



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذر ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



ارزیابی پاسخ نخود دیم (*Cicer arietinum* L.) به بذرمال کودهای زیستی

یاسر عظیمزاده^{۱*}، حمید حسینیان خوشرو^۱، آرش محمدزاده^۱، غلامرضا قهرمانیان^۱، حلیمه رزمی^۱، رامین لطفی^۱

۱- مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی کارایی بذرمال نخود دیم (رقم آنا) با کودهای زیستی پروبیو ۹۶، بایوگارد، مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان بوکان در استان آذربایجان غربی به مدت دو سال زراعی (۱۴۰۲-۱۴۰۴) اجرا شد. تیمارها در ۵ سطح شامل بدون بذرمال (شاهد) و بذرمال با کودهای پروبیو ۹۶، بایوگارد، مایکوسوپرپلاس و اسید هیومیک بود. نتایج نشان داد واکنش گیاه به کودهای زیستی تحت تأثیر شرایط اقلیمی و ترکیب میکروارگانیسم‌ها قرار گرفت. در سال ۱۴۰۳، تیمارهای اسیدهیومیک و مایکوسوپرپلاس به ترتیب با ۳۲۴۰ و ۳۱۶۰ کیلوگرم بر هکتار بیشترین عملکرد زیستی را داشتند و در مقایسه با شاهد (۳۰۵۱ کیلوگرم بر هکتار) برتری نشان دادند، در حالی که پروبیو ۹۶ و بایوگارد ضعیف‌تر بودند. بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای شاهد (۱۳۸۷ کیلوگرم بر هکتار)، مایکوسوپرپلاس (۱۳۲۴ کیلوگرم بر هکتار) و اسیدهیومیک (۱۳۷۸ کیلوگرم بر هکتار) مشاهده شد و بالاترین شاخص برداشت (۴۹ درصد) به پروبیو ۹۶ تعلق گرفت. در سال ۱۴۰۴، شرایط خشک‌تر و گرم‌تر سبب شد تیمار شاهد با ۳۱۱۲ کیلوگرم بر هکتار بیشترین عملکرد زیستی را داشته باشد، در حالی که مایکوسوپرپلاس و پروبیو ۹۶ عملکرد دانه و شاخص برداشت بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند و اسیدهیومیک کمترین مقادیر را نشان داد. مطابق این نتایج، ترکیبات حاوی میکوریز و مواد آلی در شرایط مساعد مؤثرتر و سویه‌های باسیلوس در شرایط تنش‌زا کارآمدترند و استفاده از کودهای زیستی چندسویه غنی‌شده با مواد آلی می‌تواند راهکاری مناسب برای افزایش پایداری تولید نخود دیم در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد.

واژگان کلیدی: نخود دیم، بذرمال، نیاز غذایی

مقدمه

حبوبات از جمله نخود (*Cicer arietinum* L.) جزو اصلی‌ترین محصولات جایگزین در نظام تناوبی با غلات دیم است. نخود همچنین جزو اولویت‌های نظام برنامه‌ریزی کشاورزی کشور بوده و در جیره غذایی مردم از اهمیت بالایی برخوردار است. نخود مهمترین گیاه از تیره حبوبات است که در مناطق غرب و شمال غرب کشور به عنوان یک گیاه پاییزه یا بهاره و غالباً به صورت دیم کشت می‌شود. ایران از نظر سطح زیر کشت نخود، چهارمین رتبه را بعد از هند، پاکستان و ترکیه دارد؛ اما عملکرد نخود در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور تحت شرایط دیم، به دلایل مختلفی از جمله کمبود مواد آلی خاک، ناکافی بودن نزولات آسمانی، حاصلخیزی پایین خاک و عدم مدیریت مصرف کود، پایین است (Sabaghpour et al., 2006).

جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل فنولوژیکی در چرخه زندگی گیاه و یک فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه است. رشد گیاهچه در مرحله جوانه‌زنی متکی به مواد غذایی ذخیره شده در بذر است و علاوه بر مقدار ماده غذایی ذخیره شده، کارایی و سرعت بکارگیری آن در فعالیتهای متابولیکی گیاهچه می‌تواند بر سرعت و میزان رشد نهایی گیاهچه قبل از ورود به مرحله مستقل رشدی مؤثر باشد؛ لذا استفاده از روش‌هایی نظیر بذرمال برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاه، در شرایط نامساعد محیطی ضروری است. روش بذرمال، تکنیکی است که بذر به واسطه آن پیش از قرار گرفتن در بستر کشت، با انواع کودهای شیمیایی یا زیستی و یا محرک‌های رشد آغشته می‌شود؛ به طوری که ترکیب مورد نظر به صورت یک لایه بسیار نازک در سطح بذر قرار می‌گیرد. با این کار علاوه بر این که به واسطه بروز برخی از تغییرات زیستی و فیزیولوژیکی در بذر، شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد، عناصر غذایی، ترکیبات محرک رشد و ریزجانداران موجود در کود، شرایط تغذیه‌ای و رشدی گیاهچه را تحت‌تأثیر قرار داده و منجر به تقویت بنیه گیاهچه و استقرار بهتر و سریع‌تر آن در خاک می‌شود (Casenave & Toselli, 2007).

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که بذرمال باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن یکنواخت بذر در مزرعه می‌شود (Kaya et al., 2006). قربانی و همکاران (۱۳۹۲) با ارزیابی برخی از خصوصیات نخود در واکنش به پیش تیمار بذر با اسید هیومیک نشان دادند که بذرمال با اسیدهیومیک سبب افزایش عملکرد نخود شد. یعقوبی و همکاران (۱۴۰۲) گزارش کردند که بذرمال سویا با اسید هیومیک منجر به افزایش عملکرد سویا شد و کاربرد کود پایه نیتروژن کارایی بذرمال با اسید هیومیک را افزایش داد. بنابراین، بذرمال نخود می‌تواند نقش مهمی در استقرار اولیه، بهبود بنیه گیاهچه و عملکرد محصول داشته باشد. با این حال، تاکنون در مورد بذرمال نخود دیم با کودهای زیستی در مناطق سردسیر پژوهش‌چندانی انجام نشده و اطلاعات دقیق و جامعی در این رابطه در دسترس نیست. با توجه به اینکه تسریع در جوانه زنی و استقرار مطلوب گیاهان در شرایط دیم، نقش مهمی در افزایش عملکرد کمی و کیفی دارد؛ هدف از انجام این تحقیق، بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم به بذرمال با کودهای زیستی مختلف بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی کارایی بذرمال نخود دیم (رقم آنا) با کودهای زیستی پروبیو ۹۶، بایوگارد، مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک زیستی، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در شهرستان بوکان در استان آذربایجان غربی به مدت دو سال زراعی (۱۴۰۴-۱۴۰۲) اجرا شد. تیمارها در ۵ سطح شامل بدون بذرمال (شاهد) و بذرمال با کودهای پروبیو ۹۶، بایوگارد، اسید هیومیک (هر سه ساخت شرکت بیوران) و مایکوسوپرپلاس (ساخت شرکت زیست فناوری توران) بود. کلیه کودهای زیستی مورد استفاده از بازار تهیه و مطابق با دستورالعمل شرکت سازنده به کار گرفته شدند. بعد از آماده‌سازی زمین با خاکورز مرکب، مقدار ۴۵ کیلوگرم اوره بر هکتار به عنوان کود نیتروژن آغازگر هم‌زمان با کشت و به صورت جایگذاری در ۵ الی ۶ سانتی‌متری زیر بذر مصرف شد. با توجه به کفایت میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب در خاک، از مصرف کودهای فسفره و پتاسه خودداری شد. بذر نخود رقم آنا بر اساس دستورالعمل، با هریک از کودهای زیستی مورد نظر بذرمال و سپس با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع به صورت انتظار در اواخر آذرماه توسط کارنده آسکه ۳ محوره ۱۱ ردیفه با آرایش کشت ۵۳-۱۷ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۱۰ در ۳۰ متر کشت شد. این گیاه با توجه به تناوب رایج در اراضی دیم کشور، در تناوب با گندم کشت شد. بعد از برداشت عملکرد ماده خشک گیاه، عملکرد دانه، وزن صد دانه و ارتفاع بوته تعیین شد. جداول ۱، ۲ و

۳ به ترتیب، برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه مورد مطالعه، متغیرهای اقلیمی شهرستان بوکان و مشخصات کودهای مورد استفاده برای بذرمال را نشان می‌دهند. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار R (ویرایش ۴.۵.۱) و با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار محافظت شده (PLSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک مزرعه مورد مطالعه

Ava. K	Ava. P	TNV	OC	EC _e	pH	بافت
(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(%)	(%)	(dS m ⁻¹)		
۳۲۰	۱۰	۱۳	۱/۱	۰/۹۷	۷/۶	Silty loam

OC: درصد کربن آلی؛ TNV: ارزش خنثی‌سازی کل (آهک)؛ Ava. K و Ava. P: به ترتیب، پتاسیم و فسفر قابل جذب

جدول ۲- میانگین دما و بارندگی شهرستان بوکان در دو سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۴

سال	مجموع بارش (mm)		میانگین دمای هوا (°C)	
	فصل زراعی	میانگین بلندمدت	فصل زراعی	میانگین بلندمدت
۱۴۰۳	۲۸۹	۳۱۱	۸/۸	۶/۱
۱۴۰۴	۲۴۶	۳۱۱	۱۴/۵	۶/۱

جدول ۳- مشخصات کودهای مورد استفاده برای بذرمال در این پژوهش

کود	pH (1:10)	EC (1:10) (dS/m)	ریزجاندار	جمعیت (CFU/g)	سایر ترکیبات
پروبیو ۹۶	۳/۱۵	۲	<i>Bacillus velezensis</i>	۱۰ ^۸	-
بایوگارد	۴/۳	۶/۳	<i>Trichoderma harzianum</i>	۱۰ ^۶	هیومیک اسید (۰.۵٪)
			<i>Bacillus velezensis</i>	۱۰ ^۷	
مایکوسوپریلاس	-	-	قارچ‌های <i>Arbuscular mycorrhiza</i> و <i>Trichoderma</i> و باکتری‌هایی از جنس‌های <i>Bacillus</i> و <i>Pseudomonos</i> ، <i>Azotobacter</i>		عصاره جلبک دریایی، اسیدهیومیک و اسیدفولویک
اسیدهیومیک	۷/۲	۸	<i>Bacillus velezensis</i>	۲ × ۱۰ ^۶	هیومیک اسید (۰.۶۰٪)، فولویک اسید (۰.۱٪)، پتاسیم محلول (۰.۸٪) و سدیم محلول (۰.۳/۸٪)

نتایج و بحث

آزمون یکنواختی واریانس خطاها با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد و نتایج، همگن بودن آنها را برای هر چهار صفت مورد مطالعه تأیید کرد. بر این اساس، برای تحلیل داده‌ها از تجزیه واریانس مرکب استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تیمار بذرمال بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز ارتفاع بوته و اثر سال بر عملکرد زیستی در سطح احتمال پنج درصد و بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل سال × بذرمال بر عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر بذرمال با کودهای مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم در دو سال زراعی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ارتفاع بوته	عملکرد زیستی	عملکرد دانه
سال	۱	۴/۵۲ ^{NS}	۲۸۳۶۳۶/۴ *	۲۷۴۰۱/۵ ^{NS}
سال (بلوک)	۴	۱/۴۸	۱۸۴۲۳/۴	۳۶۱۸/۸
بذرمال	۴	۷/۱۹ ^{NS}	۲۰۱۱۷۰/۷ **	۲۴۱۶۹/۱ **
سال×بذرمال	۴	۱۳/۷۶ *	۲۲۰۵۸۴/۲ **	۸۸۳۷۰/۴ **
خطا	۱۶	۳/۲۹	۹۰۴۰	۲۳۲۰/۳
ضریب تغییرات		۵/۳	۶/۴	۷/۳

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌های دو ساله آزمایش (جدول ۵) نشان داد که به‌طور کلی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سال ۱۴۰۴ نسبت به سال ۱۴۰۳ در سطح بالاتری قرار داشت. این برتری را می‌توان ناشی از شرایط اقلیمی متفاوت دو سال دانست؛ به‌گونه‌ای که در سال ۱۴۰۴ مجموع بارش نسبت به میانگین بلندمدت حدود ۲۱ درصد کاهش و میانگین دمای فصل زراعی بیش از دو برابر میانگین بلندمدت افزایش یافته بود. چنین شرایطی می‌تواند کارکرد و کارایی کودهای زیستی را تغییر داده و سبب تفاوت در واکنش گیاه به تیمارها گردد. در همین راستا، در سال ۱۴۰۳ تیمارهای بذرمال تفاوت معنی‌داری با شاهد در ارتفاع بوته نشان ندادند. در مقابل، در سال ۱۴۰۴ تیمارهای پروبیو ۹۶ و بایوگارد ارتفاع کمتری نسبت به شاهد و تیمارهای مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک داشتند، در حالی که بین شاهد و دو تیمار اخیر اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. تیمارهای پروبیو ۹۶ (متکی بر باکتری *Bacillus velezensis*) و بایوگارد (حاوی *Trichoderma harzianum* و *Bacillus velezensis* همراه با هیومیک اسید) عملکرد ضعیف‌تری در مقایسه با تیمارهای مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک داشتند. این موضوع می‌تواند ناشی از چندین عامل باشد: نخست آن که باکتری باسیلوس به‌عنوان تنها ریزجاندار مؤثر در پروبیو ۹۶ ممکن است در شرایط خاک آهکی (با pH=7.6 و TNV=13%) نتوانسته باشد کارایی مطلوبی داشته باشد. از سوی دیگر، ترکیب چند ریزجاندار در بایوگارد می‌تواند به بروز رقابت یا تداخل متابولیکی میان *Bacillus* و *Trichoderma* منجر شده و کارایی هر دو را کاهش دهد؛ پدیده‌ای که در مطالعات سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Varadharajan et al., 2025). در مقابل، کارایی نسبی مطلوب تیمارهای مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک را می‌توان به ویژگی‌های ترکیبی آن‌ها نسبت داد. مایکوسوپرپلاس حاوی قارچ‌های آربوسکولار میکوریز است که با ایجاد شبکه‌های هیفی در خاک، کارایی جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر را افزایش می‌دهند (Begum et al., 2019). این ویژگی در خاک‌های آهکی همانند مزرعه مورد مطالعه اهمیت ویژه‌ای دارد. همچنین اسیدهیومیک با دارا بودن ترکیب هم‌افزای باسیلوس، هیومیک اسید، فولویک اسید و پتاسیم محلول، می‌تواند علاوه بر افزایش کارایی جذب عناصر، اثرات مثبت بر رشد ریشه و بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه داشته باشد. گزارش‌های متعددی بر نقش هم‌افزایی هیومیک اسید و باکتری‌های محرک رشد گیاه در بهبود کارکرد سیستم ریشه و افزایش عملکرد تأکید کرده‌اند (Canellas et al., 2015).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم تحت تأثیر بذرمال با کودهای مختلف در دو سال

سال	کود	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد زیستی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (/.)
	شاهد	۴۷/۰cd	۳۰۵۱b	۱۳۸۷a	۴۵d
	پروبیو ۹۶	۴۷/۴cd	۲۶۳۷cd	۱۲۸۲b	۴۹c
۱۴۰۳	بایوگارد	۴۷/۷d	۲۷۶۵c	۱۱۶۶c	۴۲e
	مایکوسوپر پلاس	۴۹/۹bc	۳۱۶۰ab	۱۳۲۴ab	۴۲e
	اسیدهیومیک	۴۹/۷b-d	۳۲۴۰a	۱۳۷۸a	۴۳e
۱۴۰۴	شاهد	۵۶/۸a	۳۱۱۲ab	۱۲۸۲b	۴۱e

۵۹a	۱۳۸۵a	۲۳۵۶e	۵۲/۳b	پروبیو ۹۶
۵۸a	۱۳۵۷ab	۲۳۴۷e	۴۹/۷b-d	بایوگارد
۵۵b	۱۳۸۴a	۲۵۳۴d	۵۹/۷a	مایکوسوپر پلاس
۴۲e	۹۵۴d	۲۲۷۴e	۵۷/۷a	اسیدهیومیک

مقادیر هر ستون که حرف مشترکی با یکدیگر ندارند، بر اساس آزمون PLSD در سطح آماری ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با هم دارند.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان داد که کارایی کودهای زیستی تحت‌تأثیر ترکیب میکروارگانیسم‌ها، شرایط محیطی و سازگاری آن‌ها با ویژگی‌های خاک قرار دارد. همچنین، مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک در مقایسه با سایر تیمارها پتانسیل بیشتری برای بهبود صفات رشدی نخود در شرایط دیم بوکان داشتند، هرچند این بهبودها در برخی از موارد در سطح شاهد معنی‌دار نشد. این یافته‌ها با گزارش‌های پیشین همخوانی دارد که بیان می‌دارند واکنش گیاهان لگوم به کودهای زیستی به عوامل متعددی از جمله شرایط اقلیمی، ترکیب و سازگاری ریزجاندارها و خصوصیات خاک وابسته است (Begum et al., 2017; Fan et al., 2019). بنابراین، برای افزایش کارایی این کودها در شرایط مزرعه‌ای مشابه، استفاده از ترکیبات حاوی قارچ‌های میکوریز به همراه مواد آلی (هیومیک و فولویک اسید) و سویه‌های سازگار باسیلوس می‌تواند رویکرد مناسبی باشد. بررسی عملکرد زیستی در دو سال آزمایش نشان داد که الگوهای واکنش تیمارهای بذرمال به‌طور محسوسی تحت‌تأثیر شرایط اقلیمی و تفاوت‌های محیطی قرار گرفت. در سال ۱۴۰۳ بیشترین عملکرد زیستی در تیمار اسیدهیومیک به دست آمد که اگرچه با تیمار مایکوسوپرپلاس اختلاف معنی‌داری نداشت، اما هر دو تیمار نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری برتری نشان دادند. این یافته‌ها نشان‌دهنده نقش مثبت قارچ‌های میکوریز و ترکیبات آلی (هیومیک و فولویک اسید) در بهبود رشد و تولید زیست‌توده گیاه در شرایط خاک آهکی منطقه است. مکانیسم اصلی این اثر را می‌توان به بهبود جذب آب و عناصر غذایی، افزایش رشد ریشه و تحریک فعالیت‌های فیزیولوژیک نسبت داد (Begum et al., 2019). در مقابل، تیمارهای پروبیو ۹۶ و بایوگارد کمترین میزان عملکرد زیستی را داشتند که حتی به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد بودند. این نتیجه حاکی از آن است که احتمالاً سویه‌های باکتریایی موجود در این فرآورده‌ها سازگاری لازم با شرایط خاک و اقلیم منطقه را نداشته‌اند، یا تداخل میان ریزجانداران در ترکیب بایوگارد باعث کاهش کارایی شده است (Varadharajan et al., 2025).

در سال ۱۴۰۴، شرایط کاملاً متفاوت بود؛ به‌طوری‌که تیمار شاهد بیشترین عملکرد زیستی را نشان داد و از تمامی تیمارهای بذرمال به‌طور معنی‌داری برتر بود. این تغییر روند را می‌توان ناشی از بروز تنش‌های محیطی در سال دوم دانست؛ به‌ویژه کاهش بارش و افزایش چشمگیر دما که به احتمال زیاد مانع استقرار و کارایی بهینه میکروارگانیسم‌های موجود در بذرمال‌ها شد. در چنین شرایطی، گیاهان شاهد (بدون بذرمال) توانستند با سازوکارهای طبیعی خود سازگاری بیشتری نشان دهند. با این حال، در بین تیمارهای بذرمال، عملکرد زیستی مایکوسوپرپلاس به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود که نشان‌دهنده پایداری نسبی قارچ‌های میکوریز در مقایسه با باکتری‌های ریزوسفری در برابر شرایط تنش‌زا است. بنابراین، در شرایط نسبتاً مناسب‌تر سال ۱۴۰۳، ترکیبات حاوی میکوریز و اسید هیومیک توانستند مزیت محسوسی در افزایش عملکرد زیستی ایجاد کنند؛ در حالی‌که در سال ۱۴۰۴ و در حضور تنش‌های شدیدتر، کارایی آن‌ها کاهش یافته و حتی در برخی از موارد کمتر از شاهد بود.

نتایج نشان داد که الگوی واکنش عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز به‌شدت تحت‌تأثیر شرایط اقلیمی و ترکیب کودهای زیستی قرار گرفت. در سال ۱۴۰۳، بیشترین عملکرد دانه به صورت مشترک در تیمارهای شاهد، مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک به دست آمد و این تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. پس از آن، تیمارهای پروبیو ۹۶ و بایوگارد در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفتند. این نتایج حاکی از آن است که در شرایط تنش محیطی شدید سال ۱۴۰۳، توانایی قارچ‌های میکوریز و ترکیبات آلی موجود در اسیدهیومیک برای بهبود عملکرد دانه به سطح تیمار شاهد محدود شد و نتوانست برتری معنی‌داری ایجاد کند. در سال ۱۴۰۴، روندی متفاوت مشاهده شد؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه به تیمارهای مایکوسوپرپلاس و پروبیو ۹۶ تعلق داشت که به صورت معنی‌دار برتر از شاهد بودند و با تیمار بایوگارد اختلاف معنی‌داری نداشتند. این موضوع نشان می‌دهد که در شرایط بارندگی کمتر و دمای بالاتر، سویه باسیلوس در تیمار پروبیو ۹۶ توانسته

است نقش مؤثرتری در تثبیت نیتروژن و تحریک رشد ایفا کند، در حالی که تیمار اسیدهیومیک کمترین عملکرد دانه را داشت و حتی نسبت به شاهد نیز کاهش نشان داد. چنین کاهش احتمالی ناشی از حساسیت ترکیبات آلی و میکروبی موجود در اسیدهیومیک به تنش‌های شدید محیطی بوده است.

در رابطه با شاخص برداشت نیز الگوی مشابهی مشاهده شد. در سال ۱۴۰۳، بیشترین شاخص برداشت به تیمار پروبیو ۹۶ اختصاص یافت، در حالی که تیمارهای بایوگارد، مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک مقادیر کمتری داشتند و به صورت معنی‌داری پایین‌تر از شاهد و پروبیو ۹۶ قرار گرفتند. در سال ۱۴۰۴، بیشترین مقدار شاخص برداشت به صورت مشترک در تیمارهای پروبیو ۹۶ و بایوگارد مشاهده شد و پس از آن تیمار مایکوسوپرپلاس قرار گرفت. این سه تیمار برتری معنی‌داری نسبت به شاهد و اسیدهیومیک داشتند، در حالی که کمترین مقدار شاخص برداشت مجدداً در تیمار اسیدهیومیک ثبت شد.

نتیجه‌گیری

کارایی کودهای زیستی بذر مال نخود دیم به شدت تحت تأثیر شرایط اقلیمی سال قرار می‌گیرد. در سال ۱۴۰۳ که شرایط محیطی نسبتاً مطلوب‌تر بود، تیمارهای حاوی قارچ‌های میکوریز و ترکیبات آلی (مایکوسوپرپلاس و اسیدهیومیک) توانستند عملکرد زیستی بالاتری نسبت به شاهد ایجاد کنند. در مقابل، در سال ۱۴۰۴ با کاهش بارندگی و افزایش دما، عملکرد تیمارهای مبتنی بر میکوریز و اسیدهای آلی کاهش یافت و در برخی موارد حتی کمتر از شاهد بود. بنابراین، استفاده از کودهای زیستی به‌تنهایی تضمین‌کننده بهبود عملکرد نیست و انتخاب نوع کود زیستی باید بر اساس شرایط خاک و اقلیم منطقه هدف صورت گیرد.

فهرست منابع

- قربانی، ا.، جلیلیان، ج.، امیرنیا، ر. (۱۳۹۲). اثر پیش تیمار بذر و سوپرچاذب بر برخی خصوصیات کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum* L.) تیپ کابلی. پژوهش در گیاهان زراعی، ۱(۱): ۴۴-۵۳.
- یعقوبی، س.ر.، جاویدی انارکی، س.، عزیزی، م. (۱۴۰۲). ارزیابی کارایی کودهای زیستی و آلی در افزایش عملکرد سویا. فصلنامه علمی کارافن، ۲۰(۴): ۳۹۱-۴۰۶.
- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Zhang, L. (2019). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1068.
- Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196: 15-27.
- Casenave, E.C., Toselli, M.E. (2007). Hydropriming as a pre-treatment for cotton germination under thermal and water stress conditions. *Seed Science and Technology*, 35(1): 88-98.
- Fan, B., Blom, J., Klenk, H.P., Borriss, R. (2017). *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus velezensis*, and *Bacillus siamensis* form an "operational group *B. amyloliquefaciens*" within the *B. subtilis* species complex. *Frontiers in microbiology*, 8: 22.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y., Kolsarici, O. (2006). Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*. 24(4): 291-295.
- Sabaghpour, H., Mahmoudi, A.A., Saeed, A., Kamel, M., Malthora, R.S. (2006). Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. *Indian Journal of Crop Science*, 1: 70-73.
- Varadharajan, V., Rajendran, R., Muthuramalingam, P., Runthala, A., Madhesh, V., Swaminathan, G., Ramesh, M. (2025). Multi-Omics Approaches Against Abiotic and Biotic Stress-A Review. *Plants*, 14(6): 865.

Evaluating the response of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) to seed treatment of biofertilizers

Yaser Azimzadeh, Hamid Hasanian Khoshrou, Arash Mohammadzadeh, Gholamreza Ghahramanian, Halimeh Razmi, Ramin Lotfi
Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Maragheh, Iran

Abstract

To evaluate the efficacy of seed inoculation with biofertilizers on rainfed chickpea (cv. Ana), including Probio 96, Bioguard, Mycosuperplus, and Humic Acid, a field experiment was conducted over two growing seasons (2023–2025) in a randomized complete block design with three replications in Bukan, West Azerbaijan, Iran. Treatments consisted of a non-inoculated control and four seed-inoculated biofertilizers. Results indicated that plant responses to biofertilizers were strongly influenced by climatic conditions and the composition of microbial communities. In 2023, Humic Acid and Mycosuperplus treatments achieved the highest biological yield and were superior to the control, while Probio 96 and Bioguard showed lower performance. Grain yield was highest in the control, Mycosuperplus, and Humic Acid treatments, whereas the highest harvest index was observed in Probio 96. In 2024, under drier and warmer conditions, the control exhibited the highest biological yield, while Mycosuperplus and Probio 96 showed greater grain yield and harvest index compared to other treatments, and Humic Acid recorded the lowest values. Overall, these results suggest that mycorrhizal and organic-enriched biofertilizers are more effective under favorable conditions, whereas Bacillus-based strains perform better under stress. The use of multi-strain, organic-enriched biofertilizers may therefore provide a promising strategy to enhance the sustainability of rainfed chickpea production in dry and semi-arid regions.

Keywords: Dryland chickpea, Nitrogen, Nutritional requirement.