

اثر عناصر ریزمغذی و کود بیولوژیک بیوسوپر بر سه رقم گندم پاییزه

حسین دادخواه^۱، فرخ رحیم زاده خویی^۲، مهرداد یارنیا^۲ و امیر هوشنگ حسین زاده مقبلی^۲

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد عناصر ریزمغذی همراه کود بیولوژیک بیوسوپر بر عملکرد و اجزای عملکرد در سه رقم گندم، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۸۸ در ایستگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل سه رقم گندم (سرداری، آتیلا، آذر)، عناصر ریزمغذی در چهار سطح (منگنز، بر، آهن، عدم مصرف عناصر ریزمغذی یا شاهد) و کود بیولوژیک بیوسوپر در دو سطح (مصرف، عدم مصرف) بودند. نتایج نشان داد که اثر متقابل عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر روی عملکرد دانه و تعداد پنجه بارور معنی‌دار بودند و اثر ارقام گندم روی طول بوته، شاخص برداشت و وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. نتایج حاصل از مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به مصرف کود بیوسوپر و منگنز و کمترین آن در صورت عدم استفاده از کود بود. هم‌چنین بیشترین تعداد سنبلچه ساقه اصلی مربوط به رقم آتیلا در مصرف کود بیوسوپر به دست آمد. بیشترین تعداد پنجه بارور نیز مربوط به تیمار مصرف کود بیوسوپر با بُر و کمترین آن در عدم مصرف کود بوده است.

کلمات کلیدی: عناصر ریزمغذی، کود بیولوژیک بیوسوپر، ارقام گندم، عملکرد دانه.

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: Dadxah @ gmail.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

گندم یکی از مهم‌ترین منابع تامین کننده غذای حدود یک سوم جمعیت کره زمین می‌باشد که به تنهایی حدود یک پنجم از کالری مورد نیاز انسان را تامین می‌کند (Haji boland et al., 2004). اهمیت گندم به علت خواص فیزیکی و شیمیایی گلوتن دانه آن است به طوری که می‌توان با آن به اشکال مختلف نان تهیه نمود.

در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصل خیزی خاک، در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (Soltani et al., 2000). کودهای بیولوژیک در حقیقت شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادی یا همزیست هستند (Tilk et al., 2005) که اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند و در برخی از فرآیندهای کلیدی بوم نظام مانند فرآیندهای دخیل در کنترل بیولوژیکی پاتوژن‌های گیاهی، چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نقش دارند (Soltani et al., 1999). گروهی از این باکتری‌ها شامل تثبیت کننده‌های نیتروژن و حل کننده‌های فسفات می‌باشند (Saxena, 1993). ازتوباکتر و آزوسپریلوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی مانند جیبرلین‌ها، بیوتین و اکسین را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری ایفا می‌کنند (Vessey, 2003). از طرف دیگر، ازتوباکتر قادر به تولید ترکیبات ضد قارچ علیه بیماری‌های گیاهی است و همچنین سبب تقویت

جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که در نهایت بهبود رشد پایه گیاهی را به دنبال دارد (Tilk et al., 2005). آزوسپریلوم، علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی می‌شود و از این طریق در افزایش عملکرد تاثیر گذار می‌باشد (Saxena, 1993). باسیلوس‌ها و برخی از گونه‌های سدوموناس جزو باکتری‌های حل کننده فسفات هستند که فسفر نامحلول خاک را به فرم محلول در می‌آورند و با سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش جذب فسفر توسط گیاه و تثبیت نیتروژن سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند (Serraj and Sinclair, 1998). کودهای زیستی به طرق مختلف مانند تغییر در مورفولوژی ریشه و ترشح هورمون‌ها توسط انواع مختلف میکروارگانیسم‌ها (El zemranya et al., 2006)، کاهش رشد پاتوژن‌های بیماری‌زا توسط باکتری‌های جنس سودوموناس (Kauri et al., 2006) باعث افزایش رشد و عملکرد می‌شوند.

رشد گیاه، طبق قوانین عامل محدود کننده بلاکمن^۱ و کمینه لیبیگ^۲، تحت تاثیر آن عنصر غذایی است که گیاه برای آن محدودیت داشته باشد. بنابراین اگر گیاهی حتی در شرایط مطلوب رشدی، از نظر یک و یا چند عنصر کم مصرف در تنگنا باشد، استفاده از کودهای ازته، فسفره و پتاسه کمکی در افزایش عملکرد نداشته، حتی گاهی

1- Blackman

2- Liebig

سبب حفظ محیط زیست گردد و از آنجا که تحقیقات در مورد کاربرد عناصر ریزمغذی همراه کود زیستی بر روی گندم کم‌تر انجام شده است، آزمایش حاضر با هدف ارزیابی تاثیر این کودها بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد سه رقم گندم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر عناصر ریزمغذی منگنز، بر و آهن به همراه کود زیستی بیوسوپر، بر روی سه رقم گندم پاییزه آذر، سرداری و آتیلا تحقیقی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۱۳۸۸، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش عوامل مورد بررسی عبارت بودند از: مصرف عناصر ریزمغذی به صورت بذرمال در ۴ سطح شامل آهن، بُر، منگنز و عدم مصرف کود ریزمغذی و کود بیولوژیک بیوسوپر در ۲ سطح مصرف و عدم مصرف و ارقام گندم شامل رقم سرداری، آتیلا و آذر بود. از کود بیولوژیک بیوسوپر به میزان ۱/۶ سی‌سی به صورت بذرمال برای هر کرت مصرف شد و هم‌چنین عناصر ریزمغذی مورد استفاده در آزمایش به میزان ۱ گرم آهن، ۰/۸ گرم بر و ۴ گرم منگنز به صورت بذرمال برای هر کرت مصرف شد. کود بیولوژیک بیوسوپر حاوی ازتوباکتر کروکوکوم، آزوسپیریلوم برازیلنس، باسیلوس سابتلیس و سودوموناس فلورسنس به مقدار ۲ لیتر

باعث افت عملکرد نیز خواهد شد (Soleimani, 2005). در چهل سال گذشته، پیشرفت دانش در مورد کمبود عناصر ریزمغذی در محصولات کشاورزی، استفاده از این کودها را به طور گسترده‌ای افزایش داده است پیشرفت‌های حاصل در روش‌های آزمون خاک و تجزیه گیاه، اطلاعات بیشتری از نیازهای واقعی محصولات را تحت شرایط متغیر مزرعه‌ای فراهم کرده است (Hartmann et al., 2008). هر یک از عناصر کم مصرف در گیاه نقش خاصی را ایفا می‌کنند و وجود این عناصر در حد کفایت برای کامل کردن چرخه رشد گیاه لازم است. فرشاد و ملکوتی (Farshad and Malakuti, 2000) در ذرت دانه‌ای مشاهده کردند که استفاده از عناصر ریزمغذی شامل آهن، مس و منگنز سبب افزایش ارتفاع می‌شوند. یوسف آبادی و همکاران (Yusef abadi et al., 2004) گزارش کردند که مصرف آهن در مقایسه با دیگر عناصر ریزمغذی مورد بررسی، بیشترین عملکرد بذر و وزن خشک کل را در چغندر قند بوجود آورد. اسماعیلی و عباسیان (Esmaeili and Abbasiyan, 2006) نیز گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف سولفات روی و سولفات منگنز سبب افزایش وزن خشک ذرت علوفه‌ای شد.

هم‌چنین به گزارش سلیمان‌پناه و همکاران (Solimanpanah et al., 2000) کاربرد عناصر ریزمغذی در گندم شاخص برداشت را افزایش داد. با توجه به اینکه لازم است مدیریت تغذیه‌ای گیاه در جهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش
Table 1- Soil characteristics of the experimental area

Soil texture	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Total N (%)	Depth (cm)
Loamy sand	325	81.2	0.201	0-30

نتایج و بحث

نتایج نشان داد (جدول ۲) که عناصر ریزمغذی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه ساقه اصلی، تعداد پنجه بارور، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه ارقام مورد آزمایش معنی‌دار بود و صفات مورد بررسی در بین ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت. اثر کود بیوسوپر نیز بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. اثر متقابل عناصر ریزمغذی و ارقام گندم بر تعداد سنبلچه ساقه اصلی ($P < 0.1$) معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر بر ارتفاع بوته، عملکرد دانه در واحد سطح ($P < 0.1$) و تعداد پنجه بارور ($P < 0.5$) معنی‌دار بود.

در هکتار به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفت. مصرف کودهای پایه بر اساس تجزیه خاک (جدول ۱) صورت گرفت. در این تحقیق فاصله ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر، کاشت به صورت خطی و ابعاد کرت‌ها ۲×۲ متر بود. فاصله بین تکرارها ۸۰ سانتی‌متر و بین کرت‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. از هر مترمربع به طور میانگین از ۱۰ نمونه برداشت شده، صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه ساقه اصلی، وزن خشک اندام هوایی و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. آنالیز آماری با نرم افزار M-STATC، رسم نمودارها با EXCEL و مقایسات میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تاثیر ریزمغذی با کود بیولوژیک
Table 2- Analysis of variance for yield and yield components of wheat under the influence of biological fertilizer with micronutrients

Source of variation	DF	Plant height	No. of spikelet	No. of fertile tillers	Shoot dry weight	Harvest index	Grain yield
Replication	3	20/78	0/38	1/12**	989/33**	13/75	631/14
Micronutrient	3	163/63**	18/54**	11/82**	3307/72**	114/92*	11839/53**
Wheat cultivars	2	2905/66**	326/97**	95/74**	86971/98**	2690/12**	222920/12**
Biosupre	1	434/60**	72/92**	14/38**	6181/97**	1404/99**	32126/74**
Micronutrient × wheat cultivars	6	11/13	0/81**	0/32	56/91	3/06	1104/87
Micronutrient × biosupre	3	60/02**	0/92*	0/56*	79/06	7/28	3585/99**
Biosupre × wheat cultivars	2	1/25	0/33	0/02	76/12	32/90	36/88
Micronutrient × wheat cultivars × wheat cultivars	6	2/39	0/72*	0/03	21/62	6/41	30/68
Error	69	8/03	0/72	0/20	68/49	107/90	995/04
CV (%)		2/79	3/47	11/07	1/94	23/62	7/73

* and ** Significant at 5 and 1% level of probability

اثر عناصر ریزمغذی بر صفات اندازه‌گیری شده

وزن خشک اندام هوایی: مقایسه میانگین عناصر ریزمغذی نشان می‌دهد که مصرف عنصر آهن با میانگین ۴۳۸/۱۰ گرم بر مترمربع، وزن خشک اندام هوایی را بیشتر افزایش داده است. استفاده از دو عنصر بر و منگنز به ترتیب با میانگین ۴۲۸/۹۸ و ۴۳۰/۳۳ گرم بر مترمربع باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد شدند (شکل ۱). غلام علیزاده و همکاران (Gholamalizadeh et al., 1995) تحقیقی بر روی سویا در خاک‌های آهکی جنوب ایران انجام دادند و نتیجه گرفتند که مصرف سولفات منگنز در این خاک رشد سویا را افزایش داده اما به علت تبدیل منگنز مصرفی به فرم‌های غیرقابل استفاده بازیافت آن کم بود.

شاخص برداشت: مقایسه میانگین عناصر ریزمغذی نشان داد که استفاده از عناصر ریزمغذی منگنز، بر و آهن شاخص برداشت را افزایش داده است. اما میزان تاثیر منگنز با میانگین ۴۵/۴ درصد بیشتر از بر با میانگین ۴۵/۴ درصد و آهن ۴۴/۲ درصد است. کمترین درصد شاخص برداشت در شرایط عدم استفاده از عناصر ریزمغذی با میانگین ۴۰/۸ مشاهده شد (شکل ۲). به گزارش سلیمان‌پناه و همکاران (Solimanpanah et al., 2000) کاربرد عناصر ریزمغذی در گندم شاخص برداشت را افزایش می‌دهد.

اثر ارقام بر صفات اندازه‌گیری شده

ارتفاع بوته: مقایسه ارقام مختلف با یکدیگر نشان می‌دهد که رقم آذر با میانگین ۱۱۰/۸ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع را دارد و رقم آتیلا با میانگین ۹۱/۸ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (شکل ۳) شاید یکی از دلایل این موضوع، عملکرد بالای رقم آتیلا باشد که سهم بیشتری از اندام هوایی را به دانه اختصاص داده است.

تعداد پنجه بارور: میانگین ارقام گندم نشان می‌دهد که رقم آتیلا با میانگین ۵/۸۱۶ از تعداد پنجه بارور بیشتری برخوردار است که می‌تواند بر روی عملکرد تاثیر مثبتی داشته باشد. رقم آذر با میانگین ۴/۰۰۴ تعداد پنجه بارور بیشتری نسبت به رقم سرداری دارد. بطوری‌که رقم سرداری با میانگین ۲/۳۵۸ نسبت به رقم آتیلا ۵۹/۴۵۶ درصد کاهش تعداد پنجه بارور را نشان می‌دهد (شکل ۴).

وزن خشک اندام هوایی: مقایسه میانگین ارقام مختلف گندم نشان می‌دهد که رقم آذر با میانگین ۴۷۷/۴ گرم بر مترمربع دارای بیشترین وزن خشک اندام هوایی بود. کمترین وزن خشک مربوط به رقم آتیلا با میانگین ۳۷۳/۳ گرم بود که ۲۱/۷ درصد کمتر از رقم آذر بود (شکل ۵).

شاخص برداشت: شاخص برداشت نشان دهنده مقدار مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به اندام اقتصادی گیاه نسبت به کل مواد تولیدی ذخیره شده در طول دوره رشد و نمو است (Sarmadnia and Kuchaki, 2003). مقایسه میانگین ارقام گندم نشان

ساقه‌ها باشد (Subba, 2000). همیاری باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به دلیل تامین نیتروژن مورد نیاز، موجب افزایش طول ریشه، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی می‌شود که نسبت سطح زیرزمینی و جذب کننده رطوبت در این شرایط نسبت به سطح برگ‌ها افزایش می‌یابد و این شبکه گسترده از طریق جذب آب، املاح و انتقال آن به گیاه میزبان، باعث افزایش وزن خشک می‌گردد. عرضه بیشتر نیتروژن به گیاه موجب افزایش جذب فسفر می‌شود. اثر مثبت نیتروژن را در جذب فسفر، می‌توان به افزایش رشد ریشه نسبت داد (Subba, 2000). از توباکتر در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی مانند جیبرلین‌ها، بیوتین و اکسین را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری ایفا می‌کنند ترشح مواد بیولوژیکی مانند جیبرلین رشد طولی سلول‌ها به ویژه میانگره‌های ساقه و ترشح اکسین و سیتوکینین‌ها در تقسیم سلولی احتمالاً نقش دارند. لذا کودهای زیستی مورد استفاده با تولید هورمون‌های مزبور قسمت هوایی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Nieto and frankenberger, 1991).

شاخص برداشت: مقایسه میانگین استفاده از کود بیوسوپر نشان می‌دهد که استفاده از کود بیوسوپر اثر افزایشی با میانگین ۴۷/۸ نسبت به عدم استفاده از کود با میانگین ۴۰/۱ دارد. بر اساس گزارشات موجود بهبود کارایی تولید گندم بستگی به افزایش شاخص برداشت دارد، ولی بر اساس

می‌دهد که بیشترین شاخص برداشت مربوط به رقم آتیلا با میانگین ۵۴/۵ می‌باشد و ارقام سرداری با میانگین ۳۸/۹ و رقم آذر با میانگین ۳۸/۴ در رتبه‌های بعدی از نظر تولید شاخص برداشت هستند (شکل ۶).

عملکرد: مقایسه میانگین ارقام گندم نشان می‌دهد که رقم آتیلا با میانگین ۴۹۳/۰۳ گرم دارای بیشترین عملکرد دانه در واحد می‌باشد و کمترین عملکرد دانه به رقم آذر با میانگین ۳۲۶/۲۲ گرم اختصاص دارد (شکل ۷).

اثر کود بیوسوپر بر صفات اندازه‌گیری شده

وزن خشک اندام هوایی: کود زیستی بیوسوپر با میانگین ۴۳۵/۳ نسبت به عدم استفاده از کود اثر افزایشی در حدود ۳/۷ درصد بر روی وزن خشک اندام هوایی داشت. بر اساس اظهار نظر محققین اختلاف در تجمع ماده خشک در پاسخ به نیتروژن از اختلاف در میزان دریافت تشعشع خورشیدی توسط کانوپی و کارایی گیاه در استفاده از این تابش خورشیدی ناشی می‌شود (Stroppianm et al., 2009). راجالا و همکاران (Rajala et al., 2009) در بررسی خود روی گندم نشان دادند که کمبود نیتروژن باعث کاهش بیوماس گندم می‌شود. آن‌ها اظهار داشتند که این کاهش اغلب به دلیل کاهش وزن برگ‌ها و در نتیجه کاهش میزان فتوسنتز برگ‌ها در هر گیاه است. در بین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، آزوسپیریوم می‌تواند عامل اصلی افزایش وزن خشک اندام‌های گیاهی و همچنین افزایش مواد معدنی برگ‌ها و

غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه و جذب آب و مواد غذایی و رشد اندام هوایی نقش مفید و موثری دارند. از طرف دیگر، این کودها با تولید ترکیبات ضد قارچی عامل کنترل بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که در نهایت بهبود رشد پایه گیاهی را به دنبال دارند (Chen, 2006). تیمار عدم مصرف کود ریزمغذی و عدم مصرف کود بیوسوپر نسبت به سایر تیمارها با ارتفاع بوته ۹۷/۵ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را سبب شد (شکل ۸). با توجه به نتایج بدست آمده، تلفیق کود منگنز و بر با کود بیوسوپر ارتفاع بوته گندم را افزایش داده است. غلام‌علیزاده و همکاران (Gholamalizadeh et al., 1995) تحقیقی بر روی سویا در خاک‌های آهکی جنوب ایران انجام دادند و نتیجه گرفتند که مصرف سولفات منگنز در این خاک رشد سویا را افزایش داده اما به علت تبدیل منگنز مصرفی به فرم‌های غیرقابل استفاده بازیافت آن کم بود. فرشاد و ملکوتی (Farshad and Malakuti, 2000) در ذرت دانه‌ای مشاهده کردند که استفاده از عناصر ریزمغذی شامل آهن، منگنز و مس سبب افزایش ارتفاع می‌شود. روی و منگنز فعال کننده تعدادی از سیستم‌های آنزیمی هستند و نیز در تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها نقش مهمی دارند و این عوامل منجر به افزایش ارتفاع ساقه می‌شوند (Sarmadnia and Kuchaki, 2003). اما افزایش ارتفاع بوته با مصرف کود بیوسوپر به تنهایی هم مشهود است یعنی به نظر می‌رسد که کود زیستی می‌تواند

گزارشات موجود دادن کود نیتروژن باعث کاهش شاخص برداشت می‌شود (Sticksel et al., 2000). در حالی که کومار و همکاران (Kumar et al., 2007) گزارش کردند که با افزایش میزان کود نیتروژن شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد.

اثرات متقابل تیمارهای اعمال شده بر صفات اندازه‌گیری شده

ارتفاع بوته: اثر متقابل عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر بر ارتفاع بوته حاکی از آن است که تیمار بیوسوپر با منگنز با میانگین ۱۰۷/۷ سانتی‌متر بیشترین تاثیر را بر روی ارتفاع بوته داشت و تیمار بیوسوپر با بر با میانگین ۱۰۵/۷ سانتی‌متر بعد از عنصر منگنز موثر واقع شد. به گزارش حاجی‌بلند و همکاران (Haji boland et al., 2004) از توباکتر به طور معنی‌داری ارتفاع گندم را افزایش داد. از توباکتر و آروسپریلوم در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی مانند جیبرلین‌ها، بیوتین و اکسین را دارند که در افزایش رشد نقش مفید و موثری ایفا می‌کنند (Vessey, 2003). از آن‌جا که جیبرلین در رشد طولی سلول به ویژه میانگره‌های ساقه و اکسین و سیتوکینین در تقسیم سلولی نقش دارند، لذا کودهای زیستی مورد استفاده سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Nieto and Frankenberger, 1991). هم‌چنین کادر (Kader, 2002) گزارش نموده است که کود زیستی در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیک فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و

جایگزین برخی از عناصر ریزمغذی، برای این گیاه باشد.

تعداد سنبلچه در ساقه اصلی: مقایسه
میانگین اثرات متقابل تیمارهای مختلف عناصر ریزمغذی در کود بیوسوپر در ارقام گندم نشان می‌دهد که به طور کلی تاثیر عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر بر روی رقم آتیلا نسبت به دو رقم سرداری و آذر بیشتر است به طوری که این رقم دارای تعداد سنبلچه بیشتری با مصرف عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر تولید کرده است. در مقایسه رقم سرداری با رقم آذر، سرداری به استفاده از کودها واکنش خوبی نشان داده است. در رقم آتیلا، تلفیق دو کود بیوسوپر با کود بر با میانگین ۲۰/۱ بیشترین تعداد سنبلچه در ساقه اصلی را تولید کرد. آهن با کود بیوسوپر با ۱۹/۹ سنبلچه در ساقه اصلی و منگنز با کود بیوسوپر با ۱۹/۹ سنبلچه در ساقه اصلی در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. در مجموع اثر عناصر ریزمغذی با کود بیوسوپر بر روی رقم آتیلا تاثیر بیشتری داشته است. کمترین تولید سنبلچه در ساقه اصلی مربوط به رقم آذر در شرایط عدم مصرف کود بیوسوپر و عناصر ریزمغذی حاصل شد. در مقایسه دو رقم آذر و آتیلا با کاربرد کود بیوسوپر با بر، آذر با ۳۴/۱ درصد، بیوسوپر با آهن با ۳۳/۴ و بیوسوپر با منگنز با ۳۴/۳ کاهش، تعداد سنبلچه کمتری تولید کرده است میزان درصدهای کاهش در رقم سرداری نسبت به رقم آتیلا کم‌تر می‌باشد در مجموع تاثیر آهن، منگنز و بر در ترکیب با کود بیوسوپر مثبت می‌باشد که

این تاثیر مثبت در ارقام، متفاوت می‌باشد. نیتروژن روی تجمع ماده خشک در بخش‌های مختلف گیاهان تاثیر می‌گذارد. اختلاف در تجمع ماده خشک در پاسخ به نیتروژن از اختلاف در مقدار میزان دریافت تشعشع فعال خورشیدی توسط کانوپی گیاهی و کارایی گیاه در استفاده از تابش خورشیدی ناشی می‌شود (Dordas and sioulas, 2009). باکتری‌ها و قارچ‌ها نیز در آزادسازی نیتروژن خاک‌ها نقش مهمی دارند. بطوری که با تغییر مورفولوژی ریشه و ترشح هورمون‌ها توسط آزوسپیریولوم، کاهش رشد پاتوژن‌های بیماری‌زا توسط باکتری‌های جنس ازتوباکتر و محلول‌سازی فسفر نامحلول خاک توسط سودوموناس‌ها اشاره کرد (Kauri et al., 2006).

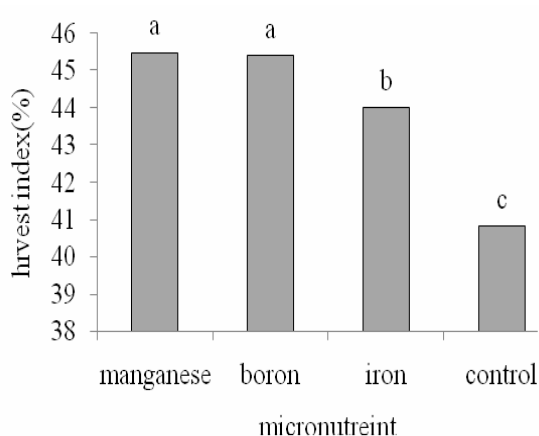
تعداد پنجه بارور: مقایسه میانگین عناصر
ریزمغذی در کود بیوسوپر نشان می‌دهد که استفاده از سه عنصر منگنز، بر و آهن همراه با کود بیوسوپر تاثیر مثبتی روی بارور شدن پنجه‌های گندم دارد. اما در این میان استفاده از بر در ترکیب با کود بیوسوپر، پنجه بارور را با میانگین ۵/۰۱ نسبت به آهن با میانگین ۴/۶۶ و منگنز با میانگین ۴/۵۸ بیشتر افزایش داده است. ترکیب بر با کود بیوسوپر یک منبع غذایی ویژه برای تولید تعداد پنجه بارور و افزایش عملکرد ایجاد کرده است. کمترین میزان پنجه بارور مربوط می‌شود به عدم استفاده از عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر، یعنی تولید پنجه بارور می‌تواند ارتباط مستقیمی با تغذیه گیاه داشته باشد. تاثیر کود بیوسوپر به تنهایی و بدون استفاده از

می‌گردد. برد و همکاران (Board et al., 1996) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر بر، منگنز و روی در مراحل مختلف رشدی سویا، هر کدام به نوعی باعث افزایش عملکرد در سویا می‌گردند. در اثر کمبود منگنز، غلظت کلروفیل کاهش، در نتیجه فتوسنتز و آزاد سازی اکسیژن کاهش یافته و عملکرد در گیاه نیز کاهش می‌یابد (Solimanpanah et al., 2000). کود بیوسوپر نیز توانست به تنهایی عملکرد را بالا ببرد و اثر آن در همراهی با ریزمغذی‌ها تشدید یافت. کیزیل کایا (Kizilkaya, 2008) گزارش نمودند که باکترهای کود زیستی با ترشح هورمون‌ها، محلول‌سازی فسفر نامحلول، ترشح سیدروفورها و مواد ضد قارچی نیز موجب افزایش رشد و عملکرد گندم می‌گردد، لذا این عوامل باعث خواهد شد تا گیاه از کود شیمیایی نیتروژنه موجود هر چند در مقادیر کم استفاده بهینه داشته باشند. از توباکترها تاثیر مثبتی روی رشد و عملکرد گیاهان زراعی و مقدار نیتروژن آن‌ها دارد، که این تاثیرات به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و تولید اکسین نسبت داده می‌شود (Rees et al., 2009). در کل بهبود رشد گیاهان توسط این باکتری‌ها به افزایش رشد ریشه‌های جانبی و ریشه‌های موئینه، جذب آب و مواد معدنی و تثبیت بیشتر نیتروژن نسبت داده می‌شود (Molla et al., 2001). کادر (Kader, 2002) اظهار داشت که تلقیح/زوتوباکتر علاوه بر تاثیر مثبت بر رشد ریشه‌ها و افزایش ۱۸ درصدی عملکرد گندم، موجب صرفه‌جویی در مصرف

عناصر ریزمغذی بر روی پنجه بارور کم بوده و توانسته است میزان ماده غذایی مورد نیاز برای تولید پنجه بارور را تامین کند ولی در مقایسه با شاهد کود بیوسوپر و عناصر ریزمغذی حتی به تنهایی توانسته‌اند پنجه‌های بارور را افزایش دهند (شکل ۹). سایر محققین در تحقیقات خود نشان دادند که در دسترس بودن نیتروژن در قبل از گرده افشانی به شدت پنجه‌زنی و تعداد پنجه بارور و در نتیجه تعداد سنبله را در گندم افزایش می‌دهد (Rajala et al., 2009).

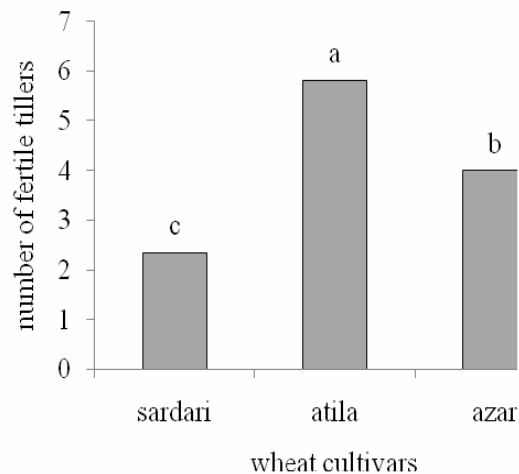
عملکرد: مقایسه میانگین اثر متقابل عناصر ریزمغذی در کود بیوسوپر نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد دانه در استفاده از کود بیوسوپر در ترکیب با منگنز با میانگین ۴۵۰/۱ گرم و کود بیوسوپر با بر با میانگین ۴۴۹/۱ گرم به دست آمده است. استفاده از آهن با کود بیوسوپر و عدم مصرف بیوسوپر تاثیر یکسانی بر روی عملکرد ایجاد کرده است، به طوری که اختلاف معنی‌داری بین استفاده یا عدم استفاده از کود بیوسوپر با آهن به چشم نمی‌خورد. کمترین میزان عملکرد دانه به تیمار عدم مصرف کود زیستی و عناصر ریزمغذی (شاهد) با میانگین ۳۵۴/۴ تعلق دارد و در مجموع عناصر ریزمغذی وقتی که به تنهایی و بدون استفاده از کود بیوسوپر مصرف شدند عملکرد قابل قبولی را ارائه کردند (شکل ۱۰). فری بورن (Freeborn, 2000) با بررسی کاربرد کود بر و نیتروژن در طول مراحل زایشی و رویشی سویا اظهار داشت که محلول‌پاشی عناصر مذکور باعث افزایش گره‌ک‌بندی و عملکرد

در زراعت سیب‌زمینی سبب افزایش معنی‌دار وزن غده و عملکرد محصول نسبت به شاهد و سایر تیمارهای کودی گردیدند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی بر شاخص برداشت

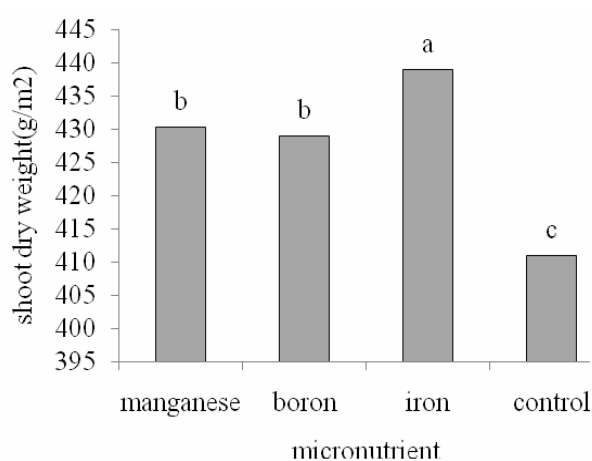
Figure 2- Mean comparison harvest index of micronutrient



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد پنجه بارور ارقام گندم

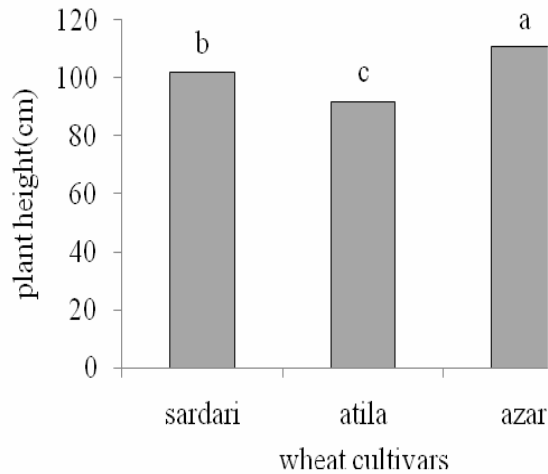
Figure 4- Mean comparison number of fertile tillers of wheat cultivars

نیترژن به میزان ۲۰ درصد می‌شود. افزودن کودهای زیستی نیترژنه باعث افزایش رشد و عملکرد می‌شود (El-desuki et al., 2010). شیخی حصار و همکاران (Sheykheihesar et al., 1998) طی آزمایشی نشان دادند محلول‌پاشی آهن و روی



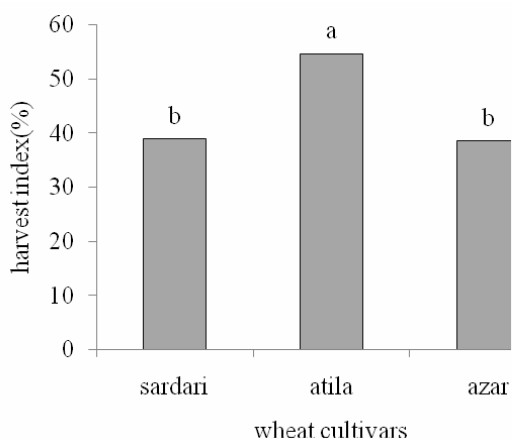
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر عناصر ریزمغذی بر وزن خشک اندام هوایی

Figure 1- Mean comparison micronutrient on shoot dry weight



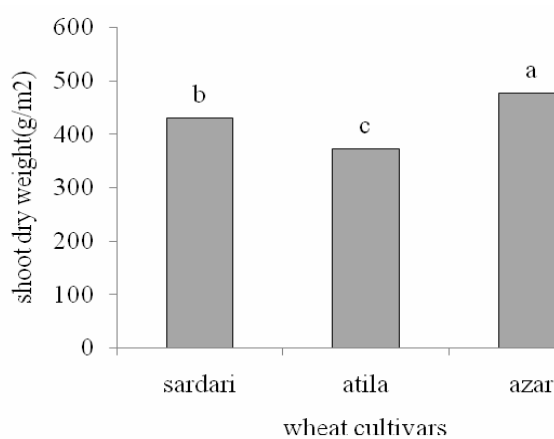
شکل ۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته ارقام گندم

Figure 3- Mean comparison plant height of wheat cultivars



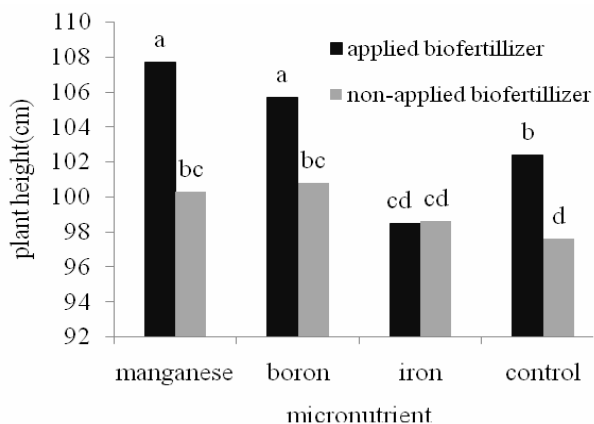
شکل ۶- مقایسه میانگین شاخص برداشت ارقام گندم

Figure 6- Mean comparison harvest index of wheat cultivars



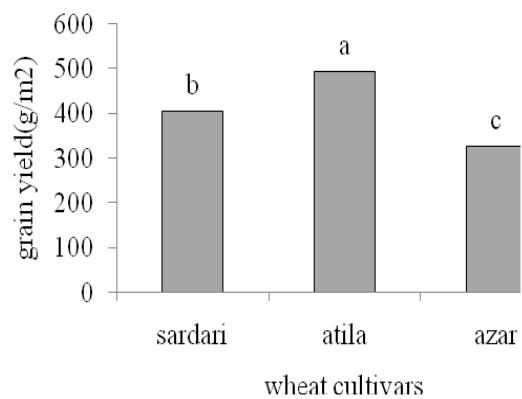
شکل ۵- میانگین وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم

Figure 5- Mean comparison shoot dry weight of wheat cultivars



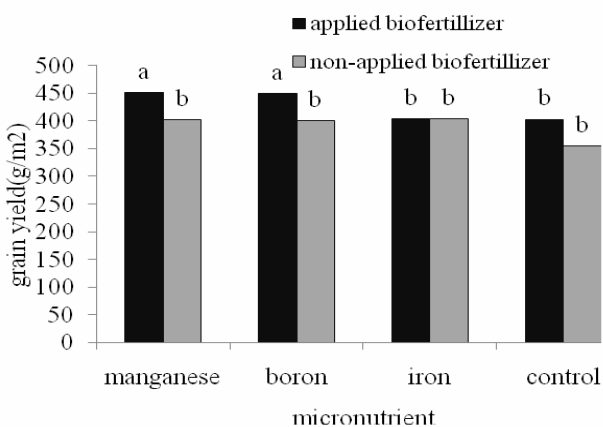
شکل ۸- اثرات متقابل عناصر ریزمغذی و کود زیستی بر ارتفاع بوته

Figure 8- Interactions between micronutrient and biofertilizer on plant height



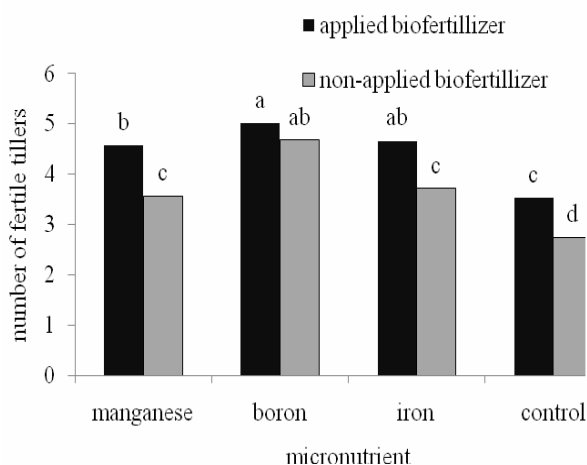
شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام گندم

Figure 7- Mean comparison grain yield of wheat cultivars



شکل ۱۰- میانگین اثرات متقابل عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر بر عملکرد دانه

Figure 10- Interactions between micronutrient and biofertilizer on grain yield



شکل ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل عناصر ریزمغذی و کود بیوسوپر بر تعداد پنجه بارور

Figure 9- Interactions between micronutrient and biofertilizer on number of fertile tillers

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Board, J. E., W. Zhang, and B. G. Harville. 1996. Yield ranking for soybean cultivars grown in narrow dates. *Agron. J.* 88: 240- 245.
- ✓ Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. 16- 20 October. Thailand. 11 Pp.
- ✓ Dordas, C. A., and C. Sioulas. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Research.* 110: 35- 43.
- ✓ El-Desuki, M., M. Hafez., M., R. A. Mahmoud, and S. F. Abd El-Al. 2010. Effect of organic and biofertilizer on the plant growth, green pod yield, quality of pea. *International Journal of Academic Research.* 2 (1): 87- 92.
- ✓ El-Saui, S. A., and M. A. Mohameal. 2002. Cumin herbas a new Source of essential oils and its response to foliar sproray with some micro elements. *Food Chem.* 77: 75- 80.
- ✓ El Zemranya, H., J. Cortetc., M. P. Lutzd., A. Chaberte., E. Baudonia., J. Haurata., N. Maughance., D. Felixf., G. Defagod., R. Ballya, and Y. Moenne-Loccoz. 2006. Field survival of the phytostimulator of *Azospirillum lipoferum* CRT1 and functional impact on maize crop, biodegradation of crop residues, and soil faunal indicators in a context of decreasing nitrogen fertilization. *Soil Biology and Biochemistry.* 38: 1712- 1726.
- ✓ Esmaeili, M. S., and A. Abbasiyan. 2006. The effect of micronutrients zinc and manganese sulfate on growth and yield of forage maize varieties 704. 9th Iranian Congress Agronomy and Plant Breeding Science. Tehran University. Pp: 13.
- ✓ Farshd, R., and M. J. Malakuti. 2000. Optimum quality and quantity of corn consumed in Karaj. 2th National Conference on Optimum Use of Fertilizers and Pesticides in Agriculture. Karaj. Iran. Pp: 275.
- ✓ Freeborn, J. R. 2000. Nitrogen and Bore Application during reproductive stages for soybean yield. Virginia Polytechnic Institute.
- ✓ Gholamalizadeh Ahangar, A., N. Karimian., A. Abtahi., M. T. Asad, and Y. Eman. 1995. Growth and Mn uptake by soybean in highly calcareous soil as affected by native and applied Mn and predicted by nine different extractants. *Commun Soil Sci. Plant Annal.* 26 (9810): 1441- 1454.
- ✓ Haji boland, R., N. Aliasgharzadeh, and Z. Mehrfar. 2004. Ecological Study of *Azotobacter* in Azerbaijani region and effect of inoculation on growth and mineral nutrition of wheat. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources.* 8 (2): .
- ✓ Hartmann, A., M. Singh, and W. Klingmuler. 2008. Isolation and characterization of *Azospirillum* mutants excreting of indole acetic acid. *Can. J. Microbial.* 50: 192- 200.
- ✓ Kader, M. A. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Science.* 2: 259- 261.
- ✓ Kauri, N., J. Macleod., W. Foley, and M. Nauru. 2006. Laconic said: An anti fugal agent produced by *Pseudomonas* species in biological control of take-all. *Phytochemistry.* 67: 595- 604.
- ✓ Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering.* 33: 150- 156.

- ✓ Kumar, A. M., U. A. Buriro., F. C. Oad, and Q. I. Chachar. 2007. Yield parameters and N uptake of wheat under different fertility levels in legume rotation. *Journal of Agricultural Technology*. 3 (2): 323- 333.
- ✓ Mollaa, A. H., Z. H. Shamsuddinb., M. S. Halimib., M. Morziahc, and A. Puteh. 2001. Potential for enhancement of root growth and nodulation of soybean co-inoculation with *Azospirillum* and *Brady rhizobium* in laboratory systems. *Soil Biology and Biochemistry*. 33: 457- 463.
- ✓ Nieto, K. F., and W. T. Frankenberger. 1991. Biosynthesis of cytokines by *Azotobacter chroocum*. *Soil Biol. Technology*. 6: 61- 85.
- ✓ Rees, D. C., F. A. Tezcan., C. A. Haynes., M. Y. Walton., S. Andrade., O. Einsle, and J. B. Howard. 2009. Structural basis of biological nitrogen fixation. *Phil. Trans. R. Soc.* 363: 971- 984.
- ✓ Rajala, A., K. Hakala., P. Makela., S. Muurinen, and P. Peltonen-Sainio. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Research*. 114 (2): 263- 271.
- ✓ Sarmadnia, GH., and A. Kuchaki. 2003. *Crop Physiology*. Tenth Edition. Ferdowsi University of Mashhad. 400 Pp.
- ✓ Saxena, M. C. 1993. The challenge of developing biotic and a biotic stress resistance in cool-season food legumes. Pp: 3- 14. In: Singh, K.B., Saxena, M.C. (Eds). *Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes*. John Wiley and Sons, Chichester, Uk.
- ✓ Serraj, R., and T. R. Sinclair. 1998. Soybean cultivar variability for nodule formation and growth under drought. *Plant and Soil*. 202: 159- 166.
- ✓ Sheykheihesar, H. A., M. Zaeifzadeh, and F. Peyghami. 1998. The effect foliar application of micronutrients on the yield of potatoes in Ardabil. 5th Iranian Congress Agronomy and Plant Breeding Science. Pp: 298.
- ✓ Soleimani, R. 2005. The effects of Integrated Application of Micronutrient on Wheat in Low Organic Carbon Conditions of Alkaline Soils of Western Iran. The 18th World Congress of Soil Science (July 9- 15, 2006).
- ✓ Solimanpanah, M., M. A. Mirnia, and A. Araei. 2000. The effect of zinc and manganese on the qualitative and quantitative properties of two wheat cultivars at different levels of phosphorus. *Iranian Congress on Agronomy and Plant Breeding Science*. Pp: 383.
- ✓ Soltani, A., K. Gasemi., F. Rahimzadeh, and M. Mogaddam. 2000. Desirable traits of the pea crop in dryland conditions using computer simulation. *Journal of Agricultural Science*. 9 (4): 67- 81.
- ✓ Soltani, A., K. Ghassemi-Golezani., F. R. Khooei, and M. Moghadam. 1999. A simple model for chickpea growth and yield. *Field Crops Research*. 62: 213- 224.
- ✓ Sticksel, E., F. X. Maidl., F. Retzer., J. Dennert, and G. Fischbeck. 2000. Efficiency of grain production of winter wheat as affected by N fertilization under particular consideration of single culm sink size. *European Journal of Agronomy*. 13: 287- 294.
- ✓ Stroppianm, D., M. Boschetti., P. A. Brivio, and S. Bocchi. 2009. Plant nitrogen concentration in paddy rice from field canopy hyper spectral radiometry. *Field Crops Research*. 111: 119- 129.
- ✓ Subba Rao, N. S. 2000. *Biofertilizers in Agriculture*. Oxford and IBH publishing Co. NewDelhi. India.
- ✓ Tilk, K. V. B. R., N. Ranganayaki., K. K. De., R. Pal., A. K. Saxena., C. Shekhar Nautiyal., S. Mittal., A. K. Tripath, and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Sciences*. 98: 136- 150.

- ✓ Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting Rhizo bacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. 255: 571- 586.
- ✓ Yusefabadi, V., M. Dehganshoar., S. Sadegzadeh, and V. Saednia. 2004. The effect of micronutrients on the quantity and quality of sugar beet seed. 8th Iranian Congress Agronomy and Plant Breeding Science. University of Guilan. Pp: 41.