اثر کاربرد باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژنی بر صفات کمی و اجزای عملکرد برنج رقم شیرودی

حمید غفاری کومله[۱]، عبداللطیف قلی‌زاده[۲]، عباس بیابانی[۳]، علیرضا فلاح نصرت‌آباد[۴]، محمد محمدیان[۵]
۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد کشاورزی اکولوژیک دانشگاه گنبد کاووس
۲- استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه گنبد کاووس
۳- دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه گنبد کاووس
۴- استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور
۵- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران
*h_ghaffari.info@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه اثر کاربرد باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژنی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج، آزمایشی به صورت گلدانی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با ۴ تکرار بر روی رقم پرمحصول شیرودی به اجرا درآمد. فاکتورها شامل سه فاکتور A- باکتری سودوموناس در دو سطح شاهد (بدون باکتری) و سودوموناس پوتیدا۱ و B- باکتری ازتوباکتر در دو سطح شاهد (بدون ازتوباکتر) و مصرف باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و C-فاکتور کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح شاهد (بدون کود نیتروژنی)، ۴۰،۷۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک گلدان بودند. در این تحقیق صفاتی همچون تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین مصرف باکتری‌هایی همچون سودوموناس و ازتوباکتر در سطوح مختلف کود نیتروژنی وجود دارد، هر چند کود نیتروژنی همچنان نقشی کلیدی و مؤثر در بهبود صفات کمی و اجزای عملکرد برنج ایفا می‌نماید.

کلمات کلیدی: ازتوباکتر، برنج، سودوموناس، نیتروژن.

مقدمه

در بین گیاهان زراعی، برنج گیاهی است که به علت نیاز زیادی که اغلب مردم جهان به آن دارند، در سطح بسیار وسیعی از زمین‌های زراعی کشورهای مختلف جهان کشت می‌گردد. کشت و کار برنج در جهان و تولید آن از نظر کیفیت و کمیت دارای اهمیت خاصی است، زیرا برنج گیاهی است که دانه آن برای تأمین غذای نیمی از مردم جهان به کار می‌رود (خدابنده، ۱۳۸۴). تولید و کاربرد کودهای شیمیایی علاوه بر صرف انرژی زیاد، هزینه بر می‌باشد و مصرف بی‌رویه آن، علاوه بر مضرات اقتصادی، صدمات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد خواهد ساخت (احتشامی، ۱۳۸۹). در دهه‌های اخیر تولید محصولات کشاورزی از جمله برنج عمدتاً متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی بوده که منجر به مشکلات عمده زیست محیطی شده است (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۸۸). یکی از راهکارهای رفع این مشکل، استفاده از اصول کشاورزی پایدار در اکوسیستم‌های زراعی می‌باشد. از آنجا که مدیریت خاک از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌شود، لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای نیتروژن و فسفات با کودهای

بیولوژیک، بشر را در دستیابی به این هدف و تولید پایدار محصولات کشاورزی یاری می‌نماید. (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۸۸). باکتری‌های محرک رشد گیاه[1] (PGPR) به گروه نامتجانسی از باکتری‌های ریزوسفری اطلاق می‌شود که با استفاده از یک یا چند مکانیسم خاص موجب بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاهان می‌شوند. از جمله این باکتری‌ها می‌توان به باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر اشاره نمود (بنی هاشم و همکاران، ۱۳۸۹). این گروه از ریزموجودات علاوه بر افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، کنترل عوامل بیماری‌زا و تولید انواع هورمون‌های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از مهمترین مزایای باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌توان به تولید هورمون‌های تنظیم کننده و محرک رشد گیاه، توسعه سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب و عناصر غذایی، بهبود جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه، تأثیر هم‌افزایی با ریزوبیوم‌ها، بهبود دسترسی گیاه به فسفر و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اشاره نمود (سعیدنژاد و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیقاتی که به منظور بررسی اثر باکتری‌های سودوموناس (*Pseudomonas fluorescence*) و آزوسپریلیوم (*Azospirillum lipoferum*) به همراه ۴ سطح کود اوره ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر روی برنج رقم طارم دیلمانی صورت گرفت، نشان داده شد که کوددهی به همراه کاربرد باکتری‌های سودوموناس و آزوسپریلیوم دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ بوده است (رحمتی خورشیدی و همکاران، ۲۰۱۱).

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۱ به مدت یک فصل زراعی، در معاونت مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. این آزمایش بر روی رقم برنج پرمحصول شیرودی و به صورت گلدانی اجرا گردید. فاکتورها شامل باکتری سودوموناس (فاکتور A) در دو سطح شامل: ۱- مصرف سودوموناس پوتیدا۱ (*Pseudomonas putida1*)، ۲- شاهد (بدون باکتری) و باکتری ازتوباکتر (فاکتور B) در دو سطح: ۱- مصرف باکتری ازتوباکتر کروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*)، ۲- شاهد (بدون ازتوباکتر) و فاکتور کود نیتروژن از منبع اوره (فاکتور C) در چهار سطح: ۱- شاهد (بدون کود نیتروژنی) ۲- مقدار ۴۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک گلدان ۳- مقدار ۷۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک گلدان ۴- ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک گلدان بودند. پس از آماده سازی، مایه تلقیح در زیر بذور جوانه‌دار شده قرار گرفت. در هر گلدان تعداد ۶ بذر کاشته شد که پس از پنجه‌زنی ۳ بوته در هر گلدان جهت ارزیابی‌های بعدی نگهداری شد. در این آزمایش صفاتی چون تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت در جدول ۱ نشان داده شده است. از نظر تعداد پنجه بارور تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف کود نیتروژنی و همچنین

1 - Plant Growth Promoting Rhizobacteria

اثر متقابل آن با باکتری سودوموناس (در سطح احتمال ۱٪) وجود دارد. همچنین اثر متقابل سطوح کود نیتروژنی به همراه باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید. همچنین مصرف باکتری ازتوباکتر به تنهایی تفاوت معنی‌داری را به لحاظ آماری نشان نداد، ولی اثر متقابل آن با سطوح کود نیتروژنی در سطح ۵٪ معنی‌دار شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در بررسی اثر باکتریهای سودوموناس پوتیدا-۱ و ازتوباکتر کروکوکوم در سطوح مختلف کود نیتروژنی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد پنجه بارور	ارتفاع بوته	وزن صد دانه	شاخص برداشت
باکتری سودوموناس	۱	۳۷۵/۳۹**	۶/۲۵^{ns}	۱/۰۲**	۳/۷۰**
باکتری ازتوباکتر	۱	۴۷/۲۶^{ns}	۱^{ns}	۱/۰۵**	۱/۴۷**
سودوموناس × ازتوباکتر	۱	۰/۷۶^{ns}	۹^{ns}	۰/۲۶**	۰/۲۹^{ns}
سطوح نیتروژن	۳	۱۸۳۱/۹۳**	۶۶۰/۹۵**	۱/۷۵**	۲۷/۵۱**
سودوموناس × سطوح نیتروژن	۳	۶۳/۰۱**	۷/۳۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}
ازتوباکتر × سطوح نیتروژن	۳	۴۲/۸۲*	۳/۲۰^{ns}	۰/۰۹*	۰/۷۱*
سودوموناس × ازتوباکتر × سطوح نیتروژن	۳	۱۳۶/۰۵**	۴/۱۲^{ns}	۰/۶۱**	۱/۶۹**
خطا	۴۸	۱۴/۷۸	۲۴/۷۱	۰/۰۲	۰/۲۳
ضریب تغییرات (٪)		۹/۸۸	۵/۲۲	۸/۲۴	۱/۰۳

* و ** به ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪ و ns فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

از نظر صفت ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱٪ در بین سطوح مختلف کود نیتروژنی مشاهده شد و باقی عوامل از نظر آماری فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. صفات وزن دانه و شاخص برداشت به جز اثر متقابل سودوموناس و ازتوباکتر که در سطح ۱٪ برای وزن دانه معنی‌دار شد. باقی عوامل وضعیت مشابه به هم داشتند و در همگی آنها سطوح مختلف کود نیتروژنی، کاربرد باکتری سودوموناس و باکتری ازتوباکتر هر یک به تنهایی و اثر متقابل سه فاکتور با یکدیگر در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین کاربرد ازتوباکتر در کنار کود نیتروژنی نیز در سه صفت مذکور از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داد.

بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر و سطوح مختلف کود نیتروژنی (جدول ۲)، نشان داد که از نظر تعداد پنجه بارور، بیشترین میانگین متعلق به تیمار مصرف باکتری سودوموناس پوتیدا۱ به همراه ازتوباکتر در سطح کودی ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک گلدان بوده است، همچنین کمترین میانگین را تیمارهای شاهد و مصرف ازتوباکتر بدون سودوموناس و کود نیتروژنی به خود اختصاص دادند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر و سطوح مختلف کود نیتروژنی

تیمار	تعداد پنجه بارور	وزن صد دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
$a_1b_1c_1$	۲۴/۲۵ g	۱/۳۲۵ i	۴۴/۷۲ h
$a_1b_1c_2$	۳۱/۷۵ ef	۱/۷۵۳ efg	۴۵/۶۲ fg
$a_1b_1c_3$	۴۴/۲۵ c	۲/۵۹۲ a	۴۷/۵۱ bc
$a_1b_1c_4$	۶۱/۲۵ a	۲/۴۴۵ ab	۴۸/۶۷ a
$a_1b_2c_1$	۳۵/۰۰ de	۱/۸۵۰ ef	۴۶/۱۴ ef
$a_1b_2c_2$	۳۹/۲۵ cd	۲/۲۷۳ bc	۴۶/۷۱ de
$a_1b_2c_3$	۴۰/۵۰ c	۲/۱۰۵ cd	۴۶/۹۷ cd
$a_1b_2c_4$	۵۴/۵۰ b	۲/۴۰۳ ab	۴۸/۴۷ a
$a_2b_1c_1$	۲۷/۲۵ fg	۱/۵۱۳ hi	۴۵/۲۲ gh
$a_2b_1c_2$	۳۱/۵۰ ef	۱/۶۱۰ gh	۴۵/۵۴ fg
$a_2b_1c_3$	۴۰/۰۰ cd	۱/۶۴۰ fgh	۴۶/۹۰ cd
$a_2b_1c_4$	۴۴/۲۵ c	۱/۸۲۷ efg	۴۷/۵۰ bc
$a_2b_2c_1$	۲۳/۵۰ g	۱/۴۳۰ hi	۴۴/۶۵ h
$a_2b_2c_2$	۳۴/۷۵ de	۱/۹۷۵ de	۴۶/۰۳ ef
$a_2b_2c_3$	۴۰/۵۰ c	۲/۲۸۷ bc	۴۷/۰۱ cd
$a_2b_2c_4$	۵۰/۲۵ b	۲/۴۳۸ ab	۴۸/۱۱ ab

میانگین‌ها به روش آزمون LSD و در سطح ۵٪ مقایسه شده‌اند. اعداد داخل هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند. a_1= باکتری سودوموناس، a_2= عدم مصرف باکتری سودوموناس، b_1= باکتری ازتوباکتر، b_2= عدم مصرف باکتری ازتوباکتر، c_1= عدم مصرف کود نیتروژنی، c_2= ۴۰ میلی‌گرم نیتروژنی، c_3= ۷۰ میلی‌گرم نیتروژنی، c_4= ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژنی.

از نظر وزن صد دانه نیز بیشترین میانگین را به ترتیب مصرف باکتری‌های ازتوباکتر و سودوموناس در سطوح ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک گلدان و به دنبال آنها سطح کودی ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک گلدان، با سودوموناس و بدون ازتوباکتر و نیز بدون باکتری به خود اختصاص دادند. از منظر شاخص برداشت، بیشترین میانگین متعلق به تیمارهای با سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیتروژن به همراه مصرف ازتوباکتر و سودوموناس، و به دنبال آن مصرف سودوموناس بدون ازتوباکتر و نیز بدون مصرف باکتری می‌باشد. کمترین میانگین به تیمار بدون مصرف کود نیتروژنی در کنار مصرف ازتوباکتر و سودوموناس تعلق گرفت.

به طور کلی به نظر می‌رسد که مصرف باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر، منجر به بهبود شاخص‌های کمی برنج می‌شوند، که شاید بتوان علت آن را توسعه گیاه از طریق تولید تنظیم کننده‌های رشد توسط باکتری‌های به کار رفته و جبران کمبود مواد غذایی، با تسهیل و افزایش جذب مواد غذایی توسط سیستم ریشه‌ای گیاه دانست، که با نتایج بنی‌هاشم و همکاران (۱۳۸۹) و سعیدنژاد و همکاران (۱۳۸۹) و دیگر محققین مطابقت داشت. اگرچه همچنان کودهای شیمیایی، نقشی کلیدی و مؤثر را در رشد و بهبود اجزای عملکرد برنج ایفا می‌نمایند. همچنین با توجه به اینکه این آزمایش در طول یک سال انجام شده است، برای حصول نتایج دقیق و کسب اطمینان بیشتر، پژوهش‌های مشابه، با روش‌های متنوع استعمال باکتری، توسط پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد.

منابع

بنی هاشم، ف.، رضایی، م. ع. و رمضانپور، م. ر. ۱۳۸۹. اثر باکتری‌های سودوموناسه با توان تولید اکسین بر رشد و غلظت مواد غذایی در گیاه برنج رقم ندا (*Oryza sativa* L. var Neda). فصلنامه پژوهش‌های گیاهی، شماره پیاپی ۱۹، سال پنجم، شماره۳. صفحه‌های۵۶ تا ۶۳.

خدابنده، ن. ۱۳۸۴. غلات. انتشارات دانشگاه تهران.

سعیدنژاد، ا. ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد، اجزاء عملکرد درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۱، صفحه‌های ۳۸ تا ۴۴.

احتشامی، س.، م.، ر.، امین دلدار، ز. و خاوازی، ک. ۱۳۸۹. اثر محلول پاشی باکتریهای جنس سودوموناس بر صفات کمی و اجزای عملکرد ارقام برنج. صفحه‌های ۲۵۱۲ تا ۲۵۱۴. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران.

Khorshidi, R., Ardakani, Y., Ramezanpour, M. R., Khavazi, M. R. and Zargari, K. 2011. Response of yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) to pseudomonas flouresence and azospirillum lipoferum under different nitrogen levels. American-eurasian J. Agric. & environ. Sci., 10 (3): 387-395.