Archive of SID

بررسی برخی صفات رشدی و عملکردی گیاه کاملینا (*Camelina sativa* L.) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی

مرضیه حسنی بلیانی[۱]، محمودرضا تدین[۲*] و علی‌اکبر فدایی تهرانی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۱)

چکیده

کاملینا (*Camelina sativa* L.) از دسته گیاهان زراعی یک‌ساله است که برای تولید روغن از دانه آن استفاده می‌شود. به‌منظور مطالعه برخی صفات رشدی و عملکردی گیاه کاملینا (*Camelina sativa* L.) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، فسفر و گوگرد، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه‌ای واقع در کازرون اجرا شد. تیمارها شامل کود زیستی بارور۲ حاوی باکتری حل‌کننده فسفات (باکتری *Pseudomonas putida* Strain 13P و *Pantoea agglomerans* Strain 5P) به‌عنوان عامل اول در دو سطح (مصرف و عدم مصرف) و کود شیمیایی به‌عنوان عامل دوم شامل تیمارهای شاهد، کودهای نیتروژن، فسفر، گوگرد به‌تنهایی و دو مقدار در حد توصیه شده (به‌ترتیب ۲۰۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳۰ درصد کمتر از حد توصیه شده بودند. نتایج نشان داد مصرف کود زیستی بر صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود ولی تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود. مصرف کود شیمیایی و نیز اثر برهم‌کنش تیمارهای کودهای شیمیایی همراه با کود زیستی بر همه صفات گیاه کاملینا معنی‌دار بود. کاربرد تلفیقی کودهای زیستی با کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد نسبت به شاهد باعث افزایش ۵۰/۵۸ درصدی ارتفاع بوته، ۲۶/۷ درصدی تعداد شاخه فرعی، ۲۹/۸ درصدی تعداد دانه در خورجین، ۸۶/۸۵ درصدی عملکرد دانه، ۶۳/۵۸ درصدی عملکرد بیولوژیک و ۳۲/۳۶ درصدی شاخص سطح برداشت شد. مصرف نیتروژن نسبت به شاهد بر تعداد خورجین در بوته ۲۷/۸۴ درصد و مصرف نیتروژن همراه با گوگرد بر وزن هزار دانه نسبت به شاهد ۵۴/۵۴ درصد افزایش نشان داد. با توجه به نتایج آزمایش بهترین تیمار کودی برای گیاه کاملینا، ترکیب کود شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و گوگرد به‌همراه مصرف کود زیستی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه، تعداد خورجین، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۳. دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دنشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کاملینا (*Camelina sativa* L.) گیاهی روغنی یک‌ساله متعلق به خانواده براسیکاسه (*Brassicaceae*) و بومی شمال اروپا است که با عنوان کتان کاذب (false flax) یا gold-of-pleasure شناخته شده است. چرخه زندگی این گیاه کوتاه (۸۵ تا ۱۰۰ روز) با سامانه ریشه‌ای کم‌عمق است. سازگاری خوبی با مناطق نیمه‌خشک دارد، اما شروع گرما و افزایش دما در تابستان می‌تواند عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دهد (۳۱). در شرایط آب‌وهوایی مختلف و انواع وضعیت خاکی به‌عنوان یک گیاه بهاره یا تابستانه یک‌ساله یا به‌عنوان یک گیاه زمستانه دوساله رشد می‌کند (۴۳). بذرهای این گیاه کوچک و دارای سطح خشن است که بالاترین درصد روغن (۳۵ تا ۴۵ درصد) و بیشترین کارایی مصرف آب در مقایسه با دیگر دانه‌های روغنی مانند کلزا را دارد (۲۵). در تولید کاملینا مدیریت مواد مغذی از عوامل مهمی است که بر رشد، عملکرد و کیفیت دانه تأثیر می‌گذارد. بسته به شرایط رشدی گیاه، حاصلخیزی خاک، نوع خاک و رطوبت قابل دسترس، معمولاً ۵۰-۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (N) و ۱۰-۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد (S) و ۱۵ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (P) برای تولید کاملینا نیاز است (۳۱).

نیتروژن چهارمین عنصر اصلی تشکیل‌دهنده وزن خشک گیاهان و یکی از اجزای تشکیل‌دهنده بسیاری از مولکول‌های مهم از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، برخی هورمون‌ها، کلروفیل و انواع دیگری از مواد سازنده اولیه و ثانویه گیاهان است (۱۸). نیتروژن و بعد از آن فسفر مهم‌ترین عناصری هستند که رشد گیاه را در صورت کمبود محدود می‌کنند (۴۰). همچنین گوگرد از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد، عملکرد و کیفیت محصول در گیاهان دانه روغنی محسوب می‌شود، از این‌رو پژوهشگران کشاورزی توصیه می‌کنند که برای گیاهان روغنی گوگرد را نیز به NPK اضافه کنند (۳).

کودهای زیستی شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی، مانند باکتری‌ها هستند که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سامانه ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌شوند (۷). کودهای باکتریایی بیش از یک نقش داشته و علاوه‌بر کمک به جذب عنصری خاص، باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌های گیاه و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمّی و کیفی محصول می‌شوند (۱۵). تلقیح گیاهان با برخی از باکتری‌های حل‌کننده فسفات سبب افزایش جذب فسفر در گیاه می‌شود. فسفر بر گل‌دهی و رشد اندام‌های زایشی گیاه مؤثر است و به‌دلیل نقشی که در ذخیره و انتقال انرژی دارد، افزایش جذب فسفر، این امکان را فراهم می‌کند که گیاه بتواند انرژی بیشتری را صرف تولید اندام‌های زایشی کند (۳۳). مشکلات محیط زیستی ناشی از کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آنها و اثرات سویی که بر چرخه‌های زیستی و خود پایداری بوم‌نظام‌های زراعی می‌گذارند از علل رویکرد به کاربرد کودهای زیستی هستند (۴۲). نتایج برخی مطالعات نشان داده است که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی باعث دستیابی به بیشترین عملکرد دانه نسبت به مصرف تنهایی هر کدام از کودهای شیمیایی و زیستی در گیاهان می‌شود (۴). بررسی مطالعات انجام شده روی کاربرد کودهای زیستی و ترکیب آنها با کودهای شیمیایی نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیستی دارای اثرات مثبتی بر عملکرد کمّی و کیفی گیاهان همراه با کاهش مصرف کودهای شیمیایی است. منابع علمی به نقش مثبت ریزوباکترهای محرک رشد گیاه، بر عملکرد گیاهان زراعی مختلف اشاره کرده‌اند (۱). در مطالعه‌ای تأثیر روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس نشان داده شده است که با کاربرد ۷۰ گرم کود زیستی فسفر بارور۲ به‌همراه ۱۰ کیلوگرم کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد به‌دست آمد (۲). بررسی نتایج شهاتا و خواز (۴۳) نشان داد که کاربرد کود زیستی شامل باکتری‌های افزاینده رشد، عملکرد آفتابگردان و صفات کیفی را در مقایسه با تیمار کنترل (عدم تلقیح) بهبود

www.SID.ir

Archive of SID

بخشیدند به‌طوری که سبب افزایش عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه شدند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و وزن هزار دانه در ذرت هنگامی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی با کود شیمیایی فسفر به صورت تلفیقی استفاده شد (۱۳). همچنین نتایج مختلف در خصوص کارایی میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، بر نقش مؤثر آنها در افزایش عملکرد گیاهان زراعی چون کلزا،گندم و لوبیا تأکید دارد (۲۶). استفاده از کودهای بیولوژیک فوایدی همچون صرفه اقتصادی، پایداری منابع خاک، حفظ تولید در درازمدت و جلوگیری از آلودگی محیط زیست را به‌همراه دارد. امروزه با توجه به اینکه نیاز به روغن‌های گیاهی با کیفیت بالا در حال افزایش است، در نتیجه مدیریت کود، یک عامل مهم در کشت گیاهان روغنی است (۲۲). از آنجایی که پژوهش‌های اندکی در رابطه با اثر کاربرد کودهای زیستی بر افزایش رشد و عملکرد گیاه دانه روغنی کاملینا در کشور انجام شده است و توسعه کشت این گیاه رو به افزایش است از این‌رو، هدف از انجام این آزمایش، بررسی برخی صفات رشدی و عملکردی گیاه کاملینا تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، فسفر و گوگرد است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای با مختصات طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۵ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۸۶۰ متر از سطح دریا در پنج کیلومتری شهر کازرون و در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

براساس آمار هواشناسی و با توجه به سامانه طبقه‌بندی اقلیمی کوپن، منطقه مورد نظر، اقلیمی نیمه‌خشک دارد. زمین محل آزمایش در سال قبل از کشت، گندم بوده است. به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی خاک مزرعه، قبل از آماده‌سازی زمین، نمونه‌هایی از خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد (جدول ۱). تیمارها شامل کود زیستی بارور۲ حاوی باکتری حل‌کننده فسفات (باکتری *Pseudomonas putida* Strain 13P و *Pantoea agglomerans* Strain 5P) به‌عنوان عامل اول در دو سطح (مصرف و عدم مصرف) و کود شیمیایی به‌عنوان عامل دوم شامل تیمارهای شاهد، کودهای نیتروژن، فسفر، گوگرد به‌تنهایی و در دو مقدار در حد مطلوب (به‌ترتیب ۲۰۰، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ۳۰ درصد کمتر از مقدار مطلوب بودند. مقادیر استفاده شده به‌عنوان مطلوب و ۳۰ درصد کمتر از مطلوب در تیمار کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک و توصیه آزمایشگاه در نظر گرفته شده است. منبع استفاده از کود شیمیایی به‌ترتیب اوره، سوپرفسفات تریپل و گوگرد خالص بوده است. یک‌سوم از مقدار کود نیتروژن در هنگام تهیه بستر به زمین داده شد دو سوم باقی‌مانده کود نیتروژن پس از کاشت به‌صورت سرک در دو مرحله تا قبل از گل‌دهی توزیع شد.

کود زیستی فسفاته بارور۲ حاوی 10^7 CFU/gr تا 10^8 باکتری حل‌کننده فسفات پانتوآ آگلومرانس سویه P5 (*Pantoea agglomerans* Strain 5P) و سودوموناس پوتیدا سویه P13 (*Pseudomonas putida* Strain 13P) در هر گرم از کود است که با تولید اسیدهای ارگانیک و آنزیم‌های فسفاتاز در اطراف ریشه باعث آزاد شدن یون فسفات می‌شوند و قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول قابل دسترس گیاه تبدیل کنند. کود زیستی فسفاته با نام تجاری بارور۲ از شرکت زیست‌فناور سبز تهیه شد.

عملیات تلقیح بذور در محیطی سایه و دور از تابش مستقیم خورشید انجام گرفت و بذرهای کاملینا با کود زیستی فسفاته بارور۲ با نسبت مشخص (۱۰۰گرم برای یک هکتار) و بر اساس دستور العمل توصیه شده تلقیح شدند. ابعاد کرت‌ها ۱/۵ × ۲ متر و شامل هفت خط کشت با فاصله بین و روی ردیف به‌ترتیب ۱۵ و ۵ سانتی‌متر بود. بذرها با تراکم ۴۰۰ بوته در مترمربع کاشته شد. به‌منظور عدم تداخل و تأثیر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی، فاصله هرکرت با کرت مجاور ۵۰ سانتی‌متر و فاصله هر کرت با تیمار دیگر یک متر ایجاد شد. کاشت بر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از اعمال تیمارها

اسیدیته خاک	شوری (dS/m)	درصد اشباع خاک (%)	فسفرقابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن (%)	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)
۷/۹	۰/۶	۴۹	۲/۹	۱۷۴	۰/۱۴	۲	۱/۳
مس (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	کربن آلی (%)	شن (%)	لای (%)	رس (%)	آهک (%)	بافت خاک
۰/۷۶	۷/۲۲	۱/۴۵	۱۸/۸	۴۴	۳۷/۲	۱۰/۵	لوم رسی سیلتی

جدول ۲. درجه آزادی و میانگین مربعات برخی ویژگی‌های مربوط به رشد و اجزای عملکرد دانه گیاه کاملینا

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد خورجین در شاخه	تعداد دانه در خورجین
تکرار	۲	۲۴۹/۲**	۱/۸۵۷**	۱/۲۸^{ns}	۲/۴۶**
کودزیستی	۱	۴۹/۲۳*	۰/۲۶۴^{ns}	۲۶۰/۰۲**	۰/۴۹*
کود شیمیایی	۱۰	۲۶۴/۱۸**	۲/۴۴۶**	۹۴/۴۹**	۲/۶۶**
کود زیستی × کود شیمیایی	۱۰	۲۵۰/۰۹**	۱/۳۸۸**	۴۲/۴۶**	۲/۴۹**
خطا	۴۲	۱۱/۱	۰/۰۸۹	۲/۱۸	۰/۱۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۴/۶۱	۴/۲۱	۳/۶۲	۲/۹۸

ns عدم معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

اساس شرایط آب‌وهوایی منطقه در بهمن‌ماه ۱۳۹۵ انجام شد. اولین مرحله آبیاری مزرعه بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی براساس شرایط محل، رطوبت خاک و دور مرسوم آبیاری گیاه کاملینا انجام گرفت. عملیات برداشت بوته‌ها با زرد شدن کامل خوشه‌ها به‌منظور تعیین عملکرد نهایی و صفات مرتبط با عملکرد، در اوایل خردادماه ۱۳۹۶صورت پذیرفت. از پنج خط مرکزی هر کرت و با حذف اثر حاشیه‌ای و با کف‌بر کردن بوته‌ها (به‌طور تصادفی) اقدام به نمونه‌برداری شد. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر قبل از برداشت نهایی و با نزدیک شدن گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند؛ برای تعیین عملکرد نهایی، در هر کرت از ردیف‌های میانی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت انجام و عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.1) و MSTATC و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای کود شیمیایی در سطح احتمال یک درصد و تیمارهای کود زیستی در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بوده است. همچنین برهم‌کنش کود شیمیایی و زیستی در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). استفاده از تیمارهای کود

www.SID.ir

Archive of SID

شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد در هر دو سطح مصرف و عدم مصرف کود زیستی ۵۰/۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون مصرف کود زیستی افزایش نشان داد (شکل ۱). علت ارتفاع بیشتر بوته در تیمارهای تلفیقی می‌تواند به‌دلیل قابلیت دسترسی بیشتر ریشه‌های گیاه به عناصر غذایی باشد. روند تغییرات ارتفاع بوته در پاسخ به کودهای زیستی در طول فصل رشد نشان داد که ارتفاع بوته کاملینا در اثر مصرف کود زیستی نسبت به شاهد افزایش یافته است. به‌طور کلی فراهمی آب و عناصر غذایی ضروری گیاه با افزایش تعداد گره‌ها و طول میان‌گره‌های ساقه، ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این نتایج با یافته‌های شالان (۳۹) در مورد اثر کودهای زیستی بر ویژگی رشدی سیاهدانه مطابقت داشت. کود شیمیایی نیتروژن سبب رشد رویشی بیشتر گیاه، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌های گیاهی می‌شود و در نتیجه باعث طویل شدن ارتفاع بوته می‌شود (۲۱). گوگرد به‌عنوان ماده اسیدزا می‌تواند با کاهش pH خاک در اطراف ریشه‌ها و افزایش جذب عناصر غذایی نظیر فسفر و روی باعث بهبود رشد و ارتفاع بوته شود. یون‌های فلزی همچون آهن، روی، مس، منگنز و منیزیم به‌عنوان کوفاکتور در ساختمان بسیاری از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مشارکت داشته و می‌توانند در افزایش ارتفاع بوته مؤثر باشند (۵). از این‌رو، با استناد به مطالعات صورت گرفته، کودهای زیستی می‌توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به نیتروژن و بنابراین افزایش ارتفاع گیاه داشته باشند.

تعداد شاخه فرعی

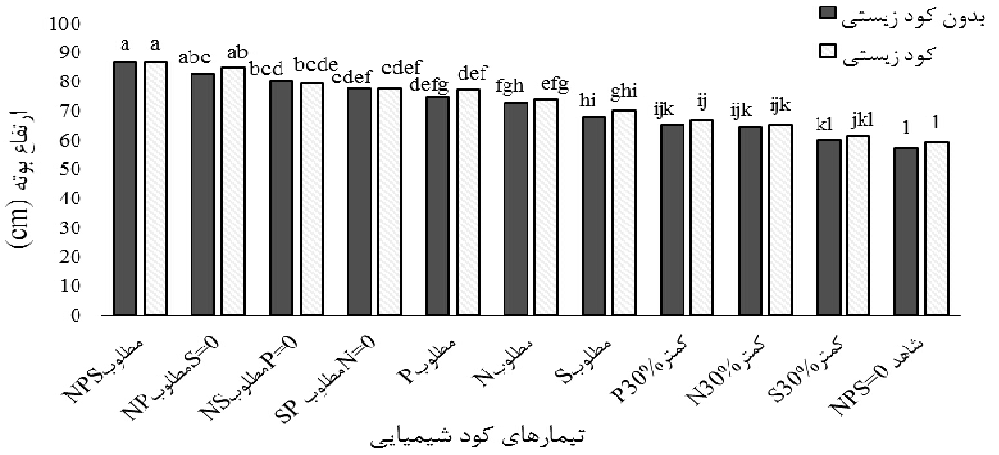
اثر کودهای شیمیایی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود، ولی اثر کود زیستی بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نشد (جدول ۲). استفاده از کود شیمیایی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی شد. همچنین برهم‌کنش تیمار کود شیمیایی و زیستی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش کود شیمیایی و زیستی نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد در حد مطلوب به‌همراه مصرف کود زیستی بوده است که نسبت به تیمار شاهد به‌همراه مصرف کود زیستی ۲۶/۷۰ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های سلمان‌زاده و همکاران (۳۶) مطابقت داشت. تعداد شاخه فرعی از صفات رویشی بوده و تحت تأثیر ویژگی ژنتیکی نیز قرار می‌گیرد. شاخه‌های منشعب از ساقه اصلی چون منتهی به سرشاخه‌های گل‌دار می‌شوند تأثیر زیادی در افزایش عملکرد دانه دارند. افزایش در انشعابات ساقه می‌تواند ناشی از افزایش ارتفاع بوته و رشد رویشی گیاه باشد که نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی فسفر، گوگرد و به‌ویژه نیتروژن است (۳۵). می‌توان افزایش جذب آب و دسترسی به مواد غذایی که عاملی مؤثر در توسعه بیشتر ریشه‌ها، بهبود شرایط برای رشد و تولید مواد فتوسنتزی را به اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی و در نتیجه افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت داد. بررسی سلوس و همکاران(۳۸) نشان داد که کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده، گیاه را در جذب عناصر بیشتر یاری می‌کنند که در نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با تلفیق مناسب کودهای شیمیایی و زیستی می‌توان مصرف کود شیمیایی را در مزارع کاهش داد.

تعداد خورجین در بوته

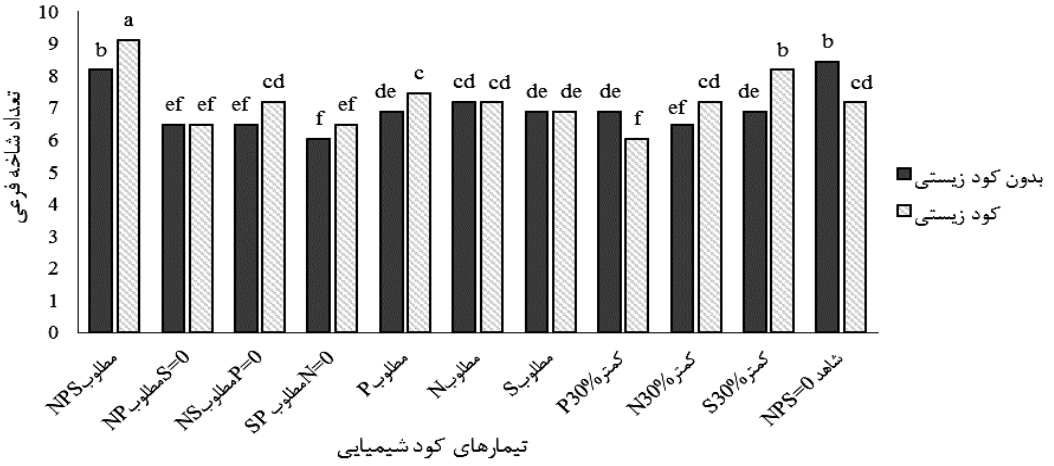
تعداد خورجین در بوته به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای کودهای شیمیایی و زیستی و نیز برهم‌کنش آنها قرار گرفت (جدول ۲). استفاده از تیمار کود شیمیایی نیتروژن در حد مطلوب، به‌همراه مصرف کود زیستی باعث افزایش ۲۷/۸۴ درصدی تعداد خورجین در بوته نسبت به شاهد شد و نیز کود شیمیایی گوگرد با ۳۰ درصد کمتر از مطلوب و بدون مصرف کود زیستی کاهش ۲۷/۳۷ درصدی تعداد خورجین در بوته را به همراه داشت (شکل ۳). تأثیر کود

www.SID.ir

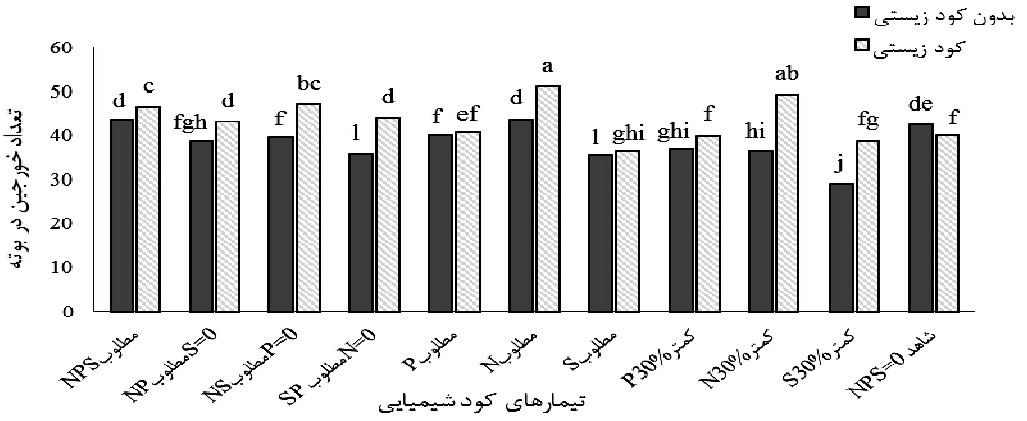
Archive of SID



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی × کود زیستی بر ارتفاع بوته کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر تعداد شاخه فرعی در بوته در کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر تعداد خورجین در بوته کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

زیستی بر تعداد خورجین در بوته در این آزمایش مثبت ارزیابی شد. به عبارتی، مصرف مقادیر مناسب کود شیمیایی از طریق بهبود فعالیت کودهای زیستی، سبب افزایش تعداد خورجین در بوته شد. ناصری و میرزایی (۳۰) نشان دادند که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر دارای تأثیر بسیار معنی‌دار بر صفت تعداد طبق در بوته گلرنگ بود به‌طوری که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر موجب افزایش ۸/۳۲ درصدی در تعداد طبق در بوته شد که در تأیید یافته‌های حاصل از این آزمایش است. همچنین یساری و پتواردن (۴۲) نیز اثر مثبت کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم را مربوط به تعداد غلاف در گیاه کلزا بیان داشتند.

تعداد دانه در خورجین

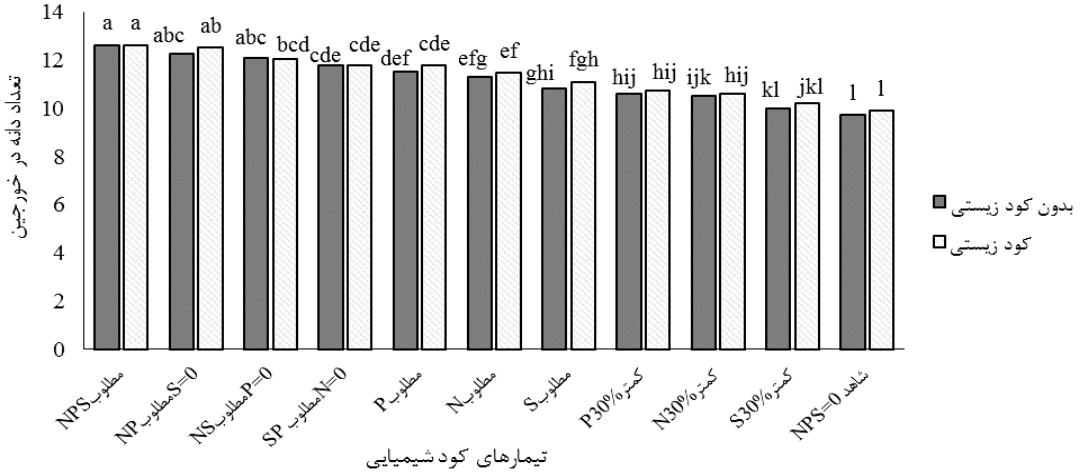
تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر کود شیمیایی همچنین برهم‌کنش کود شیمیایی و زیستی قرار گرفت. تیمار کود زیستی بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). تعداد دانه در خورجین، در حقیقت ظرفیت مقصد گیاه را تعیین می‌کند و هرچه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مقصد بزرگ‌تری برای دریافت مواد فتوسنتزی بوده و در نهایت افزایش تعداد دانه در خورجین منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد در هر دو سطح مصرف و عدم مصرف کود زیستی، با ۲۹/۸۰ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون مصرف کود زیستی افزایش داشت (شکل ۴). افزایش تعداد دانه در خورجین با کاربرد کودهای زیستی می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه باشد. از این‌رو، به نظر می‌رسد فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی، شرایط بهتری را برای انحلال و دسترسی به عناصر غذایی در کودهای شیمیایی فراهم کرده است. نتایج نشان داد که وجود باکتری‌های تسهیل‌کننده جذب فسفر با توجه به نقشی که فسفر در تحریک رشد زایشی و تشکیل دانه در گیاه بازی می‌کند باعث افزایش تعداد دانه می‌شود (۱۷). در آزمایشی مزرعه‌ای با مصرف منابع مختلف گوگرد نشان داده شد که جذب فسفر در نخود با افزایش مقدار گوگرد افزایش می‌یابد (۲۰). کومار و همکاران (۲۳) بیان داشتند کاربرد کودهای بیولوژیک به‌همراه درصد پایینی از کودهای شیمیایی روی گیاه کنجد توانست به‌طور معنی‌داری تعداد دانه در کپسول را افزایش دهد. تأثیر کودهای زیستی بر تعداد دانه در خورجین در این آزمایش مثبت ارزیابی شد. به عبارتی، مصرف مقادیر مناسب کود شیمیایی از طریق بهبود فعالیت کودهای زیستی سبب افزایش تعداد دانه در خورجین شد که با نتایج مرادی و همکاران (۲۸) مطابقت داشت.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده و اثر برهم‌کنش کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). استفاده از کود شیمیایی موجب افزایش وزن هزار دانه شد. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای کودشیمیایی فسفر+ گوگرد بدون مصرف کود زیستی بود که ۵۴/۵۴ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون مصرف کود زیستی افزایش نشان داد (شکل ۵) که با نتایج توحیدی‌نیا و همکاران (۴۱) مطابقت داشت. وزن هزار دانه عامل مهم و تعیین‌کننده عملکرد دانه است و نقش مهمی در پتانسیل عملکرد گیاه دارد (۳۷). شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه بر افزایش وزن هزار دانه تأثیر دارد. هانگ (۱۶) بیان کرده است که با توجه به ژنتیکی بودن وزن هزار دانه، به نظر می‌رسد که در صورت تغذیه مناسب کودی، به‌دلیل افزایش فعالیت فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه، دانه‌های سنگین‌تری تولید شود. دایپن (۹) دلایل کمتر بودن وزن هزار دانه در تیمار شاهد را ضعیف بودن گیاه و نداشتن رشد کافی برای ساخت و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها بیان می‌کند. همچنین محدودیت مبدأ که به‌دلیل شکاف و فاصله بین فتوسنتز برگ و خورجین‌ها ایجاد می‌شود، می‌تواند نمو بذرها را کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

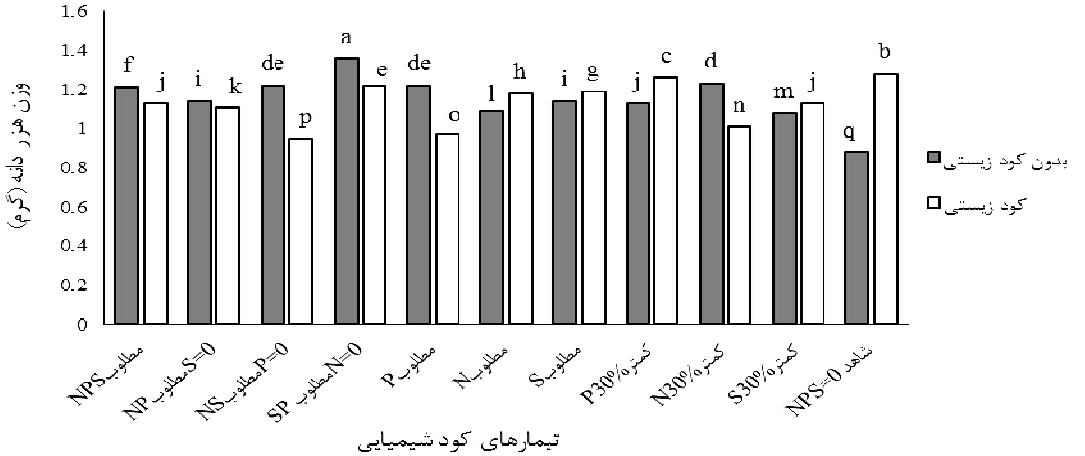


شکل ۴. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر تعداد دانه در خورجین کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳. درجه آزادی و میانگین مربعات ویژگی‌های مربوط به عملکرد گیاه کاملینا

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۰۹۷**	۳۱۲۷/۵۸**	۲۵۵۸۷/۰۰۹**	۰/۲۹۶^{ns}
کودزیستی	۱	۰/۲۶۲**	۵۱۶/۸۸^{ns}	۱۷۰/۸۸^{ns}	۱۳/۹۰۱**
کود شیمیایی	۱۰	۰/۰۳۰۸**	۴۱۳۰/۷۲**	۲۰۰۴۵/۸۹**	۷/۰۲۳**
کود زیستی × کودشیمیایی	۱۰	۰/۰۲۶**	۴۰۶۲/۴۸**	۱۳۰۶۷/۷۶**	۲۲/۶۸۴**
خطا	۴۲	۰/۰۰۰۰۲۷	۱۶۶/۲۰۵	۱۳۲۳/۶۰	۰/۶۴۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۰/۴۵	۶/۱۳	۶/۷۳	۲/۰۸

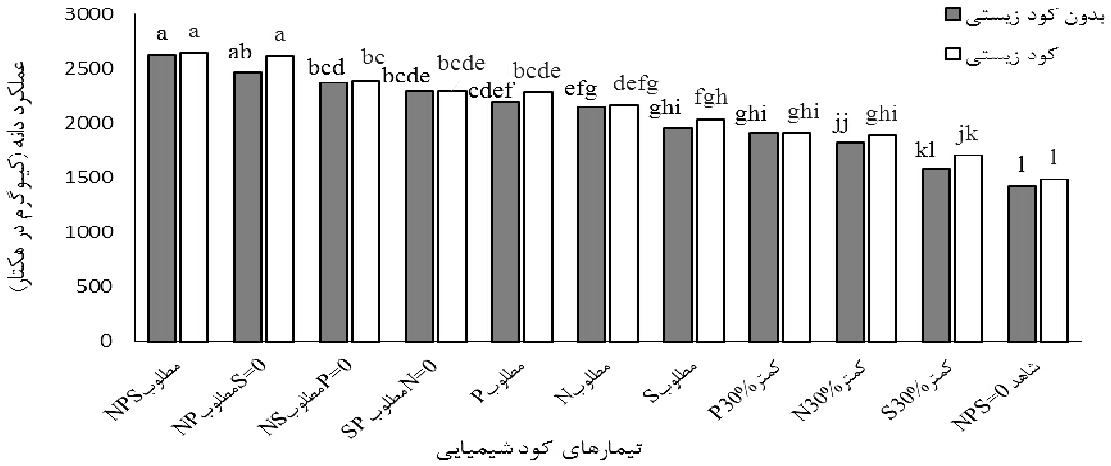
ns عدم معنی‌دار، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر وزن هزار دانه گیاه کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر عملکرد دانه گیاه کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

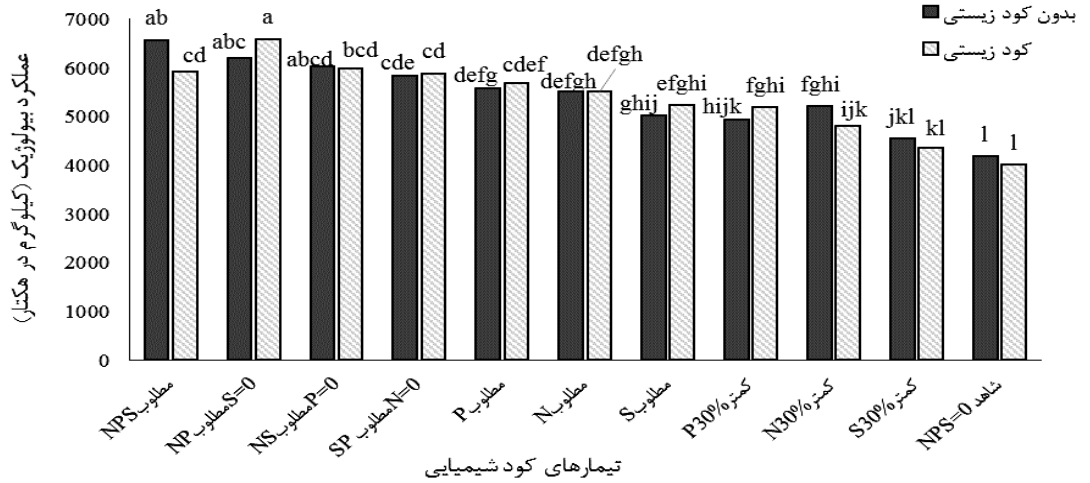
دهد و باعث عدم تکامل آنها شده و در نهایت وزن آنها کاهش می‌یابد. گوگرد پس از اکسید شدن در خاک علاوه‌بر نقش تغذیه‌ای مستقیم، می‌تواند به‌دلیل تولید اسید سولفوریک، باعث کاهش موضعی pH خاک شود و از این‌رو به‌طور غیرمستقیم نیز بر افزایش جذب فسفر و دیگر عناصر غذایی کم‌مصرف مؤثر واقع شود (۳۲). حمیدی و همکاران (۱۴) اثر باکتری‌های محرک رشد بر وزن هزار دانه را معنی‌دار دانسته و بیان کردند که باکتری‌های محرک رشد با تولید هورمون‌های محرک رشد و تأمین عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پر شدن دانه و در نهایت افزایش وزن هزار دانه را فراهم ساخته‌اند.

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس برای عملکرد دانه نشان داد که اثر کود شیمیایی و برهم‌کنش کود شیمیایی و زیستی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ولی اثر کود زیستی بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). استفاده از تیمار کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد با مصرف کود زیستی باعث افزایش ۸۶/۸۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد بدون مصرف کود زیستی شد (شکل ۶). به‌نظر می‌رسد که این افزایش عملکرد دانه نشان‌دهنده افزایش کارایی کودهای زیستی در حضور کود شیمیایی است. تیمار کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه، موجب افزایش عملکرد دانه شده است. این نتایج با یافته‌های دی و همکاران (۸) در زمینه کاربرد کود زیستی باکتریایی مطابقت دارد. تحقیقات گایند و گوار (۱۲) نشان داد که کاربرد فسفر و تلقیح خاک با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، باعث افزایش عملکرد غلات، بقولات، سیب‌زمینی و سایر گیاهان زراعی شده است. نتایج استفاده از کود زیستی فسفات بارور۲ در مناطق مختلف کشور نشان‌دهنده آن است که در بیشتر موارد، کاربرد کود زیستی بارور۲ موجب افزایش بالای ۱۰ درصدی عملکرد گیاهان زراعی شده است (۱۹). محسن‌نیا و جلیلیان (۲۷) بیان داشتند که کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش ۹۳ درصدی در عملکرد دانه شد همچنین کاهش عملکرد دانه در تیمار بدون کود نسبت به تیمارهای کودی را گزارش کردند. بر اساس نتایج باشان و همکاران (۶) از دلایل افزایش عملکرد دانه در گلرنگ ایجاد شرایط متعادل رشد رویشی و زایشی در گیاه و طی شدن کامل مراحل رشدی دانه‌ها است و این تعادل زمانی برقرار می‌شود که سطوح مختلف کود نیتروژن (برای رشد رویشی) و فسفره (برای رشد زایشی) مناسب باشد. نتایج

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر عملکرد بیولوژیک در کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی مرادی و همکاران (۲۹) نشان داد که با روش تلقیح کودی نه تنها می‌توان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد بلکه به‌طور قابل توجهی می‌توان مصرف کود شیمیایی را پایین آورد. افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، با کاربرد کودهای شیمیایی و جذب بیشتر آنها توسط گیاه، در نتیجه افزایش رشد و فتوسنتز با افزایش سطح برگ گیاه از عوامل افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تلفیقی است.

عملکرد بیولوژیک

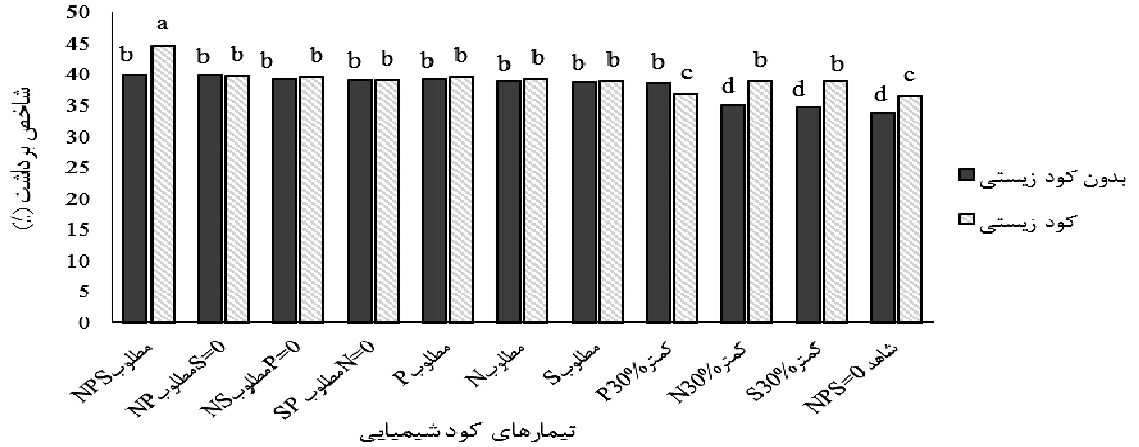
تجزیه واریانس ارائه شده (جدول ۳) نشان می‌دهد که اثر تیمارهای کود شیمیایی و برهم‌کنش آنها بر عملکرد بیولوژیک کاملینا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است و اثر کود زیستی بر این ویژگی معنی‌دار نشد. شکل ۷ نشان می‌دهد که مصرف کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد، عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار کود شیمیایی نیتروژن + فسفر+ گوگرد بدون مصرف کود زیستی، به‌میزان ۶۳/۵۸ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد با مصرف کود زیستی بود. جذب عناصر غذایی بیشتر توسط گیاه، همچنین استفاده از سطوح کودی مختلف را سبب افزایش ماده خشک در گیاه، رشد و نمو و فعالیت‌های بیوشیمیایی گیاه را افزایش می‌دهد و این موضوع موجب افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه می‌شود. این نتایج با یافته‌های سعیدنژاد و همکاران (۳۴) مطابقت داشت به‌طوری که استفاده از کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد. به‌نظر می‌رسد باکتری‌های موجود در کود با تولید ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می‌شوند.

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر کود شیمیایی و کود زیستی و همچنین برهم‌کنش آنها قرار گرفت (جدول ۳). تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی همراه با مصرف کود زیستی بیشترین تأثیر بر تسهیم ماده خشک نسبت به شاهد داشته‌اند. بر اساس مقایسه میانگین تیمارها بیشترین شاخص برداشت نسبت به شاهد بدون مصرف کود زیستی، با ۳۲/۳۶ درصد افزایش مربوط به تیمار کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ گوگرد به همراه مصرف کود زیستی است (شکل ۸). ایجاد تعادل در عناصر غذایی گیاه می‌تواند ضمن افزایش رشد رویشی در رشد زایشی نیز مؤثر باشد. با ایجاد مقصدهای فراوان (دانه‌ها) فراورده‌های فتوسنتزی تولیدی حاصل از رشد رویشی، به موقع به دانه‌ها انتقال یافته و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش کود شیمیایی در کود زیستی بر شاخص برداشت در کاملینا. ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

در نهایت شاخص برداشت بالا می‌رود. این نتایج با یافته‌های آزمایش توحیدی‌نیا و همکاران (۴۱) مطابقت داشت. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که شاخص برداشت به احتمال زیاد تحت تأثیر شرایط محیطی و مدیریتی اجرای آزمایش قرار گرفته و مناسب بودن شرایط محیطی و مدیریت مزرعه در بالاتر بودن شاخص برداشت مؤثر بوده و این افزایش در سیستم تغذیه تلفیقی چشمگیرتر بوده است. نتایج دوتا و بادیوپادهیا (۱۰) در شرایط مزرعه‌ای با کاربرد فسفر معدنی و کودهای زیستی اختلاف آماری معنی‌داری را روی شاخص برداشت مشاهده کردند. مظاهری و مجنون حسینی (۲۴) بیان کردند که فسفر به‌صورت معدنی کمتر قابل جذب گیاه است. محسن‌نیا و جلیلیان (۲۷) در آزمایش انجام شده روی گلرنگ بیان کردند که، تیمار کودی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت، به‌طوری که گیاهان با تیمار کودی اوره بیشترین مقدار شاخص برداشت را داشتند و کمترین شاخص برداشت در تیمار شاهد دیده شد. در این آزمایش شاخص برداشت در تیمار شاهد به‌میزان ۱۹/۳درصد نسبت به تیمار اوره کاهش داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تلقیح بذر با کودهای زیستی علاوه‌بر تولید هورمون‌های محرک رشد، باعث توسعه سطح فعال سامانه ریشه‌ای و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده که در نهایت شاخص برداشت گیاه کاملینا را افزایش داده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی، می‌تواند در افزایش کارایی انحلال و فراهمی عناصر غذایی موجود در کودهای شیمیایی و در نهایت افزایش عملکرد دانه، بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه کاملینا و کاهش مصرف و آلایندگی کودهای شیمیایی مؤثر باشد. نتایج نشان داد که مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و گوگرد به‌همراه کود زیستی بارور۲ موجب دستیابی به بهترین عملکرد دانه در گیاه کاملینا می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Adesemoye, A. O., H. A. Torbert and J. W. Kloepper. 2010. Increased plant uptake of nitrogen from 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology* 46: 54-58.
2. Ahmadi-Fard, M., K. Azizi, A. Ismaili, S. Heydari and A. Daraei Mofard. 2011. The effects of different fertilization method's on seed yield and components of lentil (*Lens culinaris*) under Khoramabad climatic condition, Iran.

www.SID.ir

Journal of Agricultural Science 4 (40): 1-14. (In Farsi).
3. Altaf, A., V. Khan and M. Z. Abdin. 2000. Effect of sulfur fertilization on oil accumulation, acetyl-CoA concentration, and acetyl-CoA carboxylase activity in the developing seeds of rapeseed (*Brassica campestris* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 51: 1023-1029.
4. Amujoyegbe, B. J., J. T. Opbode and A. Olayinka. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolour* L.) moench. *African Journal of Biotechnology* 6(16): 1869-1873.
5. Anandham, R. and R. Sridar. 2004. Use of Sulfur Bacteria for Increased Yield and Oil Content of Groundnut. pp: 365-371. *In:* Kannaiyan, S., K. Kumar and K. Govindarajan (Eds.). Jodhpour, Scientific Publishers. Biofertilizers Technology, India .
6. Bashan, Y., L. Alcaraz and G. Toledo. 1992. Responses of soybean and cowpea root membranes to inoculation with Azospirillum brasilense. *Symbiosis-Rehovot* 13: 217-228.
7. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *In:* Proceeding of the International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. Land Development Department Bangkok, Thailand. pp 16-20.
8. Dey, R., K. K. Pal, D. M. Bhatt and S. M. Chauhan. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (A*rachis hypogaea* L.) by application of plant growth-promoting rhizobacteria. *Microbiological Research* 159: 371-394.
9. Diepen Brock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crops Research Journal* 67 (1): 35-49.
10. Dutta, D. and P. Bandyopadhyay. 2009. Performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to application of phosphorus and bio-fertilizer in laterite soil. *Archives of Agronomy and Soil Science* 55(2): 147-155.
11. El-Habbasha, S. F. M., S. Abd- El- Salam and M. O. Kabesh. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(6): 563-571.
12. Gaind, S. and A. C. Gaur. 1991. Thermo tolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. *Plant and Soil* 133(1): 141-149.
13. Ghasemi, S., K. Siavoshi, R. Choukan and K. Khavazi. 2011. Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (Zea mays L.) cv. KSC704 under water deficit stress conditions. *Seed and Plant Production Journal* 27-2 (2): 219-233. (In Farsi).
14. Hamidi, A., A. Ghalavand, M. Dehghan Shoor, M. J. Malakuti, A. Asgharzadeh and R. Chakan. 2006. The effects of application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the yield of fodder maize (*Zea mays* L.). *Pajouhesh and Sazandegi Journal* 70: 16-22. (In Farsi).
15. Han, H., K. Supanjani and D. Lee. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil and Environment* 52(3): 130-136.
16. Hang, A. N. and G. Gilliard. 1991. Water requirement for winter rapeseed in central Washington. *In:* Proceedings of the Eighth International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada. Organizing Committee, Saskatoon. pp: 1235-1240.
17. Hassan zadeh, E., D. Mazaheri, M. R. Chaichi and K. Khavazi. 2006. Efficiency of phosphorus solubilizing bacteria and phosphorus chemical fertilizer on yield and yield components of barley cultivar (Karoon Dar kavir). *Iranian Journal Pazhouhesh and Ssazandegi* 20 (4): 111-118. (In Farsi).
18. Hopkins, W.G. 2004. Introduction to plant physiology (No. Ed. 2). John Whirly and Sons. New York.
19. Hossein Zadeh, H. 2005. Barvar Phosphate Biofertilizer Effects on Products Yield .P 45. In: Jahad University Press. Tehran. (In Farsi).
20. Kachhave, K. G., S. D. Gawand and O. D. Kohire. 1997. Uptake of nutrients by chickpea, *Journal of the Indian Society of Soil Science* 45: 590-591.
21. Khajehpour, M. 2004. Industrial Plants. P 563. Publishing Center of Isfahan University. (In Farsi).
22. Koochaki. A., A. Nakhtoroosh. H. Zarifketabi. 1997. In: Organic Agriculture, Ferdowsi University Press, Mashhad. (In Farsi).
23. Kumar, S., P. Pandey and D. K. Maheshwari. 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent Pseudomonas aeruginosa LES4. *European Journal of Soil Biology* 45(4): 334–340.
24. Mazaheri, D. and N. Majnon-hossieni. 2006. Bases of General Crop Production. P 320. Tehran University of Publications. (In Farsi).
25. McVay, K. A. and Q. A. Khan. 2011. Camelina yield response to different plant populations under dryland conditions. *Agronomy Journal* 103 (4): 1265–1269.
26. Miller, R. M. and J. D. Jastrow. 1992. The role of mycorrhizal fungi in soil conservation1. pp. 29-44, *In:* Bet hlenfalvay, G. J. and R. G. Linderman (Eds.), Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. ASA Special Publication No. 54, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America,

www.SID.ir

Archive of SID

Madison. Wisconsin.
27. Mohsen Nia, A. and C. Jalilian. 2012. Drought stress and fertilizer sources effects on yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agroecology* 4(8): 235-245. (In Farsi).
28. Moradi, M., H. Madani and R. Cowboy Kvmami. 2010. Application of phosphorous biofertilizer and its Comparison with Chemical Phosphorus on Quantitative properties of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Arak Region. In: Eleventh Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Tehran. (In Farsi).
29. Moradi, M., S. A. Siyadat, k. Khavazi, R. Nasseri, A. Maleki and A. Mirzaei. 2011. Biological and chemical phosphorus effects on the quantity and quality traits of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Ecophysiology of Crops and Weeds* 5(18): 51-66. (In Farsi).
30. Naseri, R. and A. Mirzaei. 2010. Response of yield and yield components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) to seed inoculation with Azotobacter and Azospirillum and different nitrogen levels under dry land condition. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 9 (4): 445-449.
31. Obour, K. A., Y. H. Sintim, E. Obeng and D. V. Jeliazkov .2015. Oilseed camelina (*Camelina sativa* L. Crantz): Production systems, prospects and challenges in the USA great plains. *Advances in Plants and Agriculture Research* 2(2): 1-10.
32. Rashidi, N. and N. K. Karimian. 1999. Sulfur and zinc effects on growth and chemical composition of maize (*Zea mays* L.) in calcareous soil. *In:* Proceeding of the 6th Iranian Soil Science Congress, Mashhad. (In Farsi).
33. Rodriguez, H. and R. Fraga. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances* 17(4-5): 319-339.
34. Saeednejad, A. H., H. R. Khazaei and P. Rezvani Moghadam. 2012. Organic biological and chemical fertilizer effects on some morphological traits, yield and yield components of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(3): 503-510. (In Farsi).
35. Salardini, A. 1995. Soil Fertility. Tehran University of Publications. (In Farsi).
36. Salmanzadeh, S., H. Abbas Dokht, A. Gholami, M. Gholipour and F. H. Asghari. 2012. Barvar 2 Rhizobium japonicum bacteria biofertilizer and priming effectss on yield of soybean (*Glycine max* L.). *In:* Proceeding of the Twelfth Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. Islamic Azad University of Karaj Branch. (In Farsi).
37. Sana, M. A., M. Ali, M. Asghar Malik, M. Farrukh Saleem and M. Rafiq. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Agronomy* 2 (1): 1-7.
38. Selosse, M. A., E. Baudoin and P. Vandenkoornhyse. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *Comptes Rendus Biologies* 327(7): 639-648.
39. Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research* 83 (2): 811-828.
40. Son, T. T. N., C. N. Diep and T. T. M. Giang. 2006. Effect of Bradyrhizobia and phosphate solubilizing bacteria application on soybean (*Glycine max* L.) in rotational system in the Mekong delta. *Omonrice* 14: 48-57.
41. Tohidinia, M. A., D. Mazaheri, S. M. Bagher-Hosseini and H. Madani. 2014. Barvar-2 and chemical phosphorus fertilizer effects on maize (Zea mays cv. SC704) seed yield and yield components. *Iranian Journal of Crop Sciences* 15(4): 295-307. (In Farsi).
42. Yasari, E. and A. M. Patwardhan. 2007. Effects of (Aztobacter and Azospirillium) inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 6 (1): 77-82.
43. Zubr, J. 1997. Oil-seed crop: Camelina sativa. *Industrial Crops and Products* 6(2): 113–119.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 10, No. 1, Spring 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of Some Growth and Yield Traits of *Camelina sativa* L. under the Influence of Biological and Chemical Fertilizers

M. Hasani Balyani[1], M. R. Tadayon[2*] and A. A. Fadaei Tehrani[3]

(Received: June 2-2018; Accepted: June 1-2019)

Abstract

In order to study the effect of phosphate biofertilizer and chemical fertilizers of nitrogen, phosphorus and sulfur on some growth and yield components of *Camelina sativa* L., a study was conducted based on a factorial experiment; this was done in a randomized complete block design with three replications at Kazeroon during the 2016 growing season. Treatments included bio-based phosphorus (P) fertilizers (Barvar-2) containing phosphate solubilizing bacteria (PSB) (the *Pseudomonas putida* Strain 13P and Strain 5P and the *Pantoea agglomerans* Strain 5P) as the first factor at two levels (inoculated and uninoculated seeds) and chemical fertilizer as the second factor, including control, nitrogen, phosphorus and sulfur alone, based on the recommended doses of NPS and 50% recommended NPS fertilizers. The results showed that the effect of the use of the biofertilizer on plant height and number of seeds per silique and the number of siliques per plant, 1000 seed weight and harvest index were significant, but the number of branches, grain yield and biological yield were not significant. The use of chemical fertilizer as well as the interaction of chemical fertilizers × phosphate biofertilizer on all traits was significant. The combined use of bio-inoculants and chemical nitrogen + phosphorus + sulfur fertilizer, as compared to the control, increased plant height by 50.58%, the number of branches by 26.7%, seed number per silique by 29.8%, the grain yield by 86.88%, biologic yield by 63.58%, and harvest index by 32.36%. Nitrogen consumption increased the number of siliques per plant by 27.84% and nitrogen + sulfur treatment imrpoved 1000 seed weight by 54.54%, relative to the control treatment. So, according to the results of this experiment; the best fertilizer treatment for *Camelina sativa* L. production was the combination of nitrogen + phosphorus + sulfur fertilizer plus biofertilizer application.

Keywords: 1000 seed weight, Biologic yield, Harvest index, Number of silique, Seed number

1, 2. MSc. Student and Associate Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3: Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
*: Corresponding Author, Email: mrtadayon@yahoo.com

www.SID.ir