



مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد هفدهم، شماره دوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

اثرات کود اوره، مواد آلی و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر جذب نیتروژن و عملکرد گندم رقم الوند در شرایط گلخانه

روزبه محمدی^۱، * محسن علمائی^۲، رضا قربانی نصرآبادی^۳ و محمدرضا چاکرالحسینی^۴
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستادیار گروه خاکشناسی،
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آمری گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
^۲ عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کهگیلویه و بویراحمد
تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات کود اوره، مواد آلی و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر روی رشد گندم رقم الوند انجام گردید. این پژوهش در شرایط گلخانه‌ای با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گردید. تیمارها شامل باکتری چهار سطح بدون باکتری، باکتری آزوسپیریلیوم برازیلنس، باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و تلفیق دو باکتری و کود نیتروژن به صورت کود اوره در سه سطح بدون کود، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۳۰۰ کیلوگرم کود در هکتار و مواد آلی در دو سطح بدون مواد آلی و ۳۰ تن کود آلی گوسفندی در هکتار بود. تیمارهای باکتری در وزن خشک، پنجه‌زنی و جذب نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت. تیمارهای تلفیقی دو باکتری بهتر از هر کدام به تنهایی بود. تیمارهای کود اوره در بیش تر صفات مورد اندازه‌گیری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشت. اثر تیمار مواد آلی بر وزن خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلیوم برازیلنس، ازتوباکتر کروکوکوم، کود اوره، مواد آلی، گندم رقم الوند

* مسئول مکاتبه: olamaee_m@yahoo.com

مجله پژوهش‌های تولید گیاهی (۱۷)، شماره (۲) ۱۳۸۹

مقدمه

در حال حاضر مشکلات اقتصادی ناشی از روند رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و اثرات سوء زیست‌محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه و غیراصولی این کودها از سوی دیگر، از مشکلات کشاورزی پایدار می‌باشد. در طی سالیان اخیر به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و حفظ محیط زیست از میان میکروارگانیزم‌های خاک، برای خانواده غلات گونه‌هایی از باکتری‌ها به نام باکتری‌های محرک رشد گیاه^۱ مورد توجه قرار گرفته است.

باکتری آزوسپیریلوم^۲ جزو باکتری‌های تحریک‌کننده گیاه محسوب می‌شود و بیش‌تر با گیاهان گونه غلات به‌صورت همیار وجود دارد و همیاری آن‌ها با ساختار گره‌مانند همراه نیست. گونه‌های برازیلنس و لیپوفروم از این جنس پراکنش بیش‌تری دارند (کاپلنیک و همکاران، ۱۹۹۵؛ وان‌بلو و همکاران، ۲۰۰۴). از توباکتر^۳ نیز یکی از باکتری‌های مفید خاک است و جزو باکتری‌های تحریک‌کننده گیاه محسوب می‌شود. این باکتری هوازی است و می‌تواند در فشار کم اکسیژن به رشد خود ادامه دهد. دارای گونه‌های مختلفی است ولی کروکوکوم گونه غالب این باکتری است و بیش‌تر در خاک‌های خنثی تا قلیایی یافت می‌شود (خسروی، ۱۹۹۷).

باکتری‌های محرک رشد گیاه در منطقه ریزوسفر از طریق مکانیسم‌های مختلفی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند. مکانیسم‌های تأثیرگذار این باکتری‌ها مانند تثبیت بیولوژیک نیتروژن، تولید هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و...)، افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاه، کنترل عوامل بیماری‌زا، تغییر در مورفولوژی ریشه و تولید ویتامین به اثبات رسیده است (باشان و همکاران، ۱۹۹۷؛ بادی و همکاران، ۱۹۹۵؛ کروزیور و همکاران، ۱۹۸۸).

در شرایط گلخانه‌ای تلقیح گندم رقم قدس با آزوسپیریلوم برازیلنس عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و محتوی نیتروژن دانه را در مقایسه با شاهد افزایش داد (عموآقایی و همکاران، ۲۰۰۰).

تلقیح باکتری آزوسپیریلوم بر روی گیاه گندم، تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش داد که این امر نشان‌دهنده تولید پنجه‌های بیش‌تر توسط گیاه می‌باشد و باکتری آزوسپیریلوم توانست عملکرد دانه را به میزان ۵/۴ درصد افزایش دهد. همچنین تأثیر این باکتری بر روی وزن هزاردانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (اردکانی و همکاران، ۲۰۰۱). در شرایط گلخانه‌ای تلقیح بذور گندم با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم باعث افزایش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۱/۹ درصد و ۲/۸ درصد گردید و ترکیبی از

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria

2- *Azospirillum*

3- *Azotobacter*

روزبه محمدی و همکاران

این دو باکتری در تلقیح بذور گندم باعث ۱۳/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد در عملکرد دانه گردید (رای و گاور، ۱۹۸۸). تلقیح گیاه گندم با ازتوباکتر وزن خشک و جذب نیتروژن را نسبت به شاهد افزایش داد و در شاخص‌های وزن هزاردانه و میزان نیتروژن دانه تأثیر معنی‌داری نداشت (کادر و همکاران، ۲۰۰۲). در حضور ۴/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر نیتروژن آمونیومی در محلول غذایی، احیای استیلن مربوط به ریشه‌های ذرت متوقف شد در حالی‌که غلظت اکسیژن در اطراف ریشه به‌میزان ۲ درصد وجود داشت (الکساندر و زوبرر، ۱۹۸۹).

وجود آمونیوم با غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر تا ۹۳ درصد فعالیت احیاء استیلن ذرت و سورگوم را کاهش داد (الکساندر و زوبرر، ۱۹۸۸).

در صورت وجود مقادیر جزئی IAA^۱ در منطقه ریزوسفر، تولید مقادیر بیش‌تر IAA میکروبی را موجب می‌گردد و افزایش IAA در منطقه ریزوسفر نیز افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و در نهایت افزایش عملکرد محصول را به‌دنبال دارد (وندبروک، ۱۹۹۹).

با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن وزن هزاردانه، تعداد سنبله در مترمربع، درصد پروتئین دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن خشک در مرحله‌گردش‌افشانی و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شهبواری و صفاری، ۲۰۰۵).

کاربرد کود دامی پوسیده به‌میزان ۳۰ تن در هکتار در صفات تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در مقایسه با کاربرد نداشتن کود دامی در سطح ۱ درصد تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت (اردکانی و همکاران، ۲۰۰۱).

بر این اساس هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه در عملکرد و سایر شاخص‌های رشد گیاه گندم و همچنین تأثیر مواد آلی در کارایی باکتری‌ها و توانایی رقابت این باکتری‌ها با سایر میکروارگانیسم‌ها در خاک و آب غیراستریل بوده است.

مواد و روش‌ها

جداسازی باکتری آزوسپیریلوم از گندم‌زارهای استان گلستان از طریق محیط‌های کشت Nfb^۱ و PDA^۲ و RC^۳ انجام گردید. در مجموع تشکیل لایه نازک^۴ در محیط نیمه‌جامد Nfb، کلونی سفید

- 1- Indole 3-Acetic Acid
- 2- Nitrogen Free Base Medium
- 3- Potato Dextrose Agar
- 4- Congo Red
- 5- Pellicle

رنگ در محیط جامد Nfb، کلونی صورتی رنگ در محیط جامد PDA، کلونی قرمز رنگ و با حاشیه موج‌دار در محیط RC، مورفولوژی میله‌ای خمیده، واکنش گرم منفی و تشکیل نشدن اسپور، جداسازی موفقیت‌آمیز آزوسپیریوم را تأیید می‌نمود (عرب، ۲۰۰۶؛ بالدانی و دوبرینر، ۱۹۸۰).

آزمایش‌های چهارگانه یعنی نیازمندی به بیوتین، تشکیل اشکال پلئومورفیک، رشد در محیط گلوکز و اسیدی کردن محیط پیتون با گلوکز انجام گردید و گونه‌هایی که در هر ۴ آزمایش منفی بودند، گونه آزوسپیریوم برازیلنس و در صورت مثبت بودن آزوسپیریوم لیپوفروم در نظر گرفته شدند (عرب، ۲۰۰۶؛ بالدانی و دوبرینر، ۱۹۸۰).

باکتری ازتوباکترکوکوکوم نیز به صورت آماده و خالص شده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران دریافت شد و مورد استفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری تولید ایندول ۳- استیک اسید از روش رنگ‌سنجی و با استفاده از معرف سالکوفسکی و روش اسپکتروفتومتری انجام گردید. آزمون توان تثبیت نیتروژن به روش احیای استیلن^۱ و توسط دستگاه کازکروماتوگرافی^۲ انجام گردید.

خاک مورد استفاده در آزمون گلخانه از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمون گلخانه‌ای.

شن	سیلت	رس (درصد)	بافت	مواد آلی (درصد)	pH	EC (دسی‌زیمنس بر متر)
۲۹/۴	۴۰	۳۰/۶	لوم رسی			۰/۷۶
N (درصد)	P	K	Cu	Fe	Mn	Zn
میلی‌گرم بر کیلوگرم						
۰/۰۷۵	۸	۲۲۰	۰/۶	۲/۵	۱/۶۲	۰/۳۲

1- Acetylene Reduction Assay

2- Gas Chromatography

آزمایش در گلخانه و به روش گلدانی و هر گلدان دارای ۵ کیلوگرم خاک خشک غیراستریل انجام شد. به همه گلدان‌ها ۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و به گلدان‌های دارای ماده آلی مقدار ۱۵ گرم بر کیلوگرم کود گوسفندی با خاک مخلوط گردید. سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و عناصر میکرو کامل آهن ۶ درصد، منگنز ۲/۵ درصد، روی ۱/۲ درصد، مس ۰/۶ درصد) به میزان ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و از طریق آب آبیاری اضافه گردید. گلدان‌ها در شرایط دمایی ۲۰-۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها به روش وزنی و با آب معمولی انجام گردید (تابان و موحدی، ۲۰۰۶). در این آزمایش از گندم رقم الوند استفاده گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل باکتری در چهار سطح بدون باکتری، باکتری آزوسپیریلیوم برازیلنس، باکتری ازتوباکترکروکوکوم و تلفیق دو باکتری و کود نیتروژن به صورت کود اوره در سه سطح بدون کود، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۳۰۰ کیلوگرم کود در هکتار و مواد آلی در دو سطح بدون مواد آلی و ۳۰ تن کود آلی گوسفندی در هکتار بود. جمعیت میکروبی براساس معیار مک‌فارلند در حدود 10^7 باکتری در هر میلی‌لیتر یکسان گردید. تلقیح بذور در دو مرحله انجام گرفت در مرحله اول به میزان ۲۵۰ گرم (باکتری و پرلیت) به ازای ۵۰ گرم بذر و در مرحله دوم ۲ سی‌سی مایع تلقیح برای هر گیاه مورد استفاده قرار گرفت.

بذور تلقیح شده و تلقیح نشده (تیمارهای بدون باکتری) در عمق حدود ۳ سانتی‌متری به تعداد ۵ عدد در هر گلدان کاشته شد و پس از جوانه زدن و در مرحله دو برگگی تعداد گیاهان گندم به ۳ عدد رساتده شد. در مرحله داشت، علف‌های هرز به صورت دستی وجین گردید و در طی دوره داشت، تعداد پنجه کل شمارش گردید. پس از رسیدن گیاهان، برداشت صورت گرفت و تعداد سه گیاه در هر گلدان از ناحیه یقه از خاک جدا شد و تعداد پنجه‌های بارور گیاه شمارش گردید. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. بعد از خشک کردن، وزن خشک اندام هوایی محاسبه و سپس وزن هزاردانه تیمارها نیز محاسبه گردید. برای تعیین غلظت نیتروژن، عصاره نمونه‌ها به روش هضم تر و با استفاده از اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه استخراج گردید و نیتروژن به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (عموآقایی و همکاران، ۲۰۰۰).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک برنامه آماری SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین نیز در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از آزمون توان تثبیت زیستی نیتروژن به روش احیای استیلن نشان داد که هر دو جنس باکتری توانایی احیای استیلن را دارا می‌باشند. باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس توانایی تولید حدود $1 \text{ nmolC}_2\text{H}_4 \cdot \text{h}^{-1}$ و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم توانایی تولید حدود $1 \text{ nmolC}_2\text{H}_4 \cdot \text{h}^{-1}$ را دارا می‌باشند.

نتایج آزمون کمی تولید هورمون رشد IAA در زمان ۴۸ ساعت نشان داد که باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس توانایی تولید $60/9$ میلی‌گرم بر لیتر و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم توانایی تولید $69/6$ میلی‌گرم بر لیتر از این هورمون را دارا می‌باشند.

وزن خشک اندام هوایی: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای باکتری، تیمارهای کود نیتروژن، اثر متقابل کود نیتروژن و باکتری و اثر متقابل کود نیتروژن و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد و تیمار مواد آلی در سطح احتمال ۵ درصد در وزن خشک اندام هوایی، معنی‌دار شده است و سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر وزن خشک اندام هوایی نداشتند.

تیمار توأم هر دو باکتری نسبت به تیمار هر باکتری به تنهایی تأثیر به مراتب بهتری در افزایش وزن خشک اندام هوایی داشته است (شکل ۱-الف). تیمارهای دارای باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و ازتوباکتر کروکوکوم به تنهایی افزایشی به میزان $3/85$ درصد و تیمارهای توأم دو باکتری افزایشی به میزان $9/75$ درصد در مقایسه با تیمارهای بدون باکتری در وزن خشک اندام هوایی نشان دادند. نتیجه مشابهی توسط رای و گاوری (۱۹۸۸) در خصوص تأثیر دو باکتری آزوسپیریلوم و ازتوباکتر و تلفیق این دو باکتری در افزایش عملکرد گیاه گندم گزارش شده است.

مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژن در شکل ۲-الف نشان می‌دهد که با افزایش مقدار کود نیتروژن مقدار عملکرد وزن خشک اندام هوایی نیز افزایش یافته است. این نتیجه تأثیر مثبت نیتروژن را در رشد گیاه، بهتر نشان می‌دهد. با افزایش 30 تن ماده آلی در هکتار وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمارهای بدون ماده آلی افزایش یافته است (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و کود نیتروژن در جدول ۴ نشان می‌دهد که در سطح بدون کود نیتروژن هر دو باکتری به تنهایی یا تلفیق آن‌ها تأثیر مثبتی در افزایش وزن خشک اندام هوایی داشته‌اند. در تیمار 150 کیلوگرم کود اوره در هکتار، بود یا نبود باکتری‌ها تفاوتی در میزان وزن خشک کل ندارد و این نشان می‌دهد که در این سطح کود نیتروژن باکتری‌ها تأثیر مثبتی در صفت یاد شده نداشته‌اند.

شاید این باکتری‌ها در حضور کود نیتروژن فعالیت تثبیت نیتروژنی خود را کاهش یا از دست داده باشند به نحوی که نتوانسته‌اند تأثیر معنی‌داری ایجاد نمایند. الکساندر و زویبر (۱۹۸۸) گزارش کردند که وجود آمونیوم در غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر تا ۹۳ درصد فعالیت احیای استیلن ذرت و سورگوم را کاهش داد. در سطح نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار تلقیح باکتری‌ها به صورت جداگانه افزایش معنی‌داری در وزن خشک گیاه گندم نداشته است که در مبحث بالا به پژوهش مشابهی اشاره گردید. اما تلفیق دو باکتری و کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش چشم‌گیر در عملکرد وزن خشک اندام هوایی گردید. از یک طرف ممکن است جمعیت دو باکتری با هم و در اثر ترشح متابولیت‌ها همدیگر را تقویت کرده باشند و از طرف دیگر وندبروک (۱۹۹۹) گزارش کرد که در صورت وجود مقادیر جزئی IAA در منطقه ریزوسفر، تولید مقادیر بیش‌تر IAA میکروبی را موجب می‌گردد و افزایش IAA در منطقه ریزوسفر نیز افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و در نهایت افزایش عملکرد محصول را به دنبال دارد. چون در این سطح کود نیتروژن، گیاه گندم به اندازه کافی عنصر نیتروژن در اختیار داشته است در نتیجه با سیستم ریشه‌ای بهتر، جذب بیش‌تری انجام داده است و توانسته است عملکرد را افزایش دهد.

مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن و مواد آلی در جدول ۵ نشان می‌دهد که در هر دو سطح ماده آلی با افزایش مقدار نیتروژن مقدار وزن خشک اندام هوایی نیز افزایش یافته است. **وزن دانه:** نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای باکتری و تیمارهای کود نیتروژن و اثر متقابل باکتری و کود نیتروژن در سطح ۱ درصد در تولید دانه گیاه گندم تأثیر معنی‌دار دارند.

مقایسه میانگین تیمارهای باکتریایی در شکل ۱- ب نشان می‌دهد تیمارهای دارای باکتری آزوسپیریوم برازیلنس و ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به تیمارهای بدون باکتری اختلاف معنی‌دار و مثبت در تولید دانه دارند ولی دو باکتری نسبت به همدیگر اختلاف معنی‌داری در تولید دانه نداشتند در حالی که تیمار تلفیقی دو باکتری تأثیر بهتری نسبت به هر کدام از باکتری‌ها در وزن دانه دارد.

مقایسه میانگین سطوح کود نیتروژن در شکل ۲- ب نشان می‌دهد که با افزایش مقدار کود نیتروژن، مقدار دانه افزایش پیدا کرد که این نتیجه با توجه به نقش عنصر نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها یک نتیجه معقول و بدیهی به نظر می‌رسد. شهبواری و صفاری (۲۰۰۵) نیز مشاهده نمودند که با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش پیدا کرد.

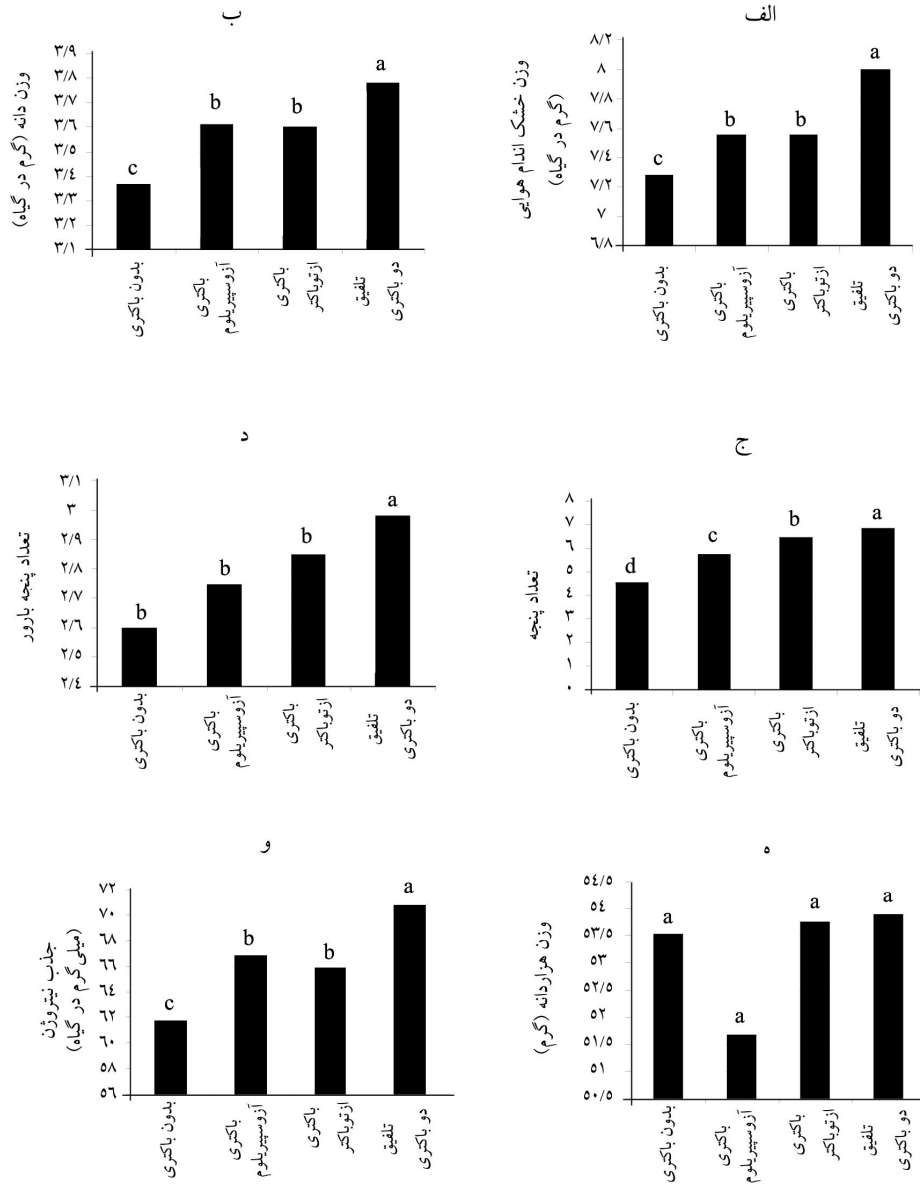
تعداد پنجه‌ها: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ تأثیر تیمارها بر پنجه‌زنی گیاه گندم در شرایط گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. تأثیر تیمارهای باکتری، کود نیتروژن، مواد آلی و اثر متقابل باکتری و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد در پنجه‌زنی گیاه گندم معنی‌دار است. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری ندارند.

تیمارهای دارای دو باکتری به صورت توأم تأثیر بهتری در پنجه‌دهی گیاه گندم نسبت به هر باکتری به تنهایی داشته است و همچنین باکتری ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس تأثیر بهتری در پنجه‌دهی گیاه گندم داشته است (نمودار ۱-ج). این نتیجه را شاید بتوان به تولید هورمون رشد IAA نسبت داد زیرا هر دو جنس توانایی تولید هورمون را دارند. علت برتری باکتری ازتوباکتر در پنجه‌زنی گیاه نسبت به باکتری آزوسپیریلوم شاید تولید هورمون رشد بیشتر باشد.

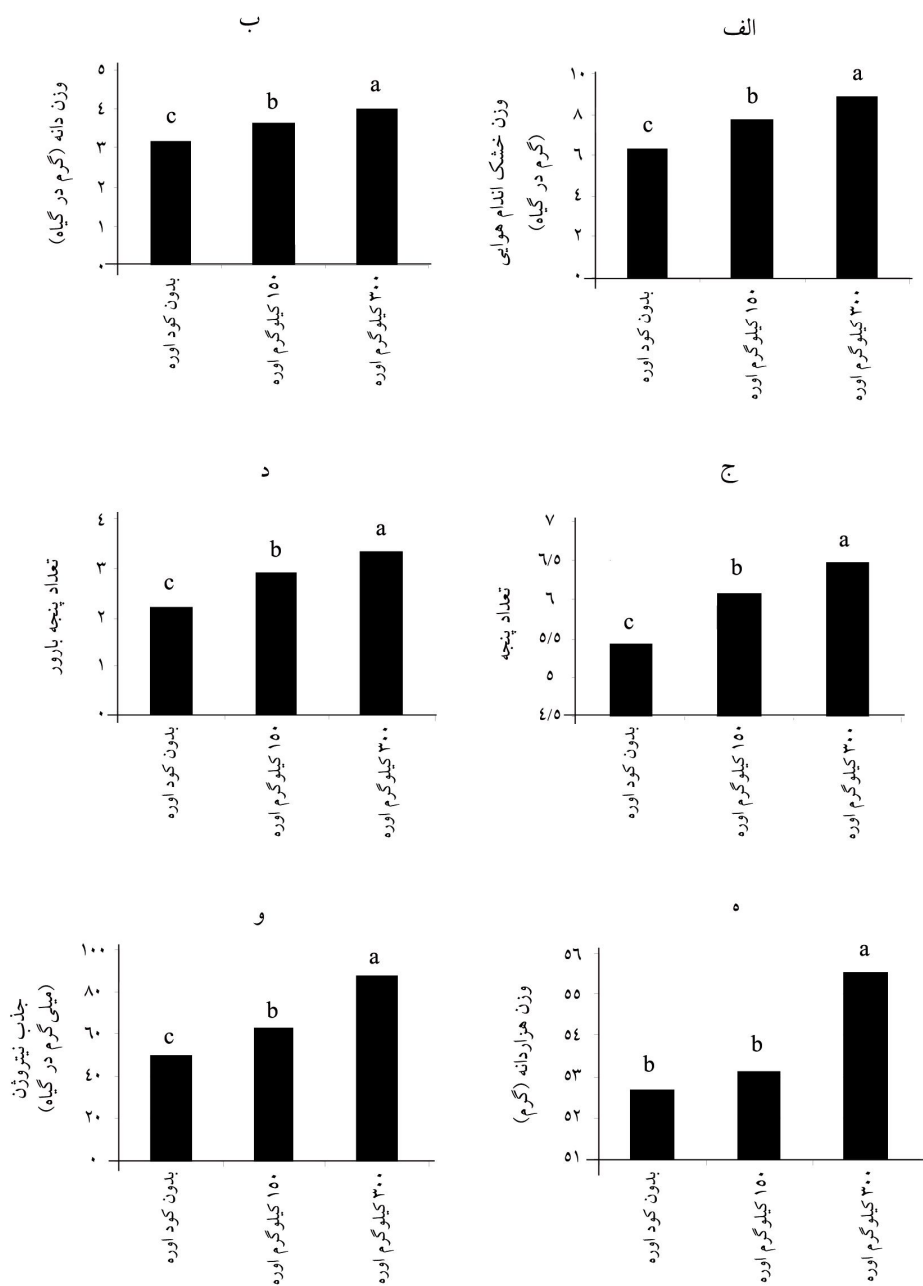
تعداد پنجه‌های بارور: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای باکتری، کود نیتروژن و اثر متقابل باکتری و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد و تیمارهای مواد آلی در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری در تعداد پنجه‌های بارور گیاه دارند. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد پنجه بارور نداشتند.

تلفیق دو باکتری و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم به یک میزان در تعداد پنجه‌های بارور گیاه گندم تأثیر دارند و همچنین تیمارهای دارای باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و تیمارهای دارای باکتری ازتوباکتر کروکوکوم و تیمارهای بدون باکتری همه در یک گروه آماری قرار دارند و به یک میزان در تعداد پنجه‌های بارور گیاه گندم تأثیر دارند (شکل ۱-د). با افزایش مقدار کود نیتروژن تعداد پنجه‌های بارور افزایش پیدا کرده است و این نتیجه تأثیر مثبت تیمارهای کود نیتروژن در تکمیل چرخه‌های گیاه را نشان می‌دهد و با وجود نیتروژن به میزان کافی، گیاه تعداد پنجه بارور بیش‌تری تولید می‌کند (شکل ۲-د).

مطابق جدول ۳ تیمار ۳۰ تن مواد آلی در هکتار نسبت به تیمار بدون مواد آلی تأثیر مثبت و معنی‌داری در تعداد پنجه‌های بارور گیاه داشته است. این نتیجه را شاید بتوان با رهاسازی عناصر غذایی غیر از نیتروژن در اثر تجزیه مواد آلی به وسیله میکروارگانیسم‌های خاک مرتبط دانست که باعث می‌شود گیاه گندم با تغذیه بهتر تعداد پنجه‌های بارور خود را افزایش دهد و یا مواد آلی از طریق بهبود فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باعث گردیده است که گیاه تعداد پنجه بارور بیش‌تری تولید کند.



شکل ۱- تأثیر سطوح باکتری بر خصوصیات رشد گندم رقم الوند.



شکل ۲- تأثیر سطوح کود نیتروژنی بر خصوصیات رشدگندم رقم الوند.

روزبه محمدی و همکاران

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر رشد و برخی خصوصیات رشد گیاه گندم رقم الوند.

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن دانه	تعداد پنجه	تعداد پنجه	جذب نیتروژن	وزن هزاردانه
باکتری	۳	۱/۵۶**	۰/۵۳**	۲۱/۶۱**	۰/۴۸**	۲۵۳/۵۴**	۰/۳۳ ^{ns}
کود نیتروژنه	۲	۴۶/۱۵**	۵/۴۳**	۷/۴۵**	۹/۶۲**	۶۹/۱۱۰۱۸**	۶۷/۸۲**
مواد آلی	۱	۱/۱*	۰/۰۹ ^{ns}	۶۲/۳۲**	۰/۴۶*	۲۹۱۲/۹۵**	۱۷/۵۳**
اثر متقابل باکتری و کود نیتروژنه	۶	۱/۹**	۰/۳۶**	۰/۸۷ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۱۹۴/۸**	۱/۶۶ ^{ns}
اثر متقابل باکتری و مواد آلی	۳	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۸/۴۷**	۰/۵۱**	۲۳/۵۹ ^{ns}	۰/۶۷ ^{ns}
اثر متقابل کود نیتروژنه و مواد آلی	۲	۱/۶**	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۹۷ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱۷۵۸/۰۱**	۰/۶۲ ^{ns}
اثر متقابل باکتری، کود نیتروژنه و مواد آلی	۶	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۱۴۶/۵**	۰/۵۱ ^{ns}
خطا	۷۲	۰/۱۷	۰/۰۴۳	۰/۴۷	۰/۰۹۴	۱۳/۵۷	۰/۸۴

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns} غیر معنی دار.

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مواد آلی بر روی خصوصیات رشد گندم رقم الوند.

تیمار	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گیاه)	تعداد پنجه	تعداد پنجه	جذب نیتروژن (میلی گرم در گیاه)	وزن هزاردانه (گرم)
بدون مواد آلی	۷/۴۹ ^b	۵/۰۹ ^b	۲/۷۲ ^b	۷۱/۵ ^a	۵۴/۱۳ ^a
۳۰ تن مواد آلی در هکتار	۷/۷۵ ^a	۶/۹۲ ^a	۲/۹ ^a	۶۱ ^b	۵۳/۲۸ ^b

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف کوچک با هم مشترک هستند، اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند.

مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و مواد آلی در جدول ۵ آورده شده است. در تیمارهای بدون مصرف مواد آلی باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس به تنهایی تأثیر معنی دار و مثبتی نسبت به تیمارهای بدون مصرف باکتری در تعداد پنجه‌های بارور گیاه داشته است در حالی که باکتری ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به تیمارهای بدون باکتری در این سطح مواد آلی تأثیر معنی داری در پنجه‌های بارور گیاه گندم نداشته‌اند. با حضور مواد آلی (۳۰ تن در هکتار) تأثیر باکتری ازتوباکتر کروکوکوم در تعداد پنجه‌های بارور گیاه مثبت بوده است در حالی که باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس تأثیر معنی داری نداشته است. این مسأله سازگاری بهتر باکتری ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس را نشان می‌دهد چرا که وقتی مواد آلی به خاک اضافه می‌شود و جمعیت سایر میکروارگانیسم‌های هتروتروف

خاک نیز زیاد می‌شود و در شرایط اضافه شدن مواد آلی توان رقابت باکتری ازتوباکتر کروکوکوم با سایر میکروارگانیزم‌های هتروتروف نسبت به باکتری آزوسپیریلوم بیش‌تر است و از طرف دیگر وابستگی باکتری ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به حضور مواد آلی در خاک است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن و باکتری بر خصوصیات رشد گیاه گندم رقم الوند.

تیمار	صفات	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گیاه)	وزن دانه (گرم در گیاه)	جذب نیتروژن (میلی‌گرم در گیاه)
بدون کود اوره	بدون باکتری	۵/۴۲ ^c	۲/۷۱ ^c	۳۷/۹۷ ^c
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	۶/۷۳ ^a	۳/۴۳ ^a	۵۵/۱۹ ^a
	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	۶/۳۱ ^b	۳/۱۲ ^b	۴۹/۹۸ ^b
	تلفیق دو باکتری	۶/۷۸ ^a	۳/۳۳ ^a	۵۴/۷۷ ^a
۱۵۰ کیلوگرم اوره	بدون باکتری	۸/۰ ^a	۳/۵۹ ^a	۶۳/۰۵ ^a
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	۷/۷۸ ^a	۳/۶ ^a	۶۴/۴۶ ^a
	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	۷/۸۱ ^a	۳/۷۳ ^a	۶۳/۲۵ ^a
	تلفیق دو باکتری	۷/۵۸ ^a	۳/۷۲ ^a	۶۲/۱۲ ^a
۳۰۰ کیلوگرم اوره	بدون باکتری	۸/۶۶ ^b	۳/۸۹ ^b	۸۷/۲۶ ^b
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	۸/۳۸ ^b	۳/۸۷ ^b	۸۵/۶ ^b
	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	۸/۵۷ ^b	۳/۹۷ ^b	۸۴/۳۲ ^b
	تلفیق دو باکتری	۹/۶۳ ^a	۴/۲۹ ^a	۹۵/۳ ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف کوچک با هم مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و مواد آلی بر خصوصیات رشد گیاه گندم رقم الوند.

تیمار	تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور
بدون باکتری	۴/۵۳ ^b	۲/۶۲ ^a
بدون مواد آلی	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	۵/۱۶ ^a
	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	۵/۱۹ ^a
	تلفیق دو باکتری	۵/۴۹ ^a
۳۰ تن مواد آلی در هکتار	بدون باکتری	۴/۶۳ ^c
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	۶/۴۱ ^b
	باکتری ازتوباکتر کروکوکوم	۷/۷۷ ^a
	تلفیق دو باکتری	۸/۲۸ ^a

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف کوچک با هم مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

وزن هزاردانه: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای کود نیتروژن و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری در وزن هزاردانه گندم دارند و سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری در وزن هزاردانه ندارند. تلقیح گندم با آزوسپیریلوم تأثیری در وزن هزاردانه نداشت.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل کود نیتروژن و مواد آلی بر برخی خصوصیات رشد گیاه گندم رقم الوند.

تیمار	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	جذب نیتروژن میلی‌گرم در گیاه
بدون کود اوره	۶/۴ ^c	۵۰/۷۴ ^c
بدون مواد آلی	۷/۴ ^b	۶۴/۳۴ ^b
۱۵۰ کیلوگرم اوره	۸/۷۴ ^a	۱۰۲/۹۲ ^a
بدون کود اوره	۶/۲۱ ^c	۴۸/۲۱ ^c
۳۰ تن مواد آلی در هکتار	۸/۱۵ ^b	۶۲/۰۹ ^b
۱۵۰ کیلوگرم اوره	۸/۸۷ ^a	۷۳/۳۱ ^a
۳۰۰ کیلوگرم اوره		

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف کوچک با هم مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

میزان جذب نیتروژن: نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که همه تیمارها به جزء اثر متقابل باکتری و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری در میزان جذب نیتروژن در گیاه گندم دارند.

در میان سطوح باکتری، باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و ازتوباکتر کروکوکوم به یک اندازه در میزان جذب نیتروژن گیاه گندم نسبت به تیمارهای بدون باکتری تأثیر داشته‌اند اما تأثیر تیمارهای تلفیقی این دو باکتری به مراتب بهتر از هر یک از باکتری‌ها به تنهایی بوده است (شکل ۱- و). با افزایش مقدار کود نیتروژن میزان جذب نیتروژن در گیاه گندم نیز افزایش پیدا کرده است (شکل ۲- و). با افزایش مقدار ماده آلی به میزان ۳۰ تن در هکتار میزان جذب نیتروژن در گیاه گندم کاهش پیدا کرده است (جدول ۳). علت آن احتمالاً به رقابت سایر میکروارگانیسم‌های غیرمفید بر سر مصرف نیتروژن و سایر عناصر غذایی با گیاه گندم باشد یا این که نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی بالا باشد.

مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و کود نیتروژن در جدول ۴ نشان می‌دهد که در سطح بدون مصرف کود نیتروژن تیمارهای باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس و تیمارهای تلفیقی دو باکتری تقریباً به‌طور یکسان در میزان جذب نیتروژن در گیاه مؤثر بوده‌اند و تأثیر تیمارهای باکتری ازتوباکتر کروکوکوم در میزان جذب نیتروژن گیاه مثبت بوده است اما در مقایسه با باکتری آزوسپیریلوم و تیمارهای تلفیقی دو باکتری مقدار کم‌تری را نشان می‌دهد. در سطح کود نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تمام سطوح باکتری اختلاف معنی‌داری در میزان جذب نیتروژن گیاه گندم با هم ندارند. در سطح کود نیتروژن ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار تیمارهای تلفیقی دو باکتری تأثیر مثبتی در میزان جذب نیتروژن نسبت به تیمارهای هر باکتری به تنهایی یا تیمارهای بدون باکتری داشته‌اند.

مقایسه میانگین اثر متقابل ماده آلی و کود نیتروژن در جدول ۶ نشان می‌دهد که در هر دو سطح ماده آلی با افزایش مقدار کود نیتروژن مقدار جذب نیتروژن افزایش پیدا کرده است.

سپاسگزاری

از همکاری‌های بی‌دریغ مهندس جاوید شفیعی و مهندس بلقیس محمدی و مهندس الیاس سلطانی که در انجام این پژوهش ما را یاری فرمودند سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1. Alexander, D.B. and Zuberer, D.A. 1988. Impact of soil environment factors on states of N₂-fixation associated with roots of intact maize and sorghum plants. *Plant and Soil*, 110: 303-315.
2. Alexander, D.B. and Zuberer, D.A. 1989. Impact of soil environmental factors on rates of N₂ fixation associated with intact maize and sorghum plants. In: F.A. Skinner, R.M. Boddey, and I. Fendrik (eds.), *Nitrogen fixation with non-legumes*. Kuwer Academic Press, dordrecht, The Netherlands, Pp: 273-285.
3. Amoaghaei, R., Mostajeran, A. and Emtiazi, G. 2000. Effect of *Azospirillum* on some growth indices and yield of three genus wheat. *J. Agric. Sci. and Natur. Resour.* 7: 2. 127-138. (In Persian)
4. Arab, M. 2006. Investigation *Azospirillum* native isolations growth promoting factors and inoculation effects on growth indices, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays*). M.Sc. Thesis. Abourihan, Tehran University, (In Persian)
5. Ardakani, M.R., Mazaheri, D., Majd, F. and Nourmohamadi, Gh. 2001. Effect of *Azospirillum* associated in biological nitrogen fixation, grain yield and yield component of wheat. Seventh Iran Soil Science Congres, (In Persian)

6. Baldani, V.L.D. and Dobereiner, J. 1980. Host plant specificity in the infection of cereals with *Azospirillum spp.* Soil Biol. Biochem. 12: 433-439.
7. Bashan, Y. and Holguin, G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). Can. J. Microbiol. 43: 103-121.
8. Boddey, R.M., De Oliviera, O.C., Urquiaga, S., Reis, V.M., De Oliviera, F.L., Baldan, V.L.D. and Dobereiner, J. 1995. Biological nitrogen fixation association with sugarcane and rice: contributions and prospects for improvement. Plant and Soil, 82: 87-99.
9. Crozier, A., Arruda, P., Jasmin, J.M., Monteiro, A.M. and Sandberg, G. 1988. Analysis of indole-3-acetic acid and related indoles in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. Appl. Environ. Microbiol. 54: 2833-2837.
10. Kader, M.A., Mian, M.H. and Hoque, M.S. 2002. Effect of *Azetobacter* inoculation on the yield and Nitrogen uptake by wheat. Online J. Biol. Sci. 2: 4. 259-261.
11. Kapulnik, Y. Saring, Nur, I. and Okon, Y. 1995. Effect of *Azospirillum* inoculation on yield of field growth wheat. Can. J. Microbiol. 20: 895-899.
12. Khosravi, H. 1997. Investigation abundant, diffusion and some physiologic properties of *Azotobacter chroococcum* in crop soils Tehran province, M.Sc. Thesis, Faculty of soil science, Tehran University. (In Persian)
13. Rai, S.N. and Gaur, A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter spp.* and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. Plant and Soil, 109: 131-134.
14. Shahsavari, N. and Safari, M. 2005. Effect of nitrogen quantity on yield of three genus wheat in kerman. Constractive and Research, 66: 82-87. (In Persian)
15. Taban, M. and Movahedi Naeini, S.A.R. 2006. Effect of aquasorb and organic compost amendment on soil water retention and evaporation with different evaporation potential and soil texture. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 37: 2031-2055.
16. Vanblue, E., Marshal, K., Lambrecht, M., Mathys, J. and Vander Leyden, J. 2004. Annotation of the Prhico plasmid of *Azospirillum brasilense* reveals its role in determining the outer surface composition. FEMS Microbiology Letters, 232: 2. 165-172.
17. Vande Broek, A. 1999. Auxins upregulate expression of the indole-3-pyruvate decarboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. J. Bacteriol. 181: 1338-1342.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Plant Production, Vol. 17(2), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Effects of urea fertilizer, organic matter and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on N uptake and yield of wheat (*Triticum aestivum* C.V Alvand)

**R. Mohammadi¹, *M. Olamaee², R. Ghorbani Nasrabadi³
and M.R. Chakeralhossaini⁴**

¹M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ³Instructor, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴Faculty of Member, Research Center of Agriculture, Kohgiluyeh-Boyer Ahmad Province

Received: 12,11,2008 ; Accepted: 18,4,2010

Abstract¹

This research was carried out for the purpose of urea fertilizer, organic matter and PGPR bacteria effects on yield and some growth indices on winter wheat (*Triticum aestivum* C.V Alvand). This research was carried out with factorial experiment on completely randomized design with 4 replication in greenhouse. Treatments included bacteria 4 levels, without bacteri, *A. brasilense*, *A. chroococum*, integrated both of the bacteria, nitrogen fertilizer 3 levels, without urea. 150 Kg/hectar urea, 300 Kg/hectar urea and organic matter two levels without organic matter and 30 Ton/hectar. Bacteria treatments had significant effects on Dry Weight, Tillering and N uptake ($P < 0.01$). Integrated treatments of both bacteria was better than alone. Urea treatment had a significant effects on measured adjectives ($P < 0.01$). Organic matter treatments had significant effect on dry weight ($P < 0.05$).

Keywords: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, Urea fertilizer, Organic matter, Wheat (C.V Alvand)

* Corresponding Author; Email: olamaee_m@yahoo.com