

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

تأثیر کاربرد کودهای زیستی فسفر و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های

نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش شوری

مریم کیوان شکوه^۱، محمدجواد احمدی لاهیجانی^{۱*}، محمد کافی^۱، جعفر نباتی^۱

* گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران - mjahmadi@um.ac.ir

چکیده

شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی اثرات مخربی را در گیاهان زراعی ایجاد می‌کند. نخود از جمله حبوبات پرمصرف در تامین پروتئین گیاهی برای انسان و حیوانات است و از گیاهان حساس به شوری است. این مطالعه باهدف بررسی اثر کودهای زیستی در عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط تنش شوری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. دو ژنوتیپ نخود کابلی MCC108 (متحمل) و MCC28 (حساس به شوری) در سه سطح شوری (صفر (شاهد)، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و استفاده از کودهای زیستی در چهار سطح (بدون باکتری (شاهد)، باکتری آزادکننده فسفر، باکتری آزادکننده پتاسیم و تلفیق دو باکتری آزادکننده فسفر و پتاسیم) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی در تیمار تلفیقی دو باکتری در شرایط تنش شوری به‌دست آمد. همچنین، حداکثر فلورسانس کلروفیل برگ در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر در تیمار تلفیقی باکتری‌ها نسبت به شاهد به‌دست آمد. در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر علی‌رغم مصرف باکتری‌ها عملکرد و شاخص برداشت کاهش یافت. بررسی صفات تحت تیمارهای شوری و باکتری نشان داد ژنوتیپ MCC108 در حضور باکتری آزادکننده فسفر و ژنوتیپ MCC28 در تیمار مصرف باکتری آزادکننده پتاسیم عملکرد بهتری نسبت به دیگر باکتری‌ها از خود نشان داد.

کلمات کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، شاخص برداشت، صفات مورفولوژیک، فلورسانس کلروفیل.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش بی‌رویه جمعیت و تقاضای روزافزون برای مواد غذایی، استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان ابزاری جهت نیل به حداکثر تولید در واحد سطح مرسوم شده است. مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی در محصولات زراعی گوناگون سبب بروز مشکلات زیست‌محیطی بسیار جدی از قبیل آلودگی منابع آب و خاک، قطع و اختلال در زنجیره‌های غذایی، به‌هم خوردن تعادل مواد غذایی در خاک و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی در اثر کمبود یا وفور بعضی عناصر و تجمع مواد آلاینده نظیر نیترات در محصولات زراعی شده است. به‌همین منظور راه‌کارهای مدیریتی نظیر تلفیق صحیح و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، طبیعی و کودهای زیستی به‌منظور جلوگیری از خطر نابودی منابع انرژی برگشت‌ناپذیر با ارزش خواهد شد (عباسی، ۱۳۹۶).

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

حبوبات پس از غلات، دومین گروه مهم منبع غذایی برای انسان می‌باشند و به دلیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن و میزان بالای پروتئین (تقریباً دو برابر غلات) در کشاورزی و تغذیه بشر اهمیت ویژه‌ای دارند. نخود (*Cicer arietinum* L.) سومین حبوبات مهم دنیا با میانگین تولید جهانی معادل ۱۴/۶ میلیون تن در سال است. این مقدار تولید از سطحی حدود ۷/۲ میلیون هکتار با متوسط عملکرد ۲۰۳۶ کیلوگرم حاصل می‌شود. قاره آسیا ۸۸ درصد تولید و ۹۱ درصد سطح زیر کشت این محصول را دارد (فائو، ۲۰۲۰). زراعت حبوبات به‌عنوان گیاهانی که بخش عظیمی از نیاز آبی آن‌ها توسط بارندگی‌ها تامین می‌شود می‌تواند علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش حاصلخیزی خاک، به‌عنوان محصولات درآمدزا و تامین‌کننده پروتئین مورد نیاز تغذیه انسانی مورد توجه قرار گیرد (نباتی و همکاران، ۱۴۰۱).

از محدودیت‌های خارجی غیرزنده می‌توان تنش‌های محیطی را نام برد. مانند تنش‌هایی که گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تنش شوری، خشکی، گرما و غیره می‌باشد (پریهر و همکاران، ۲۰۱۵). شورشدن زمین‌های کشاورزی دارای عواقب بسیار ناگواری است، به‌نحوی که، این زمین‌ها در نهایت برای تولید قابل استفاده نیستند (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به حساسیت نخود به شوری، این تنش موجب می‌شود رشد رویشی گیاه نخود کاهش یافته و نمک در فضای بین سلولی در گیاه تجمع پیدا کند (نباتی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به مشکلات شوری آب و خاک و ضرورت تولید نخود از باکتری‌های موثر بر کاهش اثرات تنش شوری همانند باکتری‌های آزاد کننده فسفر و پتاسیم استفاده شد. این پژوهش با هدف تعیین نقش کودهای زیستی در تعدیل تنش شوری در نخود کابلی و بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس نخود تیپ کابلی به تنش شوری انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب فاکتوریل و به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در آذرماه ۱۴۰۱ اجرا شد. دو ژنوتیپ نخود کابلی MCC108 متحمل و MCC28 حساس به شوری از بانک بذر حبوبات پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. برای کشت از گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی استفاده شد. ابتدا درون هر گلدان یک فتیله کنفی به قطر یک سانتی‌متر استفاده شد. یک سرفتیله از انتهای گلدان خارج شده و در زیر گلدانی قرار داده شد و سر دیگر فتیله از سطح خاک گلدان بیرون قرار داده شد و آبیاری از کف و از طریق زیر گلدانی‌ها (تشت) انجام گرفت. گلدان‌ها از خاک یک‌دست، ترکیبی از خاک باغچه، ماسه بادی و خاک برگ به نسبت مساوی پر شدند.

جهت اعمال تیمار شوری با آب آبیاری و نمک کلرید سدیم، مقدار نمک لازم برای رسیدن به سطوح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر محاسبه شد (شوری ابتدایی خاک ۰/۵۱ دسی‌زیمنس بر متر) و گلدان‌های پر شده از خاک با این محلول آبیاری شد، تاحدی که آب از زیر گلدان خارج شد و پس از آن آبیاری با آب معمولی از طریق زیر گلدانی انجام شد. دور روز پس از اینکه خاک از حالت اشباع خارج شد، محلول باکتری به گلدان‌ها داده شد و تیمار باکتری اعمال شد. تیمارهای اعمال شده استفاده از دوسطح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد فاقد شوری و تیماردوم استفاده از کودهای زیستی شرکت خوشه‌پروران زیست‌فناور (دایان)

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

در ۴ سطح مختلف به صورت باکتری‌های آزادکننده پتاس، باکتری‌های آزادکننده فسفات، تلفیق باکتری‌های آزادکننده پتاس و فسفات به میزان ۱۰ میلی‌لیتر در یک لیتر در هر گلدان و تیمار شاهد فاقد باکتری استفاده گردید.

غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی براساس روش لیچنتتالر (۱۹۸۷) و کلروفیل فلورسانس برگ از جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته در مرحله غلاف‌دهی اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد، عملکرد شامل وزن دانه در بوته تعیین شد. همچنین، شاخص برداشت از تقسیم وزن دانه به وزن بوته به صورت درصد محاسبه شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار Minitab ver. 17 و Excel مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر شوری، باکتری و ژنوتیپ و همچنین برهم‌کنش آن‌ها بر محتوای کلروفیل a معنی‌دار بود (جدول ۱). در سطح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر کلروفیل a در تیمار تلفیق دو باکتری نسبت به شاهد افزایشی بود (جدول ۲). بیشترین محتوای کلروفیل a در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در مصرف تلفیقی باکتری‌های آزادکننده پتاسیم و فسفر مشاهده شد. محتوای کلروفیل a در ژنوتیپ MCC108 در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر افزایش ۲۳ درصدی نسبت به تیمار شاهد از خود نشان داد (جدول ۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، فلورسانس کلروفیل و عملکرد نخود تحت تیمارهای مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کل رنگ‌دانه	Fv/Fm'	وزن دانه	شاخص برداشت
شوری	۲	۰/۰۴۵**	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۳**	۰/۱۲۳**	۱/۵۹**	۱/۴۸*	۹۱۴**
باکتری	۳	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۹۱**	۱/۸۴**	۲۶۷ ^{ns}
ژنوتیپ	۱	۰/۰۳۳**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۲**	۰/۰۲۵*	۰/۲۸۱**	۷/۵۶**	۳۴۲۷**
شوری* باکتری	۶	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۱۳*	۰/۰۷۹**	۰/۷۰۹*	۱۸۴ ^{ns}
شوری* ژنوتیپ	۲	۰/۰۴۶**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۶۰**	۰/۲۲۸**	۰/۱۸۶ ^{ns}	۱۴/۳ ^{ns}
باکتری* ژنوتیپ	۳	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۵۲**	۰/۱۸۶**	۱/۳۶**	۲۵۵ ^{ns}
شوری* باکتری*	۶	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۲**	۰/۰۱۷**	۰/۰۷۱**	۰/۵۳۶ ^{ns}	۱۴۷ ^{ns}
خطا	۵۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۲۹۳	۱۴۲
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۳۲	۲۴/۷۹	۱۳/۱۴	۱۹/۶۴	۱۲/۴۷	۹/۵۱	۱۴/۵۲

ns, **, * به ترتیب عدم معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد

نتایج بررسی مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و باکتری‌ها نشان داد با مصرف باکتری‌ها در هر دو ژنوتیپ متحمل و حساس علاوه بر نقش محافظتی، میزان کلروفیل a تاحدودی افزایش یافته که اثر مصرف باکتری در ژنوتیپ حساس نسبت به مقاوم در شرایط شور کمتر است. در ژنوتیپ MCC108 با مقدار ۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان داده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد نوع ژنوتیپ و ویژگی‌های ژنتیکی هر ژنوتیپ سبب ایجاد تفاوت در تغییرات غلظت کلروفیل شده است.

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

جدول ۲- اثر تنش شوری و مصرف باکتری‌ها بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی (میلی گرم برگرم ماده تر)، فلورسانس کلروفیل، عملکرد دانه و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های نخود

شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	باکتری	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کل رنگ‌دانه	Fv/Fm'	وزن دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
۰	فاقدباکتری	۰/۱۱۷ ^{b-d}	۰/۰۶۹ ^a	۰/۰۳۷ ^{a-c}	۰/۲۲۳ ^{ab}	۰/۷۰۱ ^a	۰/۶۸۳ ^a	۱۹/۷ ^a
۰	آزادکننده فسفر	۰/۱۳۰ ^{a-d}	۰/۰۵۹ ^{ab}	۰/۰۳۰ ^{a-d}	۰/۲۱۹ ^{ab}	۰/۷۰۱ ^a	۰/۷۵ ^a	۲۳/۷ ^a
۰	آزادکننده پتاسیم	۰/۱۲۱ ^{b-d}	۰/۰۴۹ ^{ab}	۰/۰۲۴ ^{b-d}	۰/۱۹۸ ^{a-c}	۰/۶۹۳ ^a	۱/۳۷ ^a	۳۰/۹ ^a
۰	فسفر+پتاسیم	۰/۱۱۵ ^{b-d}	۰/۰۴۷ ^{ab}	۰/۰۳۸ ^{ab}	۰/۱۹۹ ^{a-c}	۰/۶۹۲ ^a	۰/۵۱۷ ^a	۱۵/۶ ^a
۵	فاقدباکتری	۰/۱۶۲ ^{ab}	۰/۰۶۳ ^a	۰/۰۴۳ ^a	۰/۲۶۴ ^{ab}	۰/۶۹۴ ^a	۲/۲۱ ^a	۲۶/۸ ^a
۵	آزادکننده فسفر	۰/۱۶۲ ^{ab}	۰/۰۴۵ ^{ab}	۰/۰۱۴ ^{de}	۰/۲۱۰ ^{ab}	۰/۴۴۹ ^{ab}	۱/۳۷ ^a	۱۵/۴ ^a
۵	آزادکننده پتاسیم	۰/۱۴۴ ^{a-c}	۰/۰۶۱ ^{ab}	۰/۰۲۳ ^{b-d}	۰/۲۰۴ ^{a-c}	۰/۴۸۳ ^{ab}	۱/۳ ^a	۱۸/۲ ^a
۵	فسفر+پتاسیم	۰/۱۸۹ ^a	۰/۰۷۱ ^a	۰/۰۴۱ ^{ab}	۰/۳۰۲ ^a	۰/۶۷۳ ^a	۰/۶۹ ^a	۱۵/۹ ^a
۸	فاقدباکتری	۰/۰۹۵ ^{cd}	۰/۰۴ ^{ab}	۰/۰۲۹ ^{a-d}	۰/۱۷۵ ^{a-b}	۰/۴۴۶ ^{ab}	۱/۷۸ ^a	۱۹/۳ ^a
۸	آزادکننده فسفر	۰/۰۲۵ ^e	۰/۰۱ ^b	۰/۰۰۴ ^e	۰/۰۶۲ ^{cd}	۰/۲۱۳ ^b	۰/۸۶۷ ^a	۸/۸۸ ^a
۸	آزادکننده پتاسیم	۰/۰۸۴ ^{de}	۰/۰۴ ^{ab}	۰/۰۱۸ ^{c-e}	۰/۱۴۲ ^{b-d}	۰/۳۳۷ ^{ab}	۰/۵۶۷ ^a	۶/۶۹ ^a
۸	فسفر+پتاسیم	۰/۱۰۸ ^{b-d}	۰/۰۱۱ ^b	۰/۰۰۳ ^e	۰/۰۵۰ ^d	۰/۱۱۳ ^b	۰/۴۱۷ ^a	۷/۱۸ ^a

Fv/Fm': حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) تفاوت معنی‌داری ندارند.

بیشترین میزان کلروفیل b در ژنوتیپ MCC28 نسبت به شاهد به مقدار ۲۵ درصد افزایش در تیمار مصرف باکتری آزادکننده پتاسیم به دست آمد. اما ژنوتیپ MCC108 در باکتری آزادکننده پتاسیم کمترین مقدار را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۲). باکتری‌ها با افزایش جذب عناصر غذایی، کاهش اکسیداتیو و ترشح هورمون‌ها به حفظ ساختار کلروپلاست و ساخت رنگدانه‌ها کمک می‌کنند، به طوری که، مصرف باکتری‌ها موجب پایداری و یا افزایش کلروفیل b در گیاه می‌شود. بیشترین محتوای کاروتنوئیدها در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و مصرف باکتری‌های فسفر و پتاسیم مشاهده گردید، که موجب افزایش ۷ درصدی محتوای کاروتنوئید نسبت به شاهد شد. کمترین محتوای کاروتنوئیدها در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و مصرف باکتری‌های فسفر و پتاسیم بود. تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و تلفیق باکتری فسفر و پتاسیم بیشترین محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی را با میزان ۵۱ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۱). به نظر می‌رسد که افزایش محتوای کاروتنوئیدها، به عنوان رنگدانه‌های کمکی، در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر نقش کمکی و حفاظتی خود را نشان داده‌اند، اما با افزایش شدت شوری محتوای این رنگدانه‌ها نیز کاهش یافته است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر شوری، باکتری و رقم و برهم‌کنش آن‌ها بر حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲ معنی‌دار شد. در هر دو ژنوتیپ مورد بررسی با افزایش تنش شوری، حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم دو کاهش یافت (جدول ۲). کاهش

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

شدید حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲ نشان می‌دهد که تحت تنش شوری فتوسیستم ۲ دچار اختلال شده و سبب کاهش فتوستتر در گیاه می‌شود (نباتی و همکاران، ۱۴۰۱).

جدول ۳- اثر تنش شوری و ژنوتیپ بر رنگدانه‌های فتوستتزی (میلی گرم بر گرم ماده تر)، فلورسانس کلروفیل، عملکرد دانه و شاخص برداشت ژنوتیپ-های نخود

شاخص برداشت (درصد)	وزن دانه (گرم در بوته)	Fv'/Fm'	کل رنگدانه	کاروتنوئیدها	کلروفیل b	کلروفیل a	ژنوتیپ	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
۱۵/۴ ^{a-c}	۰/۵۷۵ ^b	۰/۷۰۰ ^a	۰/۲۲۸ ^a	۰/۰۳۲ ^a	۰/۰۶۴ ^a	۰/۱۳۱ ^{ab}	MCC108	۰
۲۹/۶ ^a	۱/۰۸ ^{ab}	۰/۶۹۳ ^a	۰/۱۹۲ ^a	۰/۰۳۲ ^a	۰/۰۴۸ ^a	۰/۱۱۲ ^b	MCC28	۰
۱۳/۰ ^{bc}	۰/۹۳ ^{ab}	۰/۵۶۷ ^a	۰/۲۴۶ ^a	۰/۰۲۷ ^a	۰/۰۶۵ ^a	۰/۱۶۷ ^a	MCC108	۵
۲۵/۱ ^{ab}	۱/۹۶ ^a	۰/۵۸۲ ^a	۰/۲۴۴ ^a	۰/۰۳۵ ^a	۰/۰۵۶ ^a	۰/۱۶۶ ^a	MCC28	۵
۲/۹۴ ^c	۰/۳ ^b	۰/۱۰۲ ^b	۰/۰۳۲ ^b	۰/۰۱۳ ^b	۰/۰۳۷ ^b	۰/۱۵۶ ^a	MCC108	۸
۱۸/۱ ^{ab}	۱/۵۲ ^{ab}	۰/۴۵۲ ^a	۰/۱۸۳ ^a	۰/۰۲۴ ^a	۰/۰۴۳ ^a	۰/۱۳۵ ^a	MCC28	۸

Fv'/Fm': حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر صفت در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد شوری، ژنوتیپ و مصرف باکتری و برهمکنش آن‌ها بر وزن دانه معنی‌دار بود. بررسی برهم‌کنش شوری و باکتری نشان داد که در سطوح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر با مصرف باکتری‌های آزادکننده فسفر و پتاسیم و تلفیق هردو باهم وزن دانه کاهش یافت. در مقایسه اثر ساده ژنوتیپ، شاخص برداشت ژنوتیپ MCC108 نسبت به ژنوتیپ MCC28، ۱/۳۲ برابر بیشتر بود (جدول ۲). نتایج برخی پژوهشگران نشان داد که تیمارهای کودزیستی تأثیری بر شاخص برداشت ندارند و دلیل اصلی عدم تأثیرپذیری شاخص برداشت از مصرف کودهای زیستی مربوط به نتایج به افزایش هر دوی عملکرد دانه و زیست‌توده در اثر مصرف کودهای زیستی می‌باشد (اعلمی میلانی و بنده حق، ۱۳۹۳).

۵. نتیجه‌گیری

تیمار تلفیقی باکتری‌های آزادکننده فسفر و پتاسیم در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر در اکثر صفات نسبت به تیمار شاهد بدون تفاوت و یا گاهی افزایشی بود. در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد با افزایش تنش شوری حتی با مصرف باکتری‌ها عملکرد و اجزای عملکرد کاهش یافت. با توجه به نتایج این مطالعه، کاربرد تلفیقی باکتری‌های آزادکننده فسفر و پتاسیم برای تولید نخود در مناطق با شوری متوسط مناسب به نظر می‌رسد.

منابع

احمدی، ع.، احسان زاده، پ.، جباری، ف. ۱۳۸۶. مقدمه‌ای فیزیولوژی گیاهی. جلد ۲. انتشارات دانشگاه تهران.

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

اعلمی میلانی، ا. و بنده حق، ع. ۱۳۹۳. اثرات کاربرد کودهای زیستی در ترکیب با کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی.

دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۴(۴.۱): ۱۵-۲۹.

عباسی، ص. ۱۳۹۶. اثر انواع کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژیکی نخود (*Cicer arietinum* L.) و خصوصیات خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

نباتی، ج.، نظامی، ا.، میرمیران، م.، حسن فرد، ع. ر. و احمدی لاهیجانی، م. ج. ۱۴۰۱. بررسی پاسخ عوامل فلورسانس کلروفیل ژنوتیپ‌های عدس

(*Lens culinaris* Medik) به تنش یخ‌زدگی. علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۳(۱)، ۶۹-۸۳. [20.1001.1.20084811.1401.53.1.6.9](https://doi.org/10.1001.1.20084811.1401.53.1.6.9)

FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Parihar, P., Singh, S., Singh, V.P. and Prasad, S.M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. Environmental science and pollution research, 22, 4056-4075. 10.1007/s11356-014-3739-1

The effect of phosphorus and potassium biofertilizer on physiological traits and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under salinity stress conditions

Maryam Keyvanshokoo¹, Mohammad Javad Ahmadi-Lahijani^{1*}, Mohammad Kafi¹, Jafar Nabati¹

¹ Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(mjahmadi@um.ac.ir)

Abstract

Salinity, as one of the most important abiotic stresses, has destructive effects on crops. Chickpea is one of the most widely consumed legumes in providing plant protein for humans and animals, and is a salt-sensitive plant. This study aimed to investigate the effect of biofertilizers on chickpea yield and yield components under salinity stress conditions, as a factorial layout in a completely randomized block design with three replications, at Ferdowsi University of Mashhad in 2023. Two genotypes of Kabuli type chickpeas, MCC108 (tolerant) and MCC28 (sensitive) to salinity, were investigated at three salinity levels (zero (control), 5, and 8 dS/m) and the application of biofertilizers at four levels (no bacteria (control), phosphorus-releasing bacteria, potassium-releasing bacteria, and their combination). The results showed that the highest content of photosynthetic pigments was obtained in the combined treatment under salinity stress conditions. Also, the maximum leaf chlorophyll fluorescence was obtained at 5 dS/m in the combined treatment compared with the control. At 8 dS/m, yield and harvest index decreased despite the use of bacteria. The study of traits under salinity and bacteria treatments showed that

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی

(۱۱-۱۳ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان)

9th National and 1st International Conference of Plant Physiology

(Jan. 31-Feb.2, 2026, University of Guilan, Rasht, Iran)

the MCC108 genotype in the presence of phosphorus-releasing bacteria and the MCC28 genotype in the treatment of potassium-releasing bacteria performed better than other treatments.

Keywords: Chlorophyll fluorescence, harvest index, morphological traits, Photosynthetic pigments.