیکی و شیمیایی، از جمله وجود رطوبت کافی و آهکی نبودن خاک (۱۳) باعث اثربخشی بهتر کودهای مایع می‌شود.

در مطالعه حاضر، سطح سوم کود سوپرفسفات تریپل (۲۰۰ میلی‌گرم فسفر در کیلوگرم خاک) به صورت مایع، بیشترین

تأثیر را بر صفات مورد ارزیابی نشان داد، به‌طوری که بیشترین میزان کلروفیل a و b، درصد فسفر برگ، وزن تر و خشک شاخسار و همچنین طول شاخه گل‌دهنده، طول گل‌آذین و تعداد گلچه در گل‌آذین در این غلظت به‌دست آمد. اما، بیشترین وزن تر و خشک ریشه، به عنوان یکی از مهمترین پارامترهای رشد رویشی، در تیمار کود بیولوژیک مشاهده گردید. در تحقیقی مشابه، بیشترین مقدار کلروفیل a و b با استفاده از کود زیستی فسفاته برای گل شب‌بو به‌دست آمد (۱۸). در گیاه گندم نیز با کاربرد کود مایع فسفات، بیومس گیاه افزایش یافت (۱۵). همچنین، در گل همیشه بهار، نشان داده شده که بیشترین درصد فسفر و وزن تر و خشک در کاربرد کود زیستی بارور۲، در مقایسه با گیاهان شاهد یا تیمار کود شیمیایی، به‌دست آمد (۱۰). تلقیح ریشه سویا به‌وسیله باکتری سودوموناس (*Pseudomonas putida*) همراه با ریزوبیوم (*Brady rhizobium*) منجر به بیشترین غلظت فسفر در بخش هوایی شد. در گل شمعدانی نیز با کاربرد کود بیولوژیک، تولید بیومس بهبود یافت (۱۹).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت‌های زیاد سوپرفسفات تریپل، بیشترین صفات رویشی و زایشی دو رقم شب‌بو را باعث گردیدند. در این مورد، کاربرد سوپرفسفات تریپل به صورت مایع، منجر به کارآیی بهتر فسفر در جذب توسط گیاه گردید. لذا، این نتایج بیانگر آن است که کاربرد به شکل مایع فسفر احتمالاً می‌تواند منجر به کارآیی بیشتر و در نتیجه کاهش مقدار مصرف کودهای فسفاته گردد که از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی بسیار مطلوب است. در این آزمایش، همچنین کاربرد کود بیولوژیک، بدون اضافه کردن نمک‌های فسفاته، باعث بهبود قابل ملاحظه رشد و نمو در هر دو رقم گیاه شب‌بو، در مقایسه با گیاهان شاهد، گردید، به‌طوری که بیشترین وزن تر و خشک ریشه نیز از این تیمار به‌دست آمد و لذا می‌تواند به عنوان تیمار مناسب برای کشت شب‌بو توصیه گردد که در جهت تولید ارگانیک و حفظ محیط‌زیست نیز می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱.خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸٦. مبانی تغذیه گیاه. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. فلاح، ع. ر. و ک. خاوازی. ۱۳۷۷. نقش باکتری‌های حل کننده فسفات در کشاورزی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور: مجموعه مقالات. نشر آموزش کشاورزی، کرج.

۳. ملکوتی، م. ج.، پ. کشاورز و ن. ع. کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

4. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in beta vulgaris. Plant physiology. 24: 1-15.

5. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, October 16-20, Thailand.

6. Cottenie, A. 1980. Methods of Plant Analysis. PP. 64-100. *In:* Soil and Plant Testing, FAO Soils Bulletin, 38/2, Rome, Italy.

7. De Freitas, J.R., M.R. Banerjee and J.J. Germida. 2004. Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). Biol. Fert. Soils 24: 358- 364.

8. Gaind, S. and A.C. Gaur. 1991. Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. Plant Soil 133(1): 141-149.

9. Haque, K.M.F., A.A. Jahangir, M.E. Haque, R.K. Mondal, M.A.A. Jahan and M.A.M. Sarker. 2006. Yield and nutritional quality of cabbage as affected by nitrogen and phosphorus fertilization. Bangl. J. Sci. Ind. Res. 41(1): 41-46.

10. Hashemabadi, D., F. Zaredost, M. Barari Ziyabari, M. Zarchini, B. Kaviani, M. Jadid Solimandarabi, A. Mohammadi Torkashvand and S. Zarchini. 2012. Influence of phosphate bio-fertilizer on quantity and quality features of marigold (*Tagetes erecta* L.). Aust. J. Crop Sci. 6(6): 1101-1109.
11. Hiscox, J.D. and G.F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.
12. Lickfett, T.B., L. Matthäus and C. Möllers. 1999. Seed yield, oil and phytate concentration in the seeds of two oilseed rape cultivars as affected by different phosphorus supply. Eur. J. Agron. 11(3): 293-299.
13. Lombi, E., M.J. McLaughlin, C. Johnston, R.D. Armstrong and R.E. Holloway. 2004. Mobility and lability of phosphorus from granular and fluid monoammonium phosphate differs in a calcareous soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 682-689.
14. Manske, G.G., B. Ortiz-Monasterio, J.I. Van Ginkel, M. Gonzalez, R.M. Fischer, R.A. Rajaram and P.L.G. Vlek. 2001. Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. Eur. J. Agron. 14(4): 261-274.
15. McBeath, T.M., R.D. Armstrong, E. Lombi, M.J. McLaughlin and R.E. Holloway. 2005. The responsiveness of wheat (*Triticuum aestivum* L.) to liquid and granular phosphorus fertilisers in Southern Australian soils. Aust. J. Soil Res. 43: 203-212.
16. McLaughlin, M.J., T.M. McBeath, R.D. Armstrong, M.J. Bell, M.D.A. Bolland, M.K. Conyers, R.E. Holloway and S.D. Mason. 2007. Predicting the response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to liquid and granular phosphorus fertilisers in Australian soils. Aust. J. Soil Res. 45(6): 448-458.
17. Puente, M., Y. Bashan and V.K. Lebsky. 2004. Microbial population and activities in the rhizooplane of rock-weathering desert plants. I. Root colonization and weathering of igneous rocks. Plant Biol. 6: 629 642.
18. Rawia Eid, A., M. Nemat Awad and H.A. Hamouda. 2009. Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. Am.-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 5(4): 509-518.
19. Sivakumer, B.S., N. Earanna, A.A. Farooqi, D.J. Bagyaraj and C.K. Suresh. 2002. Effect of AM fungus and plant growth promoting rhizomicroorganisms (PGPR's) on growth and biomass of geranium. J. Soil Biol. Ecol. 22: 27-30.
20. Tilak, K.V.B., N. Ranganayaki, K.K. Pal, A.K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, S. Mittal, A.K. Tripathi and B.N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Curr. Sci. 89: 136-150.
21. Woomer, P.L. 1994. Most probable number counts. PP. 59-79. *In:* Weaver, R.W. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, Wis. USA.
22. Zaidi, A., Md. Saghir Khan and Md. Amil. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron. 19: 15-21.
23. Zubriski, J.C. and D.C. Zimmerman. 1974. Effects of nitrogen, phosphorus, and plant density on sunflower. Agron. J. 66(6): 798-801.