نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
۲۷–۲۹ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان

تاثیر کاربرد کودهای زیستی فسفر و پتاسیم بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های نخود (Cicer arientinum L.) در شرایط تنش شوری

مریم کیوان شکوه[۱]، محمدجواد احمدی لاهیجانی[۱*]، محمد کافی[۱]، جعفر نباتی[۱]
۱* گروه اگروتکنولوژی، 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 ازجمله 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 درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. دو ژنوتیپ نخودکابلی MCC108 (متحمل) و MCC28 (حساس به شوری) در سه سطح شوری (صفر (شاهد)، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس برمتر) 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 تیمارتلفیقی دو باکتری در شرایط تنش شوری به‌دست آمد. همچنین، حداکثر فلورسانس کلروفیل برگ در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر در تیمار تلفیقی باکتری‌ها نسبت به شاهد به‌دست آمد. درسطح شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر علی‌رغم مصرف باکتری‌ها عملکرد و شاخص برداشت کاهش یافت. بررسی صفات تحت تیمارهای شوری و باکتری نشان داد ژنوتیپ MCC108 درحضور باکتری آزادکننده فسفر و ژنوتیپ MCC28 در تیمار مصرف باکتری آزادکننده پتاسیم عملکرد بهتری نسبت به دیگر باکتری‌ها از خود نشان داد.

مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش بی‌رویه جمعیت و تقاضای روزافزون برای موادغذایی، استفاده ازکودهای 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 موادغذایی 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).

حبوبات پس از غلات، دومین گروه مهم منبع غذایی برای انسان می‌باشند و به‌دلیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن و میزان بالای پروتئین (تقریبا دو برابرغلات) در کشاورزی و تغذیه بشر اهمیت ویژه‌ای دارند. نخود (*Cicer arientinum* L.) سومین حبوبات مهم دنیا با میانگین تولید جهانی معادل ۶/۱۴ میلیون تن در سال است. این مقدار تولید از سطحی حدود ۲/۷ 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 برصرفه‌جویی درمصرف آب و افزایش حاصلخیزی خاک، به‌عنوان محصولات درآمدزا و تامین‌کننده پروتئین مورد نیاز تغذیه انسانی مورد توجه قرار گیرد (نباتی وهمکاران، 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، به‌نحوی‌که، 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 وهمکاران، 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.

مواد و روش‌ها

این آزمایش درقالب فاکتوریل و به‌صورت 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 هرگلدان یک فتیله کنفی به قطر یک سانتی‌متر استفاده شد. یک سرفتیله از انتهای گلدان خارج شده و در زیرگلدانی قرار داده شد و سر دیگر فتیله از سطح خاک گلدان بیرون قرار داده شد و آبیاری از کف و از طریق زیرگلدانی‌ها (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 ۵۱/۰ 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 ازطریق زیرگلدانی 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 دسی زیمنس بر متر و شاهد فاقد شوری و تیماردوم استفاده از کودهای‌زیستی شرکت خوشه‌پروران زیست‌فناور (دایان) در ۴ سطح مختلف به‌صورت باکتری‌های آزادکننده پتاس، باکتری‌های آزادکننده فسفات، تلفیق باکتری‌های آزادکننده پتاس و فسفات به‌میزان ۱۰ میلی‌لیتر در یک لیتر در هرگلدان و تیمار شاهد فاقد باکتری استفاده گردید.

غلظت رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی براساس روش لیچتنتالر (۱۹۸۷) و کلروفیل فلورسانس برگ از جوان‌ترین برگ کاملا توسعه‌یافته 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 به‌صورت 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.

نتایج و بحث

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

نتایج بررسی مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و باکتری‌ها نشان داد با مصرف باکتری‌ها در هردو 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). به‌نظر می‌رسد نوع ژنوتیپ و ویژگی‌های ژنتیکی هر ژنوتیپ سبب ایجاد تفاوت در تغییرات غلظت کلروفیل شده است.

بیشترین میزان کلروفیل b در ژنوتیپ MCC28 نسبت به شاهد به مقدار ۲۵ درصد افزایش در تیمار مصرف باکتری ازادکننده پتاسیم به‌دست آمد. اما ژنوتیپ MCC108 در باکتری آزادکننده پتاسیم کمترین مقدار را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۲). باکتری‌ها با افزایش جذب عناصرغذایی، کاهش اکسیداتیو و ترشح هورمون‌ها به حفظ ساختار کلروپلاست و ساخت رنگدانه‌ها کمک می‌کنند، به‌طوری‌که، مصرف باکتری‌ها موجب پایداری و یا افزایش کلروفیل b در گیاه می‌شود. بیشترین محتوای کاروتنوئیدها در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمترومصرف باکتری‌های فسفرو پتاسیم مشاهده گردید، که موجب افزایش ۷ درصدی محتوای کاروتنوئید نسبت به شاهد شد. کمترین محتوای کاروتنوئیدها در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس برمتر و مصرف باکتری‌های فسفر و پتاسیم بود. تیمار شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر و تلفیق باکتری فسفرو پتاسیم بیشترین محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی را با میزان ۵۱ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد که افزایش محتوای کاروتنوئیدها، به‌عنوان رنگدانه‌های کمکی، در شوری ۵ دسی‌زیمنس برمتر 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 اثرشوری، باکتری و رقم و برهم‌کنش آن‌ها بر حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲ معنی‌دار شد. در هردو ژنوتیپ مورد بررسی با افزایش تنش شوری، حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم‌دوکاهش یافت (جدول ۲). کاهش شدید حداکثرکارایی کوانتومی فتوسیستم ۲ نشان می‌دهد که تحت تنش شوری فتوسیستم ۲ دچار اختلال شده و سبب کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود (نباتی وهمکاران، ۱۴۰۱).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد شوری، ژنوتیپ و مصرف باکتری و برهمکنش آن‌ها بر وزن دانه معنی دار بود. بررسی برهم‌کنش شوری و باکتری نشان داد که در سطوح شوری ۵ و ۸ دسی‌زیمنس برمتر 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، ۳۲/۱ برابر بیشتر بود (جدول ۲). نتایج برخی پژوهشگران نشان داد که تیمارهای کودزیستی تاثیری بر شاخص برداشت ندارند و دلیل اصلی عدم تاثیرپذیری شاخص برداشت از مصرف کودهای زیستی مربوط به نتایج به افزایش هر دوی عملکرد دانه و زیست‌توده در اثر مصرف کودهای زیستی می باشد (اعلمی میلانی و بنده حق ، ۱۳۹۳).

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

شوری (دسی‌زیمنس برمتر)	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}	۰/۷۵۰^{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}	۱/۳۷۰^{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}	۲/۲۱۰^{A}	۲۶/۸^{A}
۵	آزادکننده فسفر	۰/۱۶۲^{ab}	۰/۰۴۵^{Ab}	۰/۰۱۴^{De}	۰/۲۱۰^{Ab}	۰/۴۴۹^{Ab}	۱/۳۷۰^{A}	۱۵/۴^{A}
۵	آزادکننده پتاسیم	۰/۱۴۴$^{a-c}$	۰/۰۶۱^{Ab}	۰/۰۲۲$^{b-d}$	۰/۲۰۴$^{a-c}$	۰/۴۸۳^{Ab}	۱/۳۰۰^{A}	۱۸/۲^{A}
۵	فسفر+پتاسیم	۰/۱۸۹^{a}	۰/۰۷۱^{A}	۰/۰۴۱^{Ab}	۰/۳۰۲^{A}	۰/۶۷۳^{A}	۰/۶۹۰^{A}	۱۵/۹^{A}
۸	فاقدباکتری	۰/۰۹۵^{cd}	۰/۰۴^{Ab}	۰/۰۲۹$^{a-d}$	۰/۱۷۵$^{a-b}$	۰/۴۴۶^{Ab}	۱/۷۸۰^{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': حداکثرکارایی کوانتومی فتوسیستم ۲. میانگین‌های دارای حروف مشابه درهرصفت درسطح احتمال پنج درصد براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- اثر تنش شوری و ژنوتیپ بر رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی(میلی‌گرم برگرم ماده تر)، فلورسانس کلروفیل، عملکرد دانه و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های نخود

شوری (دسی‌زیمنس برمتر)	ژنوتیپ	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئیدها	کل رنگدانه	Fv'/Fm'	وزن دانه (گرم در بوته)	شاخص برداشت (درصد)
۰	MCC108	۰/۱۳۱^{Ab}	۰/۰۶۴^{A}	۰/۰۳۲^{A}	۰/۲۲۸^{A}	۰/۰۰۷^{A}	۰/۵۷۵^{B}	۱۵/۴$^{a-c}$
۰	MCC28	۰/۱۱۲^{B}	۰/۰۴۸^{A}	۰/۰۳۲^{A}	۰/۱۹۲^{A}	۰/۶۹۳^{A}	۱/۰۸۰^{Ab}	۲۹/۶^{A}
۵	MCC108	۰/۱۶۷^{A}	۰/۰۶۵^{A}	۰/۰۲۷^{A}	۰/۲۴۶^{A}	۰/۵۶۷^{A}	۰/۹۳۰^{Ab}	۱۳/۰^{Bc}
۵	MCC28	۰/۱۶۶^{A}	۰/۰۵۶^{A}	۰/۰۳۵^{A}	۰/۲۴۴^{A}	۰/۵۸۲^{A}	۱/۹۶۰^{A}	۲۵/۱^{Ab}
۸	MCC108	۰/۱۵۶^{A}	۰/۰۳۷^{B}	۰/۰۱۳۰^{B}	۰/۰۳۲^{B}	۰/۱۰۲^{B}	۰/۳۰۰^{B}	۲/۹۴^{C}
۸	MCC28	۰/۱۳۵^{A}	۰/۰۴۳^{A}	۰/۰۲۴^{A}	۰/۱۸۳^{A}	۰/۴۵۲^{A}	۱/۵۲۰^{Ab}	۱۸/۱^{Ab}

Fv'/Fm': حداکثرکارایی کوانتومی فتوسیستم ۲. میانگین‌های دارای حروف مشابه درهرصفت درسطح احتمال پنج درصد براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار(LSD) تفاوت معنی‌داری ندارند.

منابع

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

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 وتولید پایدار, ۲۴(۱.۴): ۱۵-۲۹.

عباسی، ص .۱۳۹۶. اثر انواع کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی 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

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