Archive of SID

واکنش رشد و عملکرد تریتیکاله (*X Trticosecale*) به روش‌های کاربرد کود زیستی و سطوح نیتروژن در شرایط رقابت با علف‌های هرز

حسین مهدیه[۱]، روح‌اله نادری[۲]، احسان بیژن‌زاده[۲] و یحیی امام[۳*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲)

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از کودهای زیستی به‌عنوان راهبرد تغذیه‌ای جدید برای گیاهان زراعی مطرح شده است. به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های کاربرد کود زیستی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد تریتیکاله در شرایط رقابت با علف‌های هرز، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۳ - ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی حضور یا عدم حضور علف‌های هرز، فاکتور فرعی کود نیتروژن در سه سطح صفر، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و فاکتور فرعی فرعی روش کاربرد کود زیستی ازتوباکتر شامل: تلقیح با بذر (۵۰ گرم در لیتر آب به‌صورت بذرمال)، کاربرد به‌صورت سرک (۲۰ گرم در لیتر آب) و شاهد بدون کود زیستی بود. نتایج نشان داد اثر نیتروژن و روش کاربرد کود زیستی بر ارتفاع نهایی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، نیتروژن شاخساره و محتوای پروتئین دانه تریتیکاله معنی‌دار بود. کاربرد تلقیحی کود زیستی کارایی و اثربخشی زیادتری نسبت به کاربرد سرک داشت که این موضوع در ارتباط با نزدیکی بیشتر کود با سیستم ریشه‌ای گیاه زراعی بود. برهمکنش سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی نشان داد که کاربرد کود زیستی بدون مصرف نیتروژن بر محتوای نیتروژن شاخساره تأثیر کمتری داشت و با افزایش سطوح نیتروژن تأثیر آن افزایش یافت. به‌دلیل قدرت رقابتی بالای تریتیکاله با علف‌های هرز، رشد و عملکرد تریتیکاله تحت‌تأثیر معنی‌دار علف‌های هرز قرار نگرفت.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، کشاورزی پایدار، غلات

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب

۳. استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:yaemam@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تریتیکاله غله ای ساخته دست بشر است که از تلاقی گندم با چاودار به وجود آمده است. نخستین تریتیکاله هگزاپلوئید در سال ۱۹۴۸ از تلاقی گندم دوروم و چاودار به‌دست آمد (۱۰). با توجه به تلاش هایی که در زمینه تولید محصولی با کیفیت برتر والد گندم و دارای تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده والد چاودار انجام شده است، ارقام جدید تریتیکاله با بهترین ارقام گندم از نظر ظرفیت عملکرد تحت شرایط مطلوب برابر بوده، ولی در انواع خاک‌های حاشیه‌ای، پُرمحصول‌تر از گندم هستند (۱). اگرچه اثبات وجود باکتری‌ها تا قبل از اختراع میکروسکوپ محرز نشده بود، لیکن، استفاده از آنها در تحریک رشد گیاهان در کشاورزی از زمان‌های کهن رایج بوده است (۳۱). مشاهدات نشان داده‌اند که تلقیح جامعه میکروبی سودمند به اکوسیستم خاک بر کیفیت خاک و سلامت خاک می‌افزاید و در نهایت رشد، عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی را بهبود می‌دهد (۲۹). کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد، به‌جای کودهای شیمیایی و یا به‌صورت مصرف تلفیقی با کودهای شیمیایی، یکی از مهم‌ترین راهبردهای مدیریتی تغذیه گیاهی برای سامانه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (۲۸). کودهای زیستی به‌صورت آغشته کردن بذر، ریشه و یا خاک به‌کار می‌روند (۲۷). کادر و همکاران (۱۵) در آزمایشی اثر تلقیح ازتوباکتر را بر عملکرد و مقدار جذب نیتروژن در گندم بررسی کردند. نتایج نشان داد عملکرد و همه اجزای عملکرد گندم به‌جز وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کاربرد ازتوباکتر قرار گرفت. در آزمایش دیگری که اثرات تلقیح باکتریایی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر روی گندم بررسی شد، ارتفاع گیاه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در گیاهان تلقیح شده بیشتر بود (۱۷). مهاجرمیلانی و کلهر (۲۲) بیان کردند تلقیح هم‌زمان بذرهای گندم و جو با کود حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با افزایش عملکرد دانه همراه بود که نیتروژن اثر مثبت بر افزایش آن دارد.

علی‌رغم کنترل شدید علف‌های هرز در مزارع کشاورزی، ۱۰ درصد از کاهش تولیدات کشاورزی را می توان ناشی از رقابت گیاه زراعی با علف هرز دانست (۲۶). کوددهی، حاصلخیزی خاک را تغییر می‌دهد، علاوه بر این رشد گیاه زراعی، ترکیب و رشد علف‌های هرز را نیز تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۷ و ۳۲). برخی شواهد نشان دادند سطوح بالای حاصلخیزی خاک رشد گیاه زراعی را در مقایسه با رشد علف هرز افزایش داد (۸). درحالی‌که مطالعات دیگر بیان کردند سطوح بالای عناصر غذایی، مساعد رشد علف هرز بود و تلفات عملکرد گیاهان زراعی را افزایش داد (۲۶). جونسگارد و همکاران (۱۴) طی آزمایشی نشان دادند که در سطوح پایین نیتروژن، رشد گیاه زراعی توسعه کمتری داشته و علف‌های هرز به‌دلیل برتری در جذب نور توسعه بیشتری داشتند و در سطوح بالای نیتروژن به‌دلیل رشد بیشتر گیاه زراعی، رشد علف‌های هرز سرکوب شد. از طرفی، نادری و غدیری (۲۵) گزارش کردند که افزایش کود نیتروژن به مزرعه کلزای آلوده به خردل وحشی موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شد، هم‌چنین، انتخاب گیاه زراعی با قدرت رقابت بالا، صرف‌نظر از برنامه‌ریزی لازم، هیچ هزینه اضافی برای کشاورز ندارد و رشد گیاهان زراعی با قدرت رقابت بالا از مصرف علف‌کش‌ها کاسته، سرعت توسعه مقاومت به علف‌کش‌ها را کند می‌کند و ورود مواد شیمیایی به محیط را کاهش می‌دهد (۳۰). با توجه به لزوم تأمین نیاز غذایی گیاه زراعی در سامانه‌های کشاورزی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار و استفاده کمتر از کود های شیمیایی در این سامانه‌ها، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر روش های کاربرد کود زیستی و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد تریتیکاله در شرایط رقابت با علف‌های هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۳ – ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، با مختصات عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه، طول

www.SID.ir

Archive of SID

جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه، به ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط دمای سالانه منطقه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۷۰ میلی‌متر می‌باشد. براساس آزمون خاک، بافت خاک مزرعه سیلتی‌لومی با اسیدیته ۷/۶ و میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب ۳۰ و ۱۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و میزان نیتروژن کل ۰/۱۶ درصد و ماده آلی ۰/۵ درصد بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل حضور یا عدم حضور علف‌های هرز، فاکتور فرعی شامل سطوح کود نیتروژن در سه سطح صفر، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) و فاکتور فرعی فرعی روش‌های کاربرد کود زیستی ازتوباکتر (*Azotobacter vinelandii* sp.) شامل: تلقیح با بذر (بذرمال)، سرک، بدون ازتوباکتر (شاهد) بود.

ابعاد کرت‌های آزمایش ۲ × ۲/۵ متر (مساحت هر کرت ۵ مترمربع) بودند. فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. بذر لاین سن آباد (ET8318) تریتیکاله در ۱۰ آذر ماه در ردیف‌هایی با فاصله ۲۰ سانتی‌متر (دو ردیف کاشت بر روی پشته‌های با عرض ۶۰ سانتی‌متر) و عمق ۳ سانتی‌متر و به صورت دستی کشت شد. بذرهای تیمارهای بذرمال قبل از کشت با کود زیستی ازتوباکتر با نام تجاری ازتوبارور و براساس دستورالعمل توصیه شده توسط شرکت سازنده (زیست فناور سبز) تلقیح شدند. به علت حساسیت باکتری‌های زنده موجود در کود زیستی به اشعه مستقیم خورشید، کلیه عملیات تلقیح و آماده سازی بذور تلقیحی برای کشت در سایه انجام پذیرفت. برای اعمال کود زیستی سرک براساس توصیه شرکت سازنده، برای هر کرت ۵۰۰ سی‌سی از سوسپانسیون (مخلوط محتوی بسته ۱۰۰ گرمی با ۵ لیتر آب مقطر)، همراه با آبیاری دوم (ظهور گیاهچه) و هفتم (انتهای ساقه رفتن) به کرت‌های مربوطه اضافه شد. دور آبیاری تا زمان استقرار گیاهچه‌ها هر ۴ روز یک‌بار و بعد از استقرار گیاهچه‌ها براساس شرایط جوی متغیر بود. در کرت‌های با علف هرز، علف‌های هرز به‌صورت فلور طبیعی در نظر گرفته شد و کنترل آنها در کرت های بدون علف هرز به‌صورت وجین دستی انجام شد. بنابراین در این آزمایش از علف‌کش استفاده نشد.

بوته‌های تریتیکاله پس از رسیدگی کامل در ۲۳ اردیبهشت ماه پس از حذف اثر حاشیه‌ای از محل کوادرات یک مترمربعی هر کرت، برداشت شدند و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه اندازه‌گیری شد. هم‌چنین وزن خشک علف‌های هرز نیز پس از برداشت علف‌های هرز از محل کوادرات یک مترمربعی هر کرت، اندازه‌گیری شد. محتوای نیتروژن در گیاه و علف هرز به‌وسیله دستگاه میکروکلدال اندازه‌گیری شد.

سپس با استفاده از فرمول زیر محتوای پروتئین دانه محاسبه گردید (۱۱):

$$\text{پروتئین (درصد)} = \text{نیتروژن (درصد)} \times ۶/۲۵ \qquad (۱)$$

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شدند و مقایسات میانگین اثرات اصلی و متقابل نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. هم‌چنین، برای رسم نمودارها از از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع نهایی

نتایج نشان داد سطوح نیتروژن بر ارتفاع نهایی تریتیکاله معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). با افزایش سطوح نیتروژن ارتفاع نهایی افزایش یافت، به‌طوری‌که تیمار ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب، ۱۰/۹ و ۱۵/۵ درصد ارتفاع تریتیکاله را افزایش دادند. روش کاربرد کود زیستی بر ارتفاع نهایی تریتیکاله معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۱). بیشترین ارتفاع تریتیکاله در تیمار کاربرد تلقیحی (۱۱۲/۳ سانتی متر) و کمترین آن در تیمار کاربرد سرک (۱۰۸/۹ سانتی متر) کود زیستی به دست آمد. کریمی‌پاشاکی و همکاران (۱۸) گزارش کردند که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) ارتفاع گیاه تریتیکاله را ۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات علف هرز، مقادیر نیترون و روش‌های کاربرد کود زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد تریتیکاله

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع نهایی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	پروتئین دانه	نیتروژن شاخساره
تکرار	۲	۱۲۵/۹۱^{ns}	۸۸۱۱۵۷/۴^{ns}	۱۲۰۱۴۰/۷^{ns}	۵۶۲/۹۹^{ns}	۱۴/۶۸^{ns}	۰/۴۴^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
علف هرز	۱	۵۰/۴۶^{ns}	۲۳۲۷۲۶۸/۵^{ns}	۴۸۱۶۶۶/۶^{ns}	۵۳۵/۱۸^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱/۰۸۹^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}
خطای اصلی	۲	۱۹۸/۹۴	۸۳۲۱۷۱۲/۹	۶۰۲۰۰	۱۰۲/۱۸	۳/۳۵	۱/۴۱۵	۰/۰۰۱
مقدار نیتروژن	۲	۱۱۹۷/۴۱**	۸۶۸۳۹۷۶۸/۵**	۷۸۵۴۱۷۹/۶**	۹۵۲/۷۵**	۲۳۳/۳۱*	۳۸۷/۹۳**	۰/۴۶**
علف هرز × مقدار نیتروژن	۲	۵۹/۰۴^{ns}	۲۹۱۱۵۷/۴^{ns}	۹۱۵۱۶/۶^{ns}	۶۴/۰۶^{ns}	۴۳/۵^{ns}	۲/۶۴^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
خطای فرعی	۸	۱۳۱/۹	۴۵۴۵۶۷۱/۲	۲۶۸۳۷۸/۷	۱۶۹/۲۷	۳۴/۶	۱/۸۱	۰/۰۰۲
روش کاربرد کود زیستی	۲	۶۰/۵۵*	۳۱۶۹۷۶۸/۵*	۴۴۲۱۹۰/۷*	۱۴۰/۱۸**	۲۰/۶*	۵/۲۲**	۰/۰۳۶**
علف هرز × کاربرد کود زیستی	۲	۲۳/۱^{ns}	۲۵۵۳۳۷۹/۶^{ns}	۳۶۱۵۰^{ns}	۱۴/۵۳^{ns}	۰/۵^{ns}	۱/۲۳۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
مقدار نیتروژن × کاربرد کود زیستی	۴	۹/۵۳^{ns}	۷۸۰۶۰۱/۸^{ns}	۵۰۹۳۲/۴^{ns}	۵۰/۰۴^{ns}	۲/۷۵^{ns}	۱/۰۲۵^{ns}	۰/۰۱**
علف هرز × مقدار نیتروژن × کاربرد کود زیستی	۴	۳۷/۹۸^{ns}	۵۸۵۱۸/۵^{ns}	۱۰۲۵۸/۳^{ns}	۲۱/۶۹^{ns}	۶/۹^{ns}	۱/۱۷۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطای کل	۲۴	۱۶/۲۲	۹۰۸۷۷۳/۱	۱۰۱۳۳۴/۲	۲۴/۸۷	۳/۹۵	۰/۵۲۴	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۳/۶۳	۶/۶۶	۶/۲۱	۹/۳۴	۶/۵۵	۳/۷۹	۳/۷۲

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

درصد افزایش داد. احتمالاً برهمکنش بین گیاه و ریزجانداران موجود در کودهای زیستی سبب شده تا مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و گیاه از رشد رویشی بالاتری برخوردار شود و به‌دنبال آن ارتفاع گیاه افزایش یابد. کادر و همکاران (۱۵) اثر مایه‌زنی با ازتوباکتر را بر ارتفاع نهایی بوته گندم مثبت و معنی‌دار ارزیابی نمودند. علف‌های هرز تأثیری بر ارتفاع نهایی نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر تعداد دانه در سنبله معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). سطوح متوسط و بیشینه نیتروژن به ترتیب ۲۱ و ۳۱ درصد تعداد دانه در سنبله را افزایش دادند (جدول ۲). کاربرد تلقیحی کود زیستی نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود زیستی) تعداد دانه در سنبله را ۶/۹ درصد افزایش داد (جدول ۲). تعداد دانه در سنبله یکی از مهم‌ترین اجزاء عملکرد می باشد (۲۱). بهاری‌ساروی و پیردشتی (۴) در بررسی خود بیان کردند اثر سطوح نیتروژن (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و اثر باکتری های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) بر تعداد دانه در سنبله گندم رقم N80 معنی دار بود. در آزمایش حاضر بین دو روش کاربرد کود زیستی، روش تلقیحی به دلیل فراهمی بهتر نیتروژن و مواد افزاینده رشد برای ریشه گیاه، اثرگذاری بهتری نسبت به کاربرد سرک بر تعداد دانه در سنبله داشت. بیشتر مطالعات کودهای زیستی باکتریایی بر کاربرد تلقیحی کود زیستی تمرکز داشته‌اند. بریک و گوسوامی (۵) بیان کردند که تلقیح بذرهای گندم با ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم با تأثیر مثبتی که بر تعداد و عملکرد دانه دارد، می تواند در نهایت منجر به کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در تولید گندم شود. علف‌های هرز تأثیری بر تعداد دانه در سنبله نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی دار نبود (جدول ۱).

وزن هزار دانه

اثر سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر وزن هزاردانه معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۱). مقایسات میانگین نشان داد با افزایش مقدار کود نیتروژن وزن هزار دانه افزایش یافت. بیشترین وزن هزار دانه (۳۱/۳۳ گرم) در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن و کمترین مقدار آن (۳۰/۲۴ گرم) در تیمار صفر کیلوگرم نیتروژن حاصل شد (جدول ۲). در بین روش های کاربرد کود زیستی، بیشترین وزن هزار دانه (۳۱/۵۵ گرم) در تیمار کاربرد تلقیحی کود زیستی و کمترین وزن هزار دانه (۲۹/۴۷ گرم) در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود زیستی) به‌دست آمد (جدول ۲). وزن هزار دانه نشان‌دهنده اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه‌هاست. علاوه‌بر این، وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی بوده که در واریته های مختلف تفاوت داشته و مقدار آن هم‌چنین می‌تواند متأثر از شرایط محیطی دوران رسیدگی باشد (۲۷). آنگونین و همکاران (۲) تغییرات وزن هزار دانه گندم را در پی افزایش نیتروژن گزارش کردند. در آزمایشی که بر ارقام گندم دوروم صورت گرفت، کاربرد تلقیحی کود زیستی آزوسپریلیوم با وزن هزار دانه ۴۲/۸ گرم و شاهد با وزن هزار دانه ۳۲/۲۹ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند (۳). علف‌های هرز تأثیری بر وزن هزار دانه نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نیتروژن شاخساره تریتیکاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سطوح نیتروژن، روش‌های کاربرد کود زیستی و اثر متقابل سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر نیتروژن شاخساره معنی‌دار است ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی نشان می‌دهد بالاترین نیتروژن شاخساره (۱/۱۷۴ درصد) در تیمار نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد تلقیحی کود زیستی و کمترین مقدار آن (۰/۹۳۲ درصد) در تیمار نیتروژن صفر و کاربرد سرک کود زیستی به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد در سطح صفر نیتروژن،

www.SID.ir

Archive of SID

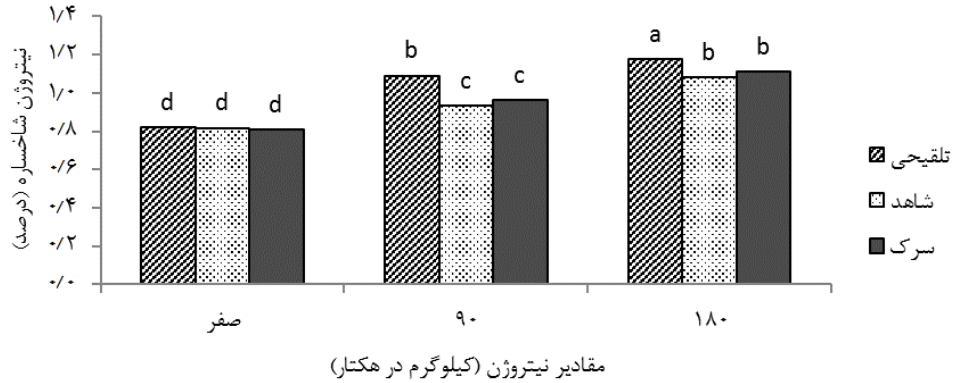
جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات علف هرز، سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ترتیکاله

تیمارها		ارتفاع نهایی (سانتی متر)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میانگین صفات اندازه گیری شده: تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین دانه (درصد)	نیتروژن شاخساره (درصد)
علف هرز	حضور علف هرز	۱۱۱/۹۷a†	۱۳۶۶۶/۶۶a	۵۰۲۸/۱۴a	۵۰/۲a	۳۰/۳۱a	۱۹/۲۲a	۰/۹۸۵a
	عدم حضور علف هرز	۱۱۰/۰۴a	۱۴۹۷۹/۶۳a	۵۲۱۷/۰۳a	۵۶/۴۹a	۳۰/۴۱a	۱۸/۹۴a	۰/۹۷a
سطوح نیتروژن	صفر	۱۰۲c	۱۱۹۰۰c	۴۴۵۱c	۴۵/۳۹c	۲۷/۴۸c	۱۳/۸۹c	۰/۹۶۵b
	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۱۱۳/۲b	۱۴۸۹۰b	۵۱۴۵b	۵۵b	۲۹/۲۱b	۲۰/۵۲b	۰/۹۸۸a
	۱۸۰ کیلوگرم در هکتار	۱۱۷/۹a	۱۶۱۸۰a	۵۷۷۲a	۵۹/۶۶a	۳۴/۴a	۲۲/۸۴a	۰/۹۷۷ab
روش‌های کاربرد کود	تلقیحی	۱۱۲/۳a	۱۴۷۵۰a	۵۲۸۵a	۵۶/۴۶a	۳۱/۵۵a	۱۹/۷a	۱/۰۲۸a
	عدم کاربرد (شاهد)	۱۱۱/۸a	۱۳۹۱۰b	۴۹۷۲b	۵۲/۵۳b	۲۹/۴۷b	۱۸/۸۴b	۰/۹۴۳b
	سرک	۱۰۸/۹b	۱۴۳۱۰ab	۵۱۱۱ab	۵۱/۰۶b	۳۰/۰۸b	۱۸/۷۱b	۰/۹۵۹b

† میانگین‌هایی با حروف مشترک، اختلاف معنی داری ندارند LSD (0.05)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. اثر متقابل سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر نیتروژن شاخساره تریتیکاله.
(حروف مشابه در ستون‌ها براساس آزمون LSD (۵ درصد) معنی‌دار نمی‌باشند).

کاربرد کود زیستی اثر مثبتی بر محتوای نیتروژن شاخساره ندارد و هنگامی‌که به‌همراه سطوح نیتروژن متوسط و بیشینه به‌کار می‌رود اثر معنی‌داری بر این صفت دارد (شکل ۱). میزان نیتروژن بر فعالیت ریزجانداران موجود در کودهای زیستی تأثیرگذار است (۱۳). آزادی و همکاران (۳) بیان کردند کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم فراهم نمود. آنها دلیل این امر را نیاز این باکتری‌ها به وجود عنصر نیتروژن در محیط غذایی جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن بیان کردند. بیاری و همکاران (۶) گزارش کردند که تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم) سبب افزایش معنی‌دار مقدار عناصر نیتروژن و فسفر گیاه در مقایسه با شاهد شد. علف های هرز تأثیری بر نیتروژن شاخساره تریتیکاله نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

محتوای پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر پروتئین دانه معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن بر پروتئین دانه نشان داد بیشترین میزان پروتئین دانه در سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۲۲/۸۴ درصد) و کمترین مقدار پروتئین دانه در سطح صفر کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۳/۸۹ درصد) بود (جدول ۲). هم‌چنین، در بین روش های کاربرد کود زیستی روش کاربرد تلقیحی کود زیستی با ۱۹/۷ درصد بیشترین و روش کاربرد سرک کود زیستی (۱۸/۷۱ درصد) کمترین پروتئین دانه را داشت (جدول ۲). کاربرد تلقیحی کود زیستی محتوای پروتئین دانه را ۴/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. یکی از عوامل مؤثر بر میزان پروتئین دانه میزان فراهمی عنصر نیتروژن در خاک است، به‌نحوی‌که مقدار گلوتن گندم که در کیفیت پخت نان مؤثر است تابعی از مقدار کل نیتروژن خاک و فراهمی این عنصر در محیط ریزوسفر می‌باشد (۲۴). در بیشتر پژوهش‌ها افزایش میزان کود نیتروژن موجب افزایش درصد پروتئین دانه شده است (۱۲) که با نتایج آزمایش حاضر هم‌خوانی دارد. کاربرد تلقیحی کود زیستی با مکانیزم‌های بیولوژیک تثبیتی تأثیر قابل توجهی بر افزایش و تداوم دسترسی عنصر نیتروژن برای گیاه در طول فصل رشد داشت. آلوده سازی بذر گندم با آزوسپیریلیوم اثر مثبت و معنی‌داری بر کیفیت و کمیت پروتئین دانه دارد (۱۷). علف‌های هرز تأثیری بر پروتئین دانه تریتیکاله نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). عملکرد بیولوژیک در سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۴۸۹۰ کیلوگرم در هکتار) و سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۱۶۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب ۲۵/۱ و ۳۵/۹ درصد نسبت به سطح صفر (۱۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت. روش های کاربرد کود زیستی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۱). عملکرد بیولوژیک در روش کاربرد تلقیحی کود زیستی (۱۴۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) ۶ درصد و در روش کاربرد سرک کود زیستی (۱۴۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) ۲/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد (۱۳۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش یافت. یوگو و همکاران (۳۳) در بررسی اثرات کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد تریتیکاله گزارش کردند، اثر کود نیتروژن بر عملکرد علوفه تر معنی دار بود و بیشترین عملکرد علوفه تر به‌مقدار ۴۳/۵ تن در هکتار از مصرف ۱۴۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک تریتیکاله در تیمارهای کاربرد کود زیستی می تواند ناشی از تثبیت نیتروژن و تولید مواد محرک رشد توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی باشد. در آزمایش حاضر کاربرد کود زیستی به روش تلقیحی پاسخ بهتری نسبت به روش سرک داشت. ابراهیم پور و همکاران (۹) در بررسی روش های مصرف کودهای بیولوژیک نشان دادند که بین روش های مختلف کاربرد کود بیولوژیک اختلاف معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک ذرت دانه‌ای مشاهده نشد، با این حال، کاربرد کود بیولوژیک به‌صورت بذرمال و بذرمال + آب آبیاری، نتایج مطلوب‌تری را نسبت به کاربرد کود بیولوژیک از طریق آب آبیاری به همراه داشت. علف های هرز تأثیری بر عملکرد بیولوژیک تریتیکاله نداشت، هم‌چنین اثر برهمکنش تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۱).

عملکرد دانه

نتایج آزمایش نشان داد سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه اثر معنی‌دار داشت ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار نیتروژن بیشینه به دست آمد (۵۷۷۲ کیلوگرم در هکتار) که نسبت به تیمار نیتروژن صفر (۴۴۵۱ کیلوگرم در هکتار) ۲۹/۶ درصد افزایش داشت، هم‌چنین در تیمار نیتروژن، متوسط عملکرد دانه، ۵۱۴۵ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار نیتروژن صفر، ۱۵/۵ درصد افزایش داشت. روش کاربرد کود زیستی بر عملکرد دانه معنی دار بود ($p < ۰/۰۵$) (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد دانه (۵۲۸۵ کیلوگرم در هکتار) در روش کاربرد تلقیحی کود زیستی به‌دست آمد که عملکرد دانه را ۵/۹ درصد افزایش داد. لستینگی و همکاران (۲۰) گزارش کردند عملکرد دانه تریتیکاله با کاربرد سطوح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به ترتیب، ۳/۵، ۴ و ۴/۱ تن در هکتار بود. طبق مشاهدات کومار و همکاران (۱۹) کاربرد ازتوباکتر نسبت به شاهد در گندم باعث ۱۲/۶ درصد افزایش در عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. براساس نتایج پژوهش‌های مختلف، مایه‌زنی با ازتوباکتر به‌طور متوسط افزایشی در حدود ۵۰ – ۱۰ درصد در عملکرد گیاهان مختلف، به‌ویژه غلات را به‌دنبال داشته است (۱۶). پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد دانه در روش های تغذیه تلفیقی و کاربرد کودهای بیولوژیک را ناشی از مطابقت زمانی و مکانی بیشتر نیتروژن قابل استفاده خاک با نیازهای گیاه می‌دانند (۲۳). در این آزمایش کاربرد کود زیستی به روش تلقیحی پاسخ بهتری نسبت به کاربرد سرک آن داشت، هرچند اختلاف آن با روش کاربرد سرک معنی دار نبود. در بررسی روش‌های مختلف کاربرد کود بیولوژیک اختلاف معنی داری بر عملکرد دانه ذرت دانه ای مشاهده نشد، با این حال، کاربرد کود بیولوژیک به‌صورت بذرمال و یا بذرمال + آب آبیاری، نتایج مطلوب‌تری را نسبت به کاربرد کود بیولوژیک از طریق آب آبیاری به همراه داشته است (۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس اثرات مقادیر نیترون و روش‌های کاربرد کود زیستی بر یولاف وحشی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		محتوای نیتروژن یولاف وحشی	زیست‌توده یولاف وحشی
تکرار	۲	۰/۱۴^{ns}	۳۰۴/۶۶^{ns}
مقدار نیتروژن	۲	۰/۸۷**	۳۳۲۹/۶۲**
روش کاربرد کود زیستی	۲	۰/۱۴^{ns}	۵۰/۵۲^{ns}
مقدار نیتروژن × کاربرد کود زیستی	۴	۰/۰۴^{ns}	۲۶/۵۵^{ns}
خطای کل	۱۶	۰/۰۴۷	۱۰۷/۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۵/۵۲	۲۸/۴۵

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطوح نیتروژن و روش‌های کاربرد کود زیستی بر یولاف وحشی

		میانگین تیمارها	
		محتوای نیتروژن یولاف وحشی	زیست‌توده یولاف وحشی
سطوح نیتروژن	صفر	۳/۶۵^{b}	۶/۳^{c}
	۹۰ کیلوگرم در هکتار	۳/۸۳^{b}	۱۹/۳۴^{b}
	۱۸۰ کیلوگرم در هکتار	۴/۲۶^{a}	۴۴/۱۷^{a}
روش‌های کاربرد کود زیستی	تلقیحی	۳/۷۸^{a}	۲۲/۶۵^{a}
	عدم کاربرد (شاهد)	۴/۰۴^{a}	۲۱/۲۸^{a}
	سرک	۳/۹۱^{a}	۲۵/۸۹^{a}

اعداد با حروف مشابه در هر ستون و در هر عامل آزمایشی اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD (0.05

حضور علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری بر عملکرد تریتیکاله نداشت، هم‌چنین برهمکنش تیمارها بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

محتوای نیتروژن یولاف وحشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح نیتروژن بر نیتروژن علف هرز معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۱$) (جدول ۳). با افزایش سطوح نیتروژن از ۹۰ به ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار میزان جذب نیتروژن یولاف وحشی به‌ترتیب ۴/۹ و ۱۶/۶ درصد افزایش یافت (جدول ۴). کود نیتروژن وزن خشک و محتوای نیتروژن خردل وحشی رشد یافته با گندم و ترتیکاله را نسبت به شاهد (نیتروژن صفر) افزایش داد (۸). اثر کودهای زیستی و برهمکنش تیمارها بر محتوای نیتروژن یولاف وحشی معنی‌دار نبود (جدول ۳).

زیست‌توده یولاف وحشی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بیشترین (۴۴/۱۷ گرم) و کمترین زیست‌توده یولاف وحشی، به‌ترتیب در تیمارهای ۱۸۰ و صفر کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴). در آزمایش چمنی‌اصغری و همکاران (۷) اثر متقابل فاکتورهای مورد آزمایش بر زیست‌توده یولاف وحشی نشان داد که در همه تراکم‌های یولاف وحشی با افزایش سطوح نیتروژن، زیست‌توده

www.SID.ir

Archive of SID

نسبی یولاف وحشی افزایش یافت. اثر کودهای زیستی و برهمکنش تیمارها بر زیست‌توده یولاف وحشی معنی‌دار نبود (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، برتری کاربرد تلقیحی (بذرمال) به‌دلیل ارتباط نزدیک باکتری‌های کود زیستی با ریزوسفر گیاه، که موجب جذب متعادل عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه می‌شود، نشان داده شد. انجام فرآیند تثبیت زیستی نیتروژن و افزایش جذب آب و عناصر غذایی به دلیل توسعه بیشتر ریشه ها، ناشی از سازوکارهای مختلف باکتری کود زیستی است و این کود را به‌عنوان مکملی در جهت کاهش مصرف کود شیمیایی مطرح می‌کند. گیاه زراعی تریتیکاله از قدرت رقابتی خوبی برخوردار است و مانع اثرگذاری تراکم یولاف وحشی، به‌عنوان علف هرز غالب، بر عملکرد دانه می‌شود. کاربرد تلقیحی کود زیستی می‌تواند به‌عنوان راه‌کاری اجرایی در کوددهی مزارع تریتیکاله در شرایط جنوب ایران مطرح شود.

منابع مورد استفاده

1. Ammar, K., M. Mergoum and S. Rajaram. 2004. The history and evolution of triticale. pp. 1-48. *In*: M. Mergoum, et al (Eds.) Triticale Improvement and Production. FAO. Mexico.
2. Angonin, C., J. P. Caussanel and J. M. Meynard. 1996. Competition between winter wheat and *Veronica hederifolia*: influence of weed density and the amount and timing of nitrogen application. *Weed Research* 36: 175-187.
3. Azadi, S., A. Siadat, R. Naseri, A. Soleimanifard and E. Mirzaei. 2013. Application of biological and nitrogen fertilizer in durum wheat. *Journal of Crop Ecophysiology* 2: 129-146. (In Farsi).
4. Bahari Saravi, S. H. and H. Pirdashti. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and phosphate solubilizing microorganism (PSM) on yield and yield components of wheat (cv. N80) under different nitrogen and phosphorous fertilizers levels in greenhouse condition. *Journal of Iranian Field Crop Research* 10: 681-689. (In Farsi).
5. Barik, A. K. and A. Goswami. 2003. Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat. *Indian Journal of Agronomy* 48: 100-102.
6. Biyari, A., A. Gholami and H. Asadi Rahmani. 2008. Sustainable production and improved nutrient uptake by maize in response to the inoculated seed with promoting rhizobacteria. *In:* Proceeding of the *Second National Conference on Ecological Agriculture*. Gorgan. pp. 8. (In Farsi).
7. Chamani Asghari T., S. Mahmoodi, M. H. Rashed Mohassel and G. R. Zamani. 2011. Effect of nitrogen on competition between wild oat (*Avena fatua* L.) and wheat at vegetative growth stage. *Journal of Iranian Field Crop Research* 9: 131-138. (In Farsi).
8. Dhima, K. and I. Eleftherohorinos. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191: 241-248.
9. Ebrahimpour, F., KH. Eidizadeh, A. Mahdavi Damghani and M. Rezvani. 2012. Effects of biofertilizer application method with integrated chemical fertilizers on maize production and some chemical characteristics of soil. *Journal of Iranian Field Crop Research* 10: 240-248. (In Farsi).
10. Emam, Y. 2012. Cereal Production, 4th Ed. Shiraz University Press, Shiraz. (In Farsi).
11. Emam, Y. and H. Pirasteh-Anosheh. 2014. Field and Laboratory Techniques in Crop Sciences. Jihad-Daneshgahi of Mashhad Press, Mashhad. (In Farsi).
12. Fowler, D. B. 2003. Crop nitrogen demand and grain protein concentration of spring and winter wheat. *Agronomy Journal* 95: 260-265.
13. Jahan, M., M. B. Amiri, F. Dehghani Pour and M. K. Tahhami. 2012. The effect of biofertilizers and winter cover crops on essential oil production and some agroecological characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research* 10: 751-763. (In Farsi).
14. Jonsgard, B., K. Rasmussen, J. Hill and J. L. Christlansen. 1996. Influence of nitrogen on competition between cereals and their natural weed population. *Weed Research* 36: 461-470.
15. Kader M. A., M. H. Main and M. S. Hoque. 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Online Journal of Biological Sciences* 2: 259-261.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Kanaani Alvar, A., Y. Raei, S. Z. Salmasi and S. Nasrollahzadeh. Study the effects of biological and nitrogen fertilizers on yield and some morphological traits of two spring barley varieties under rainfed conditions. *Iranian Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 23: 19-29. (In Farsi).
17. Kandil A. A., N. H. El-Hindi, M. A. Badawi, S. A. El-Morarsy and F. A. H. M. Kalboush. 2011. Response of Wheat to rates of nitrogen, biofertilizers and land leveling. *Crop and Environment* 2: 46-51.
18. Karimipashaky, SH., M. J. Mirhadi, A. Shahdi and M. Rabiiee. 2013. A study on the effects of nitrogen and phosphorus fertilizers levels on the morphological characteristics, qualitative and quantitative yield of triticale in Rasht, Iran. *Crop Production in Environmental Stress* 4: 13-25. (In Farsi).
19. Kumar, V., R. K. Behl and N. Narula. 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizospher and their effect on wheat under greenhouse conditions. Department of Microbiology, CCS Haryana Agricultural University, *Hysar Microbiol Research* 156: 87-93.
20. Lestingi, A., F. Bovera, D. De Giorgio, D. Ventrella and A. Tateo. 2010. Effects of tillage and nitrogen fertilization on triticale grain yield, chemical composition and nutritive value. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 2440-2446. (In Farsi).
21. Maleki, A., A. Bazdar, Y. Lotfi and A. Tahmasebi. 2010. Effect of azotobacter and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components in wheat varieties. *Journal of Crop and Weed Ecophysiology* 4: 121-132. (In Farsi).
22. Mohajermilani, P. and M. Kalhor. 2009. Effect of inoculant azotobacter and azospirillum on wheat and barley. *In:* Proceeding of the 10th Soil Science Congress of Iran. Karaj. (In Farsi).
23. Mooleki S. P., J. J. Schoenau, J. L. Chales and G. Wen. 2004. Effect of rate, frequency and incorporation of freedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east central Saskachwan. *Canadian Journal of Soil Science* 84: 199-210.
24. Mostajeran, A., R. Amooaghaei and G. Emtiazi. 2006. The effect of *Azospirillum brasilense* and pH of irrigation water on yield, protein content and sedimentation rate of protein in different wheat cultivars. *Iranian Journal of Biology* 18: 248-260. (In Farsi).
25. Naderi, R. and H. Ghadiri. 2011. Competition of wild mustard (*Sinapis arvense* L.) densities with rapeseed (*Brassica napus* L.) under different levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Technology* 13: 45-51.
26. Rahimian, H. and V. Shariati. 2009. Modeling Competition of Weeds and Crops. Publication of Agricultural Education, Mashhad. (In Farsi).
27. Saber, Z., H. Pirdashti, M. A. Esmaeili and A. Abbasian. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria, nitrogen and phosphorus on relative agronomic efficiency of fertilizers, growth parameters and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar N-80-19 in Sari. *Agroecology* 5: 39-49. (In Farsi).
28. Sharma, A. K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. *Arobios, India Sciences* 6: 344-358.
29. Singh, J. S., V. C. Pandey and D. P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development; A Review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140: 339-353.
30. Upadhyaya, M. K. and R. E. Blackshaw. 2007. Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology. CABI Publishing Series, UK.
31. Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.
32. Yin, L., Z. Cai, and W. Zhong. 2005. Changes in weed composition of winter wheat crops due to long-term fertilization. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 181-186.
33. Yu-guo, Z., D. Zaho-rong, C. Li Xia-Ling, S. He. 2006. Effects of nitrogen application on growth and forage yield of triticale regrowth. *Journal of Anhui Agriculture University* 3: 35-39.

www.SID.ir