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 قربانی‌نصرآبادی[۳] و محمدرضا چاکرالحسینی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]مربی گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی کهگیلویه و بویراحمد

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۲۹

چکیده[۱]

این پژوهش به‌منظور 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 ازتوباکترکروکوکوم و تلفیق دو باکتری و کود نیتروژن به‌صورت 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 بیش‌تر 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: آزوسپیریلوم برازیلنس، ازتوباکتر کروکوکوم، کود اوره، مواد آلی، گندم رقم الوند

* مسئول مکاتبه: olamaee_m@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در حال حاضر مشکلات اقتصادی ناشی از روند رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی از یک‌سو 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[1] مورد توجه قرار گرفته است.

باکتری آزوسپیریلوم[2] 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، ۲۰۰٤).

ازتوباکتر[3] 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، سیتوکنین‌ها 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؛ کروزیر 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 به‌میزان ٤/۵ 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 به‌ترتیب به‌میزان ۹/۱ درصد و ۸/۲ درصد گردید و ترکیبی از

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria
2- *Azospirillum*
3- *Azotobacter*

Archive of SID

www.SID.ir

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 ٤/۲ 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 ٤ 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[1] 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 مرحله گرده‌افشانی و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شهسواری 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[2] و PDA[3] و RC[4] انجام گردید. در مجموع تشکیل لایه نازک[5] 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 آزوسپیریلوم 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 پپتون با گلوکز انجام گردید و گونه‌هایی که در هر ٤ آزمایش منفی بودند، گونه آزوسپیریلوم برازیلنس و در صورت مثبت بودن آزوسپیریلوم لیپوفروم در نظر گرفته شدند (عرب، ۲۰۰۶؛ بالدانی و دوبرینر، ۱۹۸۰).

باکتری ازتوباکترکروکوکوم نیز به‌صورت 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[1] و توسط دستگاه کازکروماتوگرافی[2] 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.

EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	مواد آلی (درصد)	بافت	رس (درصد)	سیلت	شن
۰/۷٦			لوم رسی	۳۰/٦	٤۰	۲۹/٤
Zn	Mn	Fe	Cu	K	P	N (درصد)
میلی‌گرم بر کیلوگرم						
۰/۳۲	۱/٦۲	۲/۵	۰/٦	۲۲۰	۸	۰/۰۷۵

1- Acetylene Reduction Assay
2- Gas Chromatography

Archive of SID

www.SID.ir

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 بـه گلـدان‌هـای دارای مـاده آلـی مقدار ۱۵ گرم بر کیلوگرم کود گوسفندی با خاک مخلوط گردید. سولفات پتاسیم به‌میزان ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و عناصر میکرو کامل آهن ٦ درصد، منگنز ۲/۵ درصد، روی ۱/۲ درصد، مس ۰/٦ درصد) به‌میزان ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و از طریق آب آبیاری اضافه گردید. گلدان‌ها در شرایط دمایی ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها به روش وزنی و با آب معمولی انجام گردید (تابـان و موحدی، ۲۰۰٦). در این آزمایش از گندم رقم الوند استفاده گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریـل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار انجام شد. تیمارها شـامل بـاکتری در چهـار سـطح بـدون باکتری، باکتری آزوسپیریلیوم برازیلنس، باکتری ازتوباکترکروکوکوم و تلفیق دو باکتری و کود نیتروژن به‌صورت کود اوره در سه سطح بدون کود، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۳۰۰ کیلـوگرم کـود در هکتـار و مواد آلی در دو سطح بدون مواد آلی و ۳۰ تن کود آلی گوسفندی در هکتـار بـود. جمعیـت میکروبـی براساس معیار مک‌فارلند در حدود 10^{7} باکتری در هر میلی‌لیتر یکسان گردید. تلقیح بذور در دو مرحله انجام گرفت در مرحله اول به‌میزان ۲۵۰ گرم (باکتری و پرلیت) به‌ازای 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 تعـداد ۵ عدد در هر گلدان کاشته شد و پس از جوانه زدن و در مرحله دو برگی تعداد گیاهان گندم بـه ۳ عـدد رساتده شد. در مرحله داشت، علف‌های هرز به‌صورت دستی وجـین گردیـد و در طـی دوره داشـت، 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 شـمارش گردیـد. بـرای تعیـین وزن خشک، نمونه‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بـه‌مـدت ۲٤ سـاعت قـرار داده شـدند. بعـد 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 بـا اسـتفاده از اسـید سـولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکـسیژنه اسـتخراج گردیـد و نیتـروژن بـه روش کجلـدال انـدازه‌گیـری شـد (عموآقایی و همکاران، ۲۰۰۰).

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

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج به‌دست 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 ۸/۵ $nmolC_2H_4.h^{-1}$ و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم توانایی تولید حدود ٦/٦ $nmolC_2H_4.h^{-1}$ را دارا می‌باشند.

نتایج آزمون کمی تولید هورمون رشد IAA در زمان ٤٨ ساعت نشان داد که باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس توانایی تولید ٦٠/٩ میلی‌گرم بر لیتر و باکتری ازتوباکتر کروکوکوم توانایی تولید ٦٩/٦ میلی‌گرم بر لیتر از این هورمون را دارا می‌باشند.

وزن خشک اندام هوایی: نتایج به‌دست 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 به‌میزان ۳/۸۵ درصد و تیمارهای توأم دو باکتری افزایشی به‌میزان ۹/۷۵ درصد در مقایسه با تیمارهای بدون باکتری در وزن خشک اندام هوایی نشان دادند. نتیجه مشابهی توسط رای و گاور (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 ۳۰ 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 ٤ 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 ۱۵۰ 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.

Archive of SID

www.SID.ir

شاید این باکتری‌ها در حضور کود نیتروژن فعالیت تثبیت نیتروژنی خود را کاهش یا از دست داده باشند به‌نحوی‌که نتوانسته‌اند تأثیر معنی‌داری ایجاد نمایند. الکساندر و زوبرر (۱۹۸۸) گزارش کردند که وجود آمونیوم در غلظت ٤ 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 به‌صورت 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 به‌میزان 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 به‌دنبال 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 به‌دست 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 آزوسپیریلوم 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 حالی‌که 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 به‌نظر می‌رسد. شهسواری و صفاری (۲۰۰۵) نیز مشاهده نمودند که با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش پیدا کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد پنجه‌ها: نتایج به‌دست 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 به‌صورت 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.

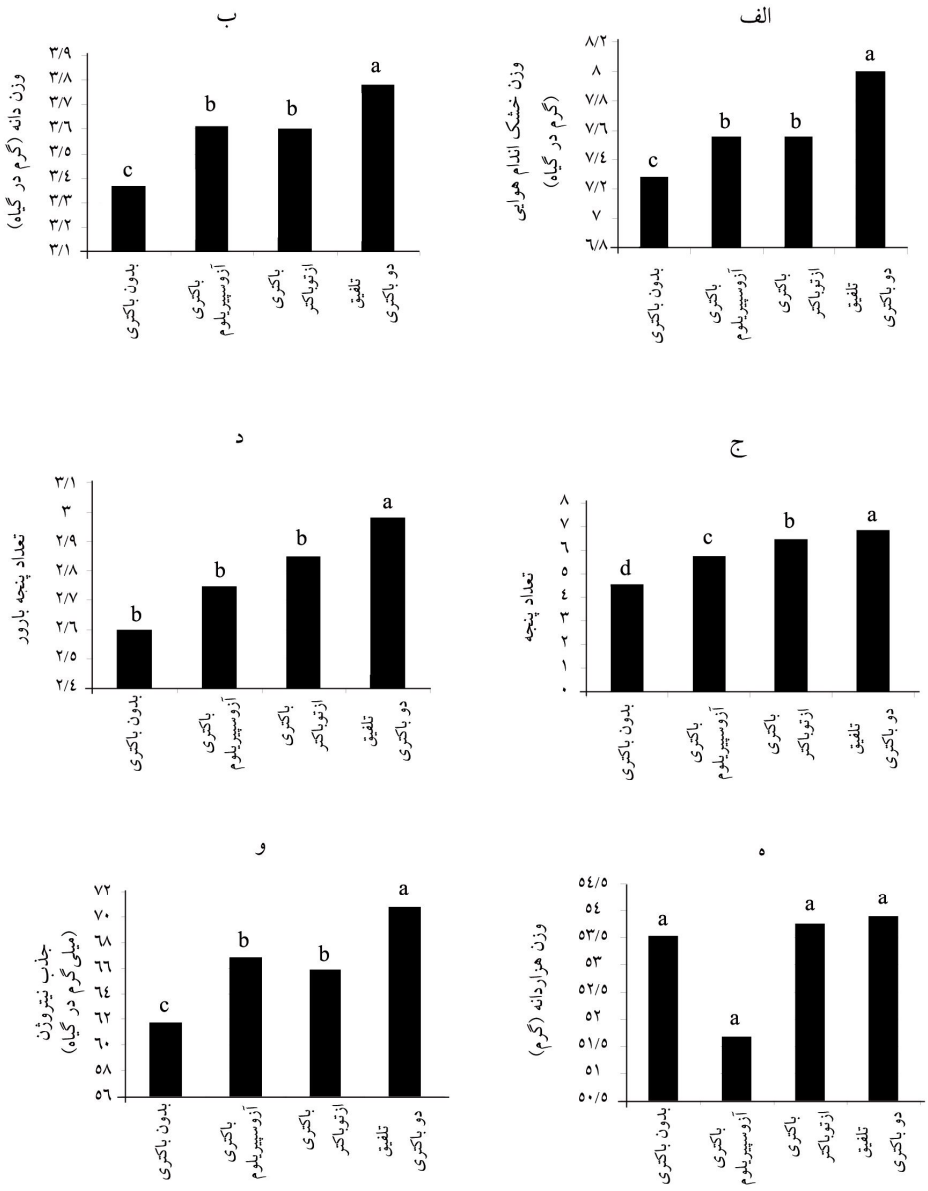
تعداد پنجه‌های بارور: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که تیمارهای باکتری، کود نیتروژن و اثر متقابل باکتری و مواد آلی در سطح احتمال ۱ درصد و تیمارهای مواد آلی در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری در تعداد پنجه‌های بارور گیاه دارند. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ 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 به‌میزان کافی، گیاه تعداد پنجه بارور بیش‌تری تولید می‌کند (شکل۲- 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 به‌وسیله میکروارگانیزم‌های 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.

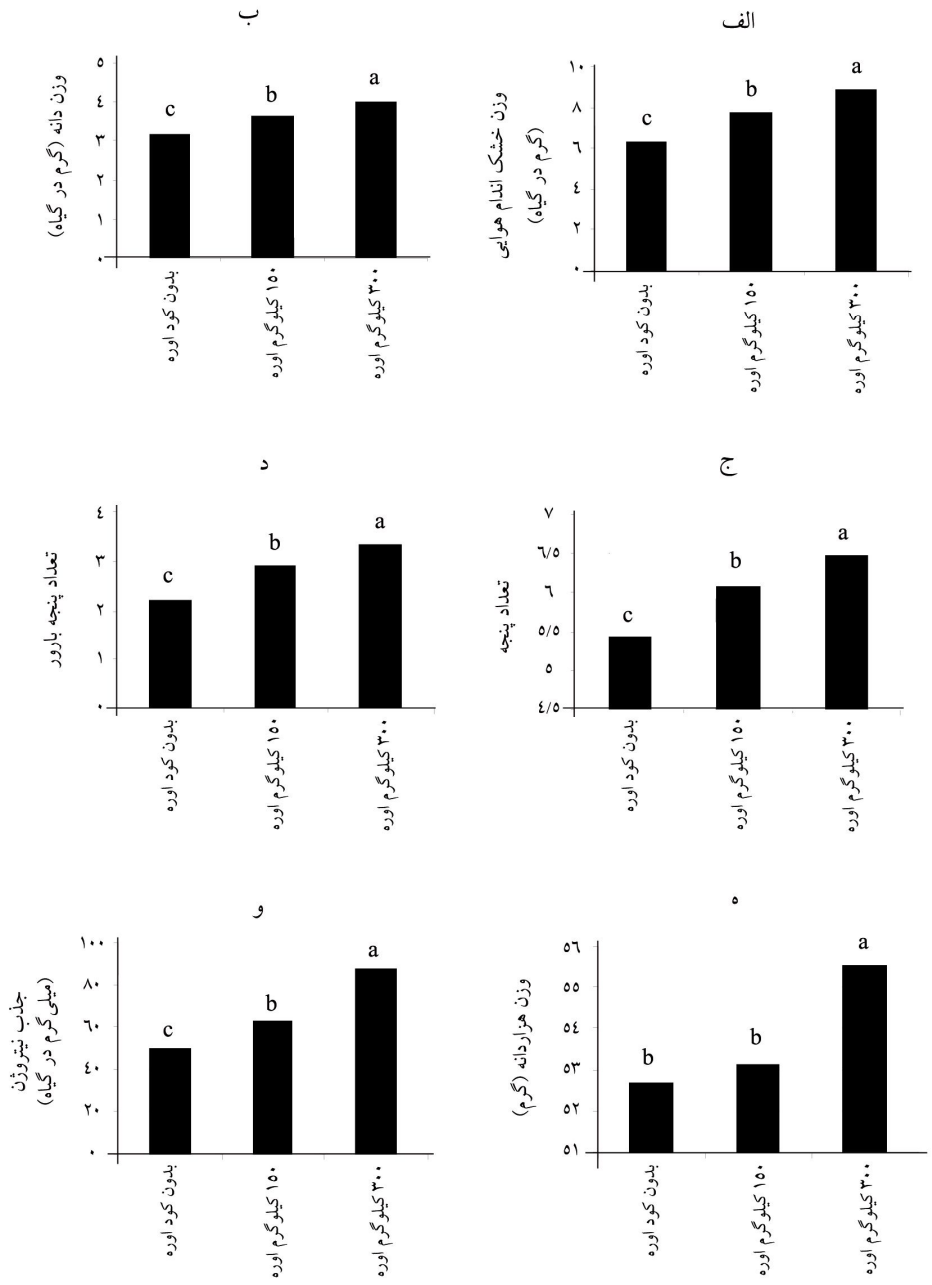
Archive of SID

www.SID.ir



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

www.SID.ir



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

www.SID.ir

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 بارور	جذب نیتروژن	وزن هزاردانه
باکتری	۳	۱/۵٦**	۰/۵۳**	۲۱/٦۱**	۰/٤۸**	۲۵۳/۵٤**	۰/۳۳^{ns}
کود نیتروژنه	۲	٤٦/۱۵**	۵/٤۳**	۷/٤۵**	۹/٦۲**	٦۹/۱۱۰۱۸**	٦۷/۸۲**
مواد آلی	۱	۱/۱*	۰/۰۹^{ns}	٦۲/۳۲**	۰/٤٦*	۲۹۱۲/۹۵**	۱۷/۵۳**
اثر متقابل باکتری و کود نیتروژنه	٦	۱/۹**	۰/۲٦**	۰/۷۷^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۱۹٤/۸**	۱/٦٦^{ns}
اثر متقابل باکتری و مواد آلی	۳	۰/۱۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۸/٤۷**	۰/۵۱**	۲۳/۵۹^{ns}	۰/٦۷^{ns}
اثر متقابل کود نیتروژنه و مواد آلی	۲	۱/٦**	۰/۱۲^{ns}	۰/۹۷^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۱۷۵۸/۰۱**	۰/٦۲^{ns}
اثر متقابل باکتری، کود نیتروژنه و مواد آلی	٦	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۱٤^{ns}	۱٤٦/۵**	۰/۵۱^{ns}
خطا	۷۲	۰/۱۷	۰/۰٤۳	۰/٤۷	۰/۰۹٤	۱۳/۵۷	۰/۸٤

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns}غیرمعنی‌دار.

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 بارور	جذب نیتروژن (میلی‌گرم در گیاه)	وزن هزاردانه (گرم)
بدون مواد آلی	۷/٤۹^{b}	۵/۰۹^{b}	۲/۷۲^{b}	۷۱/۵^{a}	۵٤/۱۳^{a}
۳۰ تن مواد آلی در هکتار	۷/۷۵^{a}	٦/۹۲^{a}	۲/۹^{a}	٦۱^{b}	۵۳/۲۸^{b}

میانگین‌هایی که در هر ستون در یک حرف کوچک با هم مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری 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 معنی‌دار و مثبتی نسبت به تیمارهای بدون مصرف باکتری در تعداد پنجه‌های بارور گیاه داشته است در حالی‌که باکتری ازتوباکتر کروکوکوم نسبت به تیمارهای بدون باکتری در این سطح مواد آلی تأثیر معنی‌داری در پنجه‌های بارور گیاه گندم نداشته‌اند. با حضور مواد آلی (۳۰ تن در هکتار) تأثیر باکتری ازتوباکترکروکوکوم در تعداد پنجه‌های بارور گیاه مثبت بوده است در حالی‌که باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس تأثیر معنی‌داری 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 میکروارگانیزم‌های هتروتروف

Archive of SID

www.SID.ir

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 ٤- 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	٥/٤٢^{c}	٢/٧١^{c}	٣٧/٩٧^{c}
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	٦/٧٣^{a}	٣/٤٣^{a}	٥٥/١٩^{a}
	باکتری ازتوباکترکروکوکوم	٦/٣١^{b}	٣/١٢^{b}	٤٩/٩٨^{b}
	تلفیق دو باکتری	٦/٧٨^{a}	٣/٣٣^{a}	٥٤/٧٧^{a}
١٥٠ کیلوگرم اوره	بدون باکتری	٨/٠^{a}	٣/٥٩^{a}	٦٣/٠٥^{a}
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	٧/٧٨^{a}	٣/٦^{a}	٦٤/٤٦^{a}
	باکتری ازتوباکترکروکوکوم	٧/٨١^{a}	٣/٧٣^{a}	٦٣/٢٥^{a}
	تلفیق دو باکتری	٧/٥٨^{a}	٣/٧٢^{a}	٦٢/١٢^{a}
٣٠٠ کیلوگرم اوره	بدون باکتری	٨/٦٦^{b}	٣/٨٩^{b}	٨٧/٢٦^{b}
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	٨/٣٨^{b}	٣/٨٧^{b}	٨٥/٦^{b}
	باکتری ازتوباکترکروکوکوم	٨/٥٧^{b}	٣/٩٧^{b}	٨٤/٣٢^{b}
	تلفیق دو باکتری	٩/٦٣^{a}	٤/٢٩^{a}	٩٥/٣^{A}

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

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و مواد آلی بر خصوصیات رشد گیاه گندم رقم الوند.

تیمار		تعداد پنجه	تعداد پنجه بارور
بدون مواد آلی	بدون باکتری	٤/٥٣^{b}	٢/٦٢^{a}
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	٥/١٦^{a}	٢/٨٩^{a}
	باکتری ازتوباکترکروکوکوم	٥/١٩^{a}	٢/٦١^{b}
	تلفیق دو باکتری	٥/٤٩^{a}	٢/٨٣^{ab}
٣٠ تن مواد آلی در هکتار	بدون باکتری	٤/٦٣^{c}	٢/٦٢^{b}
	باکتری آزوسپیریلوم برازیلنس	٦/٤١^{b}	٢/٦٨^{b}
	باکتری ازتوباکترکروکوکوم	٧/٧٧^{a}	٣/٠٨^{a}
	تلفیق دو باکتری	٨/٢٨^{a}	٣/١٤^{a}

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

Archive of SID

www.SID.ir

وزن هزاردانه: نتایج به‌دست 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 ٦- 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 مواد آلی	بدون کود اوره	٦/٤^{c}	٥٠/٧٤^{c}
	١٥٠ کیلوگرم اوره	٧/٤^{b}	٦٤/٣٤^{b}
	٣٠٠ کیلوگرم اوره	٨/٧٤^{a}	١٠٢/٩٢^{a}
٣٠ تن مواد آلی در هکتار	بدون کود اوره	٦/٢١^{c}	٤٨/٢١^{c}
	١٥٠ کیلوگرم اوره	٨/١٥^{b}	٦٢/٠٩^{b}
	٣٠٠ کیلوگرم اوره	٨/٨٧^{a}	٧٣/٣١^{a}

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

میزان جذب نیتروژن: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که همه تیمارها به‌جزء 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 به‌میزان ۳۰ تن در هکتار میزان جذب نیتروژن در گیاه گندم کاهش پیدا کرده است (جدول ۳). علت آن احتمالاً به رقابت سایر میکروارگانیزم‌های غیرمفید بر سر مصرف نیتروژن و سایر عناصر غذایی با گیاه گندم باشد یا این‌که نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی بالا باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه میانگین اثر متقابل باکتری و کود نیتروژن در جدول ٤ 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 ٦ 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 N_2-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 N_2 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* associatedin biological nitrogen fixation, grain yield and yield component of wheat. Seventh Iran Soil Science Congres, (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

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 decaboxylase gene in *Azospirillum brasilense*. J. Bacteriol. 181: 1338-1342.

Archive of SID

www.SID.ir

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. Mohammadi[1], *M. Olamaee[2], R. Ghorbani Nasrabadi[3] and M.R. Chakeralhossaini[4]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Instructor, Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Faculty of Member, Research Center of Agriculture, Kohgiluyeh-Boyer Ahmad Province
Received: 12,11,2008 ; Accepted: 18,4,2010

Abstract

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 ($P<.05$).

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

* Corresponding Author; Email: olamaee_m@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir