محور مقاله: بیولوژی خاک و کودهای زیستی

پاسخ زراعی کشت تاخیری پنبه به کودهای زیستی و سطوح مختلف نیتروژن

عبدالرضا قرنجیکی[۱*]، علیرضا فلاح نصرت آباد[۲]

[۱] استادیار موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

[۲] دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدود کننده تولید محصول است. کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* به‌علت توان تثبیت غیرهمزیستی نیتروژن و بهبود رشد گیاه و تولید محصول، در کشاورزی بسیار مورد توجه هستند. به‌منظور بررسی تاثیر نیتروژن و این باکتری‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت تاخیری پنبه رقم گلستان، آزمایشی مزرعه‌ای با چهار سطح کود نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح این باکتری‌ها (بدون تلقیح، *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم* و تلفیق *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم*) اجرا گردید. براساس نتایج، تاثیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه معنی‌دار بود، در حالی که هیچ پاسخی نسبت به تلقیح باکتری‌ها و اثر متقابل آنها مشاهده نشد. بیشترین تعداد غوزه در بوته با تیمار کودی ۹۰ به‌دست آمد که اختلاف آن نسبت به تیمار صفر نیتروژن معنی‌دار بود. با افزایش کود نیتروژن، عملکرد و درصد نیتروژن برگ افزایش یافت به‌طوری که تیمار کودی ۹۰ اختلاف معنی‌داری نسبت به سطوح کودی صفر و ۳۰ نشان داد. به‌طور خلاصه، برای کشت تاخیری پنبه رقم گلستان با عملکرد قابل انتظار حدود ۲ تن در هکتار، به حداقل ۶۰ و حداکثر ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن مورد نیاز است که به‌طور متوسط مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*، رقم پنبه گلستان

مقدمه

ناحیه ریزوسفر گیاه که لایه نازکی از خاک پیرامون ریشه می‌باشد، به‌دلیل فعالیت و ترشحات ریشه‌ای، سرشار از عناصر غذایی است. لذا خواص کمی و کیفی جامعه میکروبی آن تفاوت بسیار زیادی با توده خاک غیرریزوسفری دارد. باکتری‌های ناحیه ریزوسفر که ریزوباکتر نام دارند، می‌توانند گیاه میزبان خود را تحت تاثیر قرار دهند. گروهی از این باکتری‌ها را که اثرات مثبتی بر رشد گیاه دارند، اصطلاحاً ریزوباکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria) یا به‌طور خلاصه PGPR نامیده می‌شوند (Siddiqui, 2005).

یکی از ویژگی‌های اصلی باکتری‌های PGPR، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در خاک است (Ahemed and Kibret, 2014). *آزوسپیریلوم* (*Azospirillum*) و *ازتوباکتر* (*Azotobacter*) از شناخته‌شده‌ترین باکتری‌های PGPR هستند که اثر مثبت آنها بر رشد و عملکرد گیاه در آزمایشات زیادی مشاهده شده است (Anjum و همکاران، ۲۰۰۷). ثابت شده است که این باکتری‌ها می‌توانند با سنتز انواع ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و هورمون‌های محرک رشد مثل ایندول استیک اسید، جبرلین و سیتوکنین، باعث افزایش جوانه‌زنی بذر، بهبود ریشه‌زایی و گسترش ریشه‌ها، توسعه بهتر برگ‌ها و نهایتاً رشد و نمو بهتر گیاه و افزایش کیفیت محصول شوند (Ahemed and Kibret, 2014). همچنین، این باکتری‌ها توان تثبیت نیتروژن هوا را از طریق همیاری غیرهمزیستی (*آزوسپریلوم*) و به‌صورت آزاد (*ازتوباکتر*) دارند (Saharan and Nehra, 2011).

گزارش‌های متعددی درباره تاثیر مثبت باکتری‌های *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* بر رشد و عملکرد غلات، بقولات و سایر گیاهان زراعی وجود دارد (Saharan and Nehra, 2011; Ahemed and Kibret, 2014). گونه‌های مختلف *آزوسپیریلوم* علاوه بر افزایش ماده خشک، باعث کاهش خسارت عوامل قارچی در پنبه شدند (Bashan, 1998). Anjum و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر روی پنبه را با سه سطح مختلف کود نیتروژن مورد آزمایش قرار داده و افزایش عملکرد، ارتفاع بوته و جمعیت باکتری خاک را گزارش کردند. Hafeez و همکاران (۲۰۰۴) سبز کردن سریع‌تر

* ایمیل نویسنده مسئول: agharanjiki@yahoo.com

گیاهچه‌های پنبه بر اثر تلقیح بذر با *ازتوباکتر* را گزارش کردند و ترشح ایندول استیک اسید توسط این باکتری را در پاسخ مؤثر دانسته‌اند. با اینکه درباره تاثیر جداگانه هر یک از این باکتری بر رشد و عملکرد گیاه نتایج مثبت زیادی وجود دارد (Saharan and Nehra, 2011)، با این حال، نتایج بعضی مطالعات نشان داده است که ترکیب باکتری‌های *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* نتایج بهتری دارد (Naderifar and Daneshian, 2012). به همین علت، امروزه در بیشتر کشورها از ترکیب این دو باکتری در فرمولاسیون کود بیولوژیک استفاده می‌شود (Saharan and Nehra, 2011).

نتایج تحقیقی درباره تاثیر تلقیح بذر پنبه توسط باکتری‌های *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در تاریخ کشت معمول پنبه در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم آباد گرگان (استان گلستان) نشان داد که این باکتری‌ها منجر به افزایش معنی‌دار وزن غوزه، تعداد غوزه در بوته و عملکرد پنبه گردید (قرنجیکی و بهادری، ۱۳۹۷). در تحقیق حاضر، تاثیر این باکتری‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در کشت تاخیری (کشت دوم پنبه که بلافاصله بعد از برداشت گندم، کشت پنبه انجام شد)، مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم آباد واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غربی شهرستان گرگان با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی با ارتفاع متوسط ۱۴ متر از سطح آزاد دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۴۵۰-۵۵۰ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۵۰-۶۰ درصد، متوسط حداکثر حرارت ۴۲ درجه سانتی گراد اجرا گردید. کشت پنبه بلافاصله بعد از برداشت گندم انجام شد (کشت دوم یا کشت تاخیری). بدین منظور، بعد از برداشت محصول اول (گندم)، زمین شخم و دیسک زده شده و بستر کشت آماده گردید. قبل از کشت، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری قطعه آزمایشی، نمونه مرکب خاک تهیه شده و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه ارسال گردید.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل ۴×۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت به‌فواصل ۸۰ سانتی‌متر، طول ۶ متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. رقم پنبه مورد استفاده برای کشت، رقم تجاری گلستان بود. فاکتور اول کود نیتروژن (N_2) بود که در چهار سطح صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره اعمال شد. فاکتور دوم نیز شامل سطوح مختلف تلقیح بذر پنبه با باکتری‌های ۱- *ازتوباکتر* (*Azotobacter*)، ۲- *آزوسپیریلیوم* (*Azospirillum*) ۳- تلفیق این دو باکتری (به‌نسبت مساوی از مایه تلقیح) و ۴- تیمار شاهد (بدون تلقیح بذر) بود. باکتری‌ها از از بخش بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند. برای تلقیح بذر با باکتری، ابتدا مقدار کافی از بذر با محلول شکر در آب با غلظت ۲ درصد مرطوب شده و سپس با مایه تلقیح (حداقل 10^8 باکتری در گرم) آغشته شدند. بعد از تلقیح، بذور حدود یک ساعت در سایه خشک و سپس کشت گردید. عملیات آماده‌سازی زمین در اواخر خرداد ماه و پس از برداشت گندم انجام شد. تمام کود فسفر مورد نیاز (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و نصف کود نیتروژن (متناسب با تیمار کودی) قبل از کشت به خاک اضافه و با دیسک مخلوط گردید. از علفکش پیش رویشی ترفلان برای کنترل علف‌های هرز استفاده گردید. سایر عملیات زراعی از قبیل تنک کردن بوته‌ها، وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات بر حسب نظر کارشناسی اعمال گردید. محصول پنبه (وش) در دو چین برداشت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد از دو خط وسط هر تیمار استفاده شد. در زمان برداشت اول، تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و میانگین ارتفاع بوته و تعداد غوزه آنها یادداشت گردید. همچنین، تعداد ۲۰ غوزه به طور تصادفی برداشت و میانگین وزن آنها ثبت شد. زودرسی محصول بر اساس عملکرد چین اول به عملکرد کل محاسبه گردید. قبل از گلدهی، به‌تعداد ۳۰-۲۵ عدد آخرین برگ کامل (برگ چهارم یا پنجم از قسمت انتهای بوته) تهیه و جهت تعیین غلظت نیتروژن با کجلدال به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها به‌روش LSD و در سطح ۵٪ انجام شد.

شکل ۱. نمایی از یک کرت آزمایشی در مراحل اولیه رشد پنبه

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. بر این اساس، خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت نیمه سنگین و غیرشور، ماده آلی در حد متوسط و اسیدیته آن نیز کمی قلیایی بود. همچنین، این خاک از نظر پتاسیم قابل استفاده گیاه هیچ محدودیتی نداشته و فسفر قابل استفاده آن نیز در حد متوسط بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	پ.هاش	کربن آلی (در صد)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
لوم رس سیلتی	۱۶	۵۴	۳۰	۱/۲۷	۷/۹	۱/۲۸	۹/۷	۴۷۵

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر تعداد غوزه در بوته، عملکرد چین اول، عملکرد کل، درصد زودرسی و نیتروژن برگ معنی‌دار بود، اما باکتری‌ها و اثر متقابل این دو عامل تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نداشت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد غوزه در بوته	وزن تک غوزه	عملکرد چین اول	عملکرد کل	درصد زودرسی	درصد نیتروژن برگ
تکرار (بلوک)	۲	۴۶۶ *	۳/۲۵۲ ns	۰/۲۶۰ ns	۵۱۰۹۶ ns	۲۵۱۸۹۰ ns	۶۰/۶ ns	۰/۰۵۱ ns
کود نیتروژن A	۳	۸۵/۰ ns	۳۱/۸ **	۰/۱۷۹ ns	۵۷۸۵۹۳ **	۵۹۵۰۲۴ *	۲۶۳ *	۰/۷۰۳ *
باکتری B	۳	۱۲/۷ ns	۲/۵۲ ns	۰/۳۱۴ ns	۶۳۴۹۷ ns	۵۲۹۷۳ ns	۱۶۵ ns	۰/۲۶۳ ns
A×B	۹	۱۵/۸ ns	۲/۱۰ ns	۰/۱۶۱ ns	۶۷۳۵۹ ns	۱۱۸۱۸۸ ns	۴۳/۲ ns	۰/۰۴۵ ns
خطا	۳۰	۱۱۸	۶/۲۶	۰/۲۹۶	۷۹۹۸۳	۱۶۳۵۲۰	۶۷/۳	۰/۲۱۷
ضریب تغییرات	-	۱۵/۷	۱۹/۴	۱۰/۶	۲۱/۸	۲۱/۱	۱۲/۰	۱۷/۵

* و** به‌ترتیب دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳)، مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار تعداد غوزه گردید، اما با اینکه بیشترین تعداد غوزه با مصرف بالاترین سطح کودی (۹۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد، اما اختلاف آن نسبت به سطوح کودی ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار نبود. افزایش تعداد غوزه بالاترین سطح کودی نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) در حدود ۳۷ درصد بود.

با افزایش کود نیتروژن مصرفی، عملکرد چین اول و عملکرد کل پنبه نیز افزایش یافت به‌طوری که بیشترین محصول با تیمار کودی ۹۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. اختلاف عملکرد کل این تیمار نسبت به سطوح کودی شاهد و ۳۰ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. افزایش محصول در سطوح کودی ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیز نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بود (شکل ۳).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

سطوح کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد غوزه در بوته	عملکرد چین اول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد کل (کیلوگرم بر هکتار)	زودرسی (درصد)	نیتروژن برگ (درصد)
صفر	۱۰/۶۴ b	۱۰۳۲ c	۱۶۸۰ b	۶۱/۱ b	۲/۴۰ b
۳۰	۱۳/۲۶ ab	۱۲۸۱ b	۱۸۵۶ b	۶۹/۶ a	۲/۵۸ b
۶۰	۱۳/۰۲ ab	۱۳۲۰ b	۱۹۰۱ ab	۷۰/۷ a	۲/۷۲ ab
۹۰	۱۴/۵۵ a	۱۵۶۹ a	۲۲۱۵ a	۷۰/۸ a	۲/۹۸ a

- اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

در این تحقیق، مصرف کود نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، عملکرد، زودرسی محصول و غلظت نیتروژن برگ گردید. نیتروژن عنصر مهم و کلیدی برای گیاه است. بنابراین کمبود آن در گیاه منجر به کاهش رشد و تولید محصول خواهد شد (Ahemed and Kibret, 2014). توصیه کودی مناسب نیتروژن برای زراعت و تولید پنبه تابع عوامل متعددی مثل رقم، شرایط اقلیمی، تاریخ کاشت و ... بوده و در مناطق و خاک‌های مختلف متفاوت است (Silvertooth و همکاران، ۱۹۹۲). در این تحقیق، با اینکه بین مقادیر کودی ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما افزایش محصول تیمار کودی ۹۰ نسبت به ۶۰ (۳۱۴ کیلوگرم در هکتار) با توجه به ارزش اقتصادی هر کیلوگرم محصول پنبه قابل توجه بود. بنابراین، توصیه کودی مناسب نیتروژن برای کشت دوم پنبه رقم گلستان بین ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار برآورد می‌شود که به‌طور متوسط، می‌توان ۷۵ کیلوگرم در هکتار را توصیه نمود. مقدار بهینه مصرف کود نیتروژن در مناطق پنبه‌کاری استرالیا، آمریکا، چین و مصر بین ۱۰۰ تا ۲۱۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (silvertooth و همکاران، ۱۹۹۲). Anjum و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد پنبه رقم MNH-552 گزارش کردند که کود نیتروژن منجر به افزایش معنی‌دار محصول پنبه شده و بیشترین محصول (۲۸۵۵ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمده است.

با اینکه گزارش‌های متعددی درباره تاثیر معنی‌دار کودهای زیستی *ازتو* باکتر و *آزوسپریلیوم* بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه وجود دارد (Anjum و همکاران، ۲۰۰۷؛ Raju و همکاران، ۲۰۰۸)، اما در این آزمایش مزرعه‌ای، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه پاسخ معنی‌داری نسبت به این باکتری‌ها نشان نداد. کارایی باکتری‌های PGPR و پاسخ گیاه نسبت به این کودهای زیستی به عوامل مختلفی مثل نوع گیاه، خصوصیات خاک (مثل pH، عناصر معدنی، بافت، دما و رطوبت)، شرایط اقلیمی و عوامل زیستی (مثل رقابت باکتری‌های ریزوسفری) بستگی دارد (Myresiotis و همکاران، ۲۰۱۵؛ Weber و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش شده است که نوع جدایه‌های این باکتری‌ها و محل جداسازی آنها نیز بر کارایی‌شان و پاسخ گیاه به تلقیح آنها تاثیرگذار بوده است (Sultana and Kumar Pindi, 2007). در یک آزمایش گلدانی، Egamberdiyeva (2007) پاسخ گیاه ذرت نسبت به باکتری‌های PGPR را در دو خاک مختلف مطالعه نمود. نتایج نشان داد با اینکه تلقیح گیاه با این باکتری‌ها وزن خشک ریشه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، اما وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه تحت تاثیر معنی‌دار این باکتری‌ها قرار نگرفت. در مطالعاتی که در روسیه، اروپای شرقی و هندوستان انجام شده است، به‌طور میانگین در کمتر از ۳۵ درصد موارد، عملکرد گیاه تحت تاثیر کاربرد باکتری‌های PGPR قرار گرفته است. همچنین، در تحقیقاتی که محققین روسی در مناطق مختلف انجام داده‌اند، فقط در ۸ آزمایش از مجموع ۲۳ آزمایش، افزایش محسوس عملکرد گیاه را مشاهده کرده‌اند. به‌همین دلایل، این باکتری‌ها تاکنون نتوانسته‌اند همانند ریزوبیوم‌ها در لگوم‌ها، جایگزین مطمئنی برای کود نیتروژن باشند (خسروی، ۱۳۹۳).

نتیجه‌گیری

عملکرد پنبه در کشت تاخیری به‌علت محدود شدن دوره رشد و نمو گیاه، کمتر از کشت معمول آن است. بنابراین طبیعی است که نیاز به کودهای شیمیایی نیز در این نوع کشت کمتر خواهد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که برای کشت تاخیری پنبه رقم گلستان با عملکرد قابل انتظار حدود ۲ تن در هکتار، به حداقل ۶۰ و حداکثر ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن مورد نیاز است. که به‌طور متوسط مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار توصیه می‌شود. همچنین، عملکرد و اجزای عملکرد پنبه رقم گلستان در کشت تاخیری آن، عکس‌العمل معنی‌داری به تلقیح بذر با باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* نشان نداد. به‌نظر می‌رسد که شرایط محیطی یا توان رقابت این باکتری‌ها برای فعالیت و اثرگذاری آنها در این نوع کشت پنبه فراهم نیست.

با این‌حال، پیشنهاد می‌شود که این باکتری‌ها و یا سایر باکتری‌های PGPR در مناطق، شرایط و سال‌های دیگر نیز در کشت تاخیری پنبه مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین لازم است که تاثیر این باکتری‌ها در ارقام تجاری پنبه دیگر نیز بررسی شود.

منابع

خسروی، ه. ۱۳۹۳. کاربرد کودهای زیستی حاوی ریزجانداران آزادزی تثبیت کننده نیتروژن در کشاورزی. نشریه مدیریت اراضی، ۲ (۲)، ۱۶۰-۱۴۹.

قرنجیکی، ع. و بهادری، م. ۱۳۹۷. پاسخ زراعی پنبه به باکتری‌های تحریک کننده رشد و سطوح مختلف نیتروژن. مجموعه مقالات اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، دهم بهمن ماه.

Ahemed, M. and Kibret, M. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University-Science, 26, 1-20.

Anjum, M. A., Sajjad, M. R., Akhtar, N., Qureshi, M. A., Jami, A. R. and Hasan, M. 2007. Response of cotton to plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation under different levels of nitrogen. Journal of Agricultural Research, 45(2), 135-143.

Bashan, Y. 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. Biotechnology Advances, 16, 729-770.

Egamberdieva, D. 2007. The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. Applied Soil Ecology, 36(2-3), 184-189.

Hafeez, F. Y., Safdar, M. E., Chaudhry, A. U. and Malik, K. A.. 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44(6), 617-622.

Myresiotis, C., Vryzas, Z. and Papadopoulou-Mourkidou, E. 2014. Effect of specific plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on growth and uptake of neonicotinoid insecticide thiamethoxam in corn (*Zea mays* L.) seedlings. Pest Management Science, 71(9), 1258-1266.

Naderifar, M. and Daneshian, J. 2012. Effect of seed inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* and different nitrogen levels on yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Plant Physiology, 3(1), 619-626.

Raju, A. R., Meshram, M. K., Chakraborty, M., Singh, J. V., Majumdar, G. and Uma, B. 2008. *Azotobacter* and *Azospirillum* in integrated nutrient management of hybrid cotton. Journal of Soils and Crops, 15(1), 245-250.

Saharan, B. S. and Nehra, V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. Life Science and Medical Research, 21, 1-30.

Siddiqui, Z. A. 2005. PGPR: biocontrol and biofertilization, Springer, Dordrecht, 318p.

Silvertooth, J. C., Malavolta, E., Yun-hi, L., Momtaz, A. and Singh, M. 1992. Cotton. In: World fertilizer use manual, Wichman, W., Eds., International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, 457-471.

Sultana, T. and Kumar Pindi, P. 2013. Assessment of PGPR bacteria of cotton fields. International Journal of Agricultural Science and Research, 3(1), 207-2016.

Weber, N. F., Herrmann, I., Hochholdinger, F., Ludewig, U. and Neumann, G. 2018. PGPR-induced growth stimulation and nutrient acquisition in maize: do root hairs matter?, Scientia Agriculturae Bohemica, 49(3), 164-172.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Agronomic response of late-planted cotton to biofertilizers and various levels of nitrogen

Gharanjiki[*1], A. Fallah Nosrat-abad[2], A.

[1] Assistant Prof., Cotton Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
[2] Associate Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

Nitrogen (N) is the most important element for crop production. *Azotobacter* and *Azospirillum* biofertilizers have been given much attention in agriculture due to non-symbiotic N fixation and improve plant growth and crop production. In order to investigate the effect of N and these biofertilizers on yield and yield components of late-planted cotton *cv.* Golestan, a field experiment was conducted with four levels of N fertilizer (0, 30, 60 and 90 kg ha^{-1}) and four levels of biofrtilizers (no inoculation, *Azotobacter*, *Azospirillum* and a combination of *Azotobacter* and *Azospirillum*). Basis on results, the effect of N fertilizer was significant on yield and yield components of cotton, whereas there was not observed any response to biofertilizers inoculation and their interaction effect. Fertilizer treatment 90, which produced the most boll number per plant, was significant its difference to treatment N0. Increasing N level enhanced yield and leaf N percent of cotton, so that fertilizer treatment 90 showed significantly difference to fertilizer treatments 0 and 90. In summary, it is required at least 60 and maximum 90 kg ha^{-1} N fertilizer, with an average of 75 kg ha^{-1} for late-planted cotton *cv.* Golestan, with expected yield of about 2 tons per hectare.

Keywords: *Azotobacter*, *Azospirillum*, Cotton *cv.* Golestan

[*] Corresponding author, Email: agharanjiki@yahoo.com