



بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در استفاده از کمپوست قارچ، کود بیولوژیک و اوره در گندم (*Triticum aestivum* L.)

سید محمد سیدی^۱ و پرویز رضوانی مقدم^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۴/۰۳

چکیده

افزایش کارایی مصرف نیتروژن نقش مهمی در توسعه کشاورزی پایدار ایفا می کند. به منظور بررسی اثرات سطوح کمپوست قارچ و منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی گلدانی در فضای آزاد، با ۱۸ تیمار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایش ترکیبی از شش سطح کمپوست قارچ (صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ تن در هکتار) و سه منبع نیتروژن (کود شیمیایی اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کود بیولوژیک نیتروکسین (شامل ازتوباکتر و آزوسپیریولوم) و شاهد بودند. نتایج نشان داد که وزن خشک، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه با افزایش سطوح کمپوست قارچ افزایش یافت. وزن دانه در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه در تیمار ۸۰ تن کود کمپوست قارچ در مقایسه با شاهد (بدون هیچگونه کودی) به ترتیب از یک افزایش ۴/۷۰، ۲/۹۸ و ۱/۵۶ برابری برخوردار بود، در حالیکه شاخص برداشت و کارایی مصرف نیتروژن با افزایش این سطوح کاهش یافت. همچنین نتایج آزمایش حاکی از اثرات معنی‌دار کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین بر صفات ذکر شده بود. با این وجود نتایج آزمایش این نکته را مورد تأکید قرار داد که در شرایط نبود یا کمبود مواد آلی در خاک، نیتروکسین ممکن است کود بیولوژیک مناسبی جهت تولید گندم نباشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، کود آلی، کود بیولوژیک نیتروکسین، کود شیمیایی

مقدمه

کردند. از اینرو با توجه به نقش ویژه این عنصر در اکثر فرآیندهای متابولیسم گیاه و نیز با توجه به این که میزان جذب و تخصیص این عنصر بطور عمده توسط عرضه و تقاضای آن در طول مراحل مختلف رشد تعیین می‌شود، میزان نیتروژن خاک باید در طی مراحل پنجه‌زنی، طویل شدن ساقه، تورم برگ پرچمی، سنبله‌دهی و سرانجام در مرحله پرشدن دانه کافی باشد تا در نهایت منجر به تجمع سطح بالایی از پروتئین در دانه شود (Delegu et al., 1998).

افزایش عملکرد ارقام گندم‌های امروزی نیازمند کاربرد زیاد نهاده‌هایی مانند کودهای شیمیایی است که ممکن است منجر به افزایش هزینه‌های تولید بویژه در سیستم‌های فشرده امروزی شود (Guarda et al., 2004). از سوی دیگر، بطور کلی کشاورزان در تولید محصولات زراعی اغلب جهت کسب حداکثر عملکرد، کود نیتروژن را بیش از مقدار توصیه شده به کار می‌برند (Zheng et al., 2007). در کنار افزایش هزینه‌های تولید، آلودگی آب‌ها و محیط زیست که در نتیجه کاربرد زیاد نیتروژن ایجاد می‌شود، منجر به بروز نگرانی‌های جدی در بین دانشمندان شده است (Zheng et al.,

نیتروژن یکی از عناصر اصلی و مهم در افزایش عملکرد پایدار در غلات است (Delegu et al., 1998). به طوریکه کاربرد مقدار مناسب این عنصر جهت افزایش عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) ضروری می‌باشد (Hussain et al., 2006; Hartemink et al., 2000). بهار و همکاران (Behera et al., 2000) با اشاره به نقش ویژه نیتروژن در بهبود عملکرد کمی گندم (*Triticum aestivum* L.) بیان کردند که این عنصر با تأثیر مثبت بر میزان پروتئین دانه، نقش ویژه‌ای در بهبود عملکرد کیفی گندم ایفاء می‌کند. اختر و همکاران (Akhtar et al., 2000) نیز به نقش کود شیمیایی اوره در افزایش معنی‌دار تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و نیز کل محتوی نیتروژن در دانه گندم اشاره

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(E-mail: rezvani@um.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

(Goswami, 2003) نیز بیان کردند که تلقیح بذره‌های گندم با ازتوباکتر و آزوسپیریوم با تأثیر مثبتی که بر تعداد و عملکرد دانه دارد، می‌تواند در نهایت منجر به کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در تولید گندم شود. ازتوباکتر و آزوسپیریوم می‌توانند در قالب کود بیولوژیک نیتروکسین که از جمله کودهای بیولوژیک حاوی فعال‌ترین سوش‌ها از این باکتری‌ها در کشور می‌باشد، مورد استفاده قرار گیرند (Fallahi et al., 2009). در این راستا فلاحی و همکاران (Fallahi et al., 2009) به نقش مؤثر اعمال این کود بیولوژیک در افزایش معنی دار تعداد شاخه اصلی و نیز عملکرد بذر در بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) اشاره کردند.

اصلاح‌کننده‌های آلی نیز به عنوان یکی از راه‌های تأمین نیتروژن و جایگزینی برای کودهای شیمیایی شناخته می‌شوند (Rodriguez et al., 2006). با توجه به حجم بالای ضایعات و پسماندهای بستر پرورش قارچ، کمپوست قارچ می‌تواند به عنوان کود آلی مورد استفاده قرار گیرد (Özguven, 1998). کمپوست قارچ یکی از فرآورده‌های جانبی صنعت تولید قارچ‌های خوراکی است که به بقایای باقیمانده بستر پرورش قارچ اطلاق می‌شود کمپوست قارچ می‌تواند به عنوان یکی از اصلاح‌کننده‌های آلی با کیفیت، نقش مؤثری در افزایش پایداری سیستم‌های زراعی داشته باشد (Fidanza et al., 2010; Frutos et al., 2010). با توجه به اینکه در مقیاس صنعتی به هنگام آماده سازی بستر قارچ خوراکی، کود مرغی، کاه و گچ مورد استفاده قرار می‌گیرد (Adams & Frostick, 2008)، باقیمانده این ترکیبات در بستر کشت می‌تواند در قالب کمپوست قارچ مورد استفاده قرار گیرد. در این ارتباط اوزگون (Özguven 1998) با اشاره به نقش مؤثر کمپوست قارچ در بهبود عملکرد توت فرنگی (*Fragaria vesca* L.) گزارش کرد که استفاده از این کود می‌تواند در بهبود پایداری تولید نقش مؤثری را ایفاء کند. فروتوس و همکاران (Frutos et al., 2010) نیز ضمن اشاره به اثرات مثبت کود بستر قارچ در بهبود خصوصیات خاک‌های آلوده به عناصر سنگین، گزارش دادند که این کود می‌تواند نقش مؤثری در بهبود رشد رویشی و نیز رشد اندام‌های زیر زمینی در گیاه آتریپلکس (*Atriplex halimus* L.) داشته باشد.

بر این اساس با توجه به اهمیت نیتروژن در بهبود خصوصیات کمی گندم، و نیز با توجه به این که منابع آلی، شیمیایی و یا بیولوژیک نیتروژن می‌توانند بر کارایی مصرف نیتروژن تأثیرات متفاوتی داشته باشند (Elwan & Abd El-Hamed, 2011). این آزمایش به منظور بررسی اثرات سطوح کمپوست قارچ و منابع شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و نیز بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم انجام شد.

(Guarda et al., 2004; 2007). بر این اساس، مدیریت صحیح این عنصر به علت محدودیت منابع آن و نیز به علت گران بودن آن به عنوان یک نهاده ورودی در کشاورزی، یکی از عوامل بسیار مهم در موفقیت سیستم‌های تولید گیاه زراعی و نیز سیستم‌های مدیریت خاک می‌باشد (Ankuma et al., 2003).

جهت کاهش آلودگی‌های محیطی و نیز کاهش در استفاده بیش از حد از منابع غیرقابل تجدید که در تولید کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بکارگیری منابعی از نیتروژن مانند کودهای بیولوژیکی که برگرفته شده از محیط زیست می‌باشند، به عنوان یکی از راه‌های قابل جایگزین شناخته می‌شوند. بطور کلی کودهای زیستی فرآورده‌های حاوی انواع مختلفی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که می‌توانند از طریق فرآیندهای بیولوژیکی مختلف، عناصر غذایی را از فرم غیرقابل جذب برای گیاه به فرم قابل جذب تبدیل کنند. ازتوباکتر (*Azotobacter* sp.) و آزوسپیریوم (*Azospirillum* sp.) از جمله این میکروارگانیسم‌ها بوده که در ارتباط با ریزوسفر گیاه اثرات مفیدی را بر رشد گیاه باعث می‌شوند (Kizilkaya, 2008). ازتوباکتر به عنوان باکتری هوازی و آزادزی در خاک شناخته می‌شود که بطور غالب در خاک‌ها یافت می‌شود. کومار و همکاران (Kumar et al., 2006) اثرات مثبت ازتوباکتر در بهبود رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و نیز جذب نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.) را در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده کردند. نارولا و همکاران (Narula et al., 2000) گزارش کردند که تحت شرایط گلخانه‌ای، نژادهایی از ازتوباکتر منجر به افزایش تولید زیست توده ریشه و نیز افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گندم شدند. کومار و نارولا (Kumar & Narula, 1999) گزارش کردند که ازتوباکتر در ناحیه ریزوسفر گندم می‌تواند نقش مؤثری در حل کردن فسفات و تولید هورمون ایندول استیک اسید داشته باشد. آزوسپیریوم نیز که همانند ازتوباکتر به عنوان یک دیازوتروف فیزیولوژیکی و هوازی شناخته می‌شود، می‌تواند علاوه بر تثبیت نیتروژن، هورمون‌های تحریک کننده رشد مانند جبریلین و اکسین را تولید کند. ازتورک و همکاران (Ozturk et al., 2003) گزارش کردند که تلقیح بذره‌های گندم با آزوسپیریوم به طور معنی‌داری منجر به افزایش تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و محتوای پروتئین شد. دی‌فریتاس (De Freitas, 2000) گزارش کرد که تلقیح بذره‌های گندم با آزوسپیریوم منجر به افزایش میزان نیتروژن در بافت‌های ساقه این گیاه شد. جهان و همکاران (Jahan et al., 2009) با مطالعه اثرات کودهای زیستی در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک در ذرت (*Zea mays* L.) خاطر نشان کردند که ترکیب نظام‌های کم نهاده و اکولوژیک و تلقیح توأم میکوریزا و باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن شامل ازتوباکتر و آزوسپیریوم می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی و نظام‌های پرنهاده باشد. بریک و گوسوامی (Barik &

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۸ تیمار بصورت آزمایش گلدانی در فضای آزاد در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش ترکیبی از شش سطح کمپوست قارچ (صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۶۰ تن در هکتار) و سه منبع نیتروژن (کود شیمیایی اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، کود بیولوژیک نیتروکسین (شامل ازتوباکتر و آزوسپیریولوم) و شاهد (بدون مصرف کود)) بودند.

بذر گندم مورد استفاده جهت انجام این آزمایش رقم اصلاح شده C-83-7 بود. کاشت بذر در اوایل آبان ماه انجام شد. اعمال کمپوست قارچ در تمامی سطوح، کود اوره و نیز کود نیتروکسین در همه تیمارها بر اساس واحد سطح گلدان (قطر و ارتفاع هر گلدان به ترتیب ۲۰ و ۱۶ سانتی‌متر) انجام شد. کمپوست قارچ در تمامی سطوح قبل از کاشت و کود اوره در سه مرحله (همزمان با کاشت، مرحله پنجه‌زنی و مرحله به ساقه رفتن) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلدان‌های مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است. اعمال کود نیتروکسین نیز در سه مرحله بصورت تلقیح با بذور قبل از کاشت (چهار لیتر در هکتار) و اعمال بصورت سرک در مراحل پنجه‌زنی و به ساقه رفتن (پنج لیتر در هکتار) و همزمان با اعمال کود اوره انجام شد. تراکم مطلوب و نهایی گندم بر اساس شش بوته در هر گلدان تعیین شد. آبیاری بر اساس خشک شدن نسبی لایه سطحی خاک برای همه گلدان‌ها به طور همزمان انجام شد.

عملیات برداشت با زرد شدن کامل سنبله‌ها در اوایل خرداد ماه انجام و سپس به طور جداگانه برای هر تیمار، ارتفاع، وزن خشک ساقه، برگ و سنبله در بوته، تعداد پنجه بارور و نابارور در بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد و وزن دانه در سنبله و در بوته، وزن هزار دانه، شاخص برداشت (بر اساس نسبت بین وزن دانه به وزن خشک زیست توده گیاه شامل سنبله و ساقه و برگ) و در نهایت کارایی مصرف نیتروژن محاسبه گردید. بر این اساس مدت زمان انجام این آزمایش (از کاشت تا برداشت) معادل هفت ماه بود.

جهت محاسبه کارایی مصرف نیتروژن از معادله ۱ استفاده شد (Parsa et al., 2010)

معادله (۱)

$$\text{عملکرد دانه (گرم در متر مربع)} = \frac{\text{کارایی مصرف نیتروژن (گرم بذر بر گرم نیتروژن)}}{\text{محتوی نیتروژن خاک (گرم در مترمربع)}}$$

به منظور تعیین وزن خشک اندام‌های گندم به طور جداگانه برای هر تیمار، پس از ثابت شدن وزن نمونه‌ها (قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد) از ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. به منظور اندازه‌گیری ارتفاع و نیز طول سنبله در

هر بوته از خط کش میلی‌متری استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست قارچ و خاک گلدان‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of mushroom compost and pots soil used in experiment

شاخص‌ها Properties	خاک Soil	کمپوست قارچ Mushroom compost
نیتروژن (%) N (%)	0.08	1.70
فسفر (ppm) P (ppm)	12.18	-
پتاسیم (ppm) K (ppm)	125.56	-
کربن آلی (%) Organic carbon (%)	0.09	19.50
اسیدیته pH	8.16	7.20
هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی‌متر) Electrical conductivity (dS.m ⁻¹)	1.86	-
بافت Texture	سیلتی لوم Silt-loam	-
نسبت کربن به نیتروژن C/N	-	11.50

محتوی نیتروژن خاک بطور جداگانه برای هر تیمار بر اساس نیتروژن اعمال شده توسط سطوح کمپوست قارچ (محتوی نیتروژن معادل ۱/۷ درصد نسبت به وزن تر) و کود شیمیایی اوره (محتوی نیتروژن معادل ۴۶ درصد) به همراه نیتروژن اولیه خاک (محتوی نیتروژن معادل ۰/۰۸ درصد) تعیین شد. نتایج برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست قارچ نیز در جدول ۱ آمده است. جهت تعیین درصد نیتروژن موجود در خاک و نیز کمپوست قارچ از دستگاه میکرو کجلدال استفاده شد. در طول مراحل انجام این آزمایش از هیچ‌گونه علف‌کش و آفت‌کش استفاده نشد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم افزار SAS-9.1 و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام گرفت. میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن خشک ساقه، برگ و سنبله

بطور کلی در تیمارهای مربوط به کود بیولوژیک و اوره با افزایش سطوح کمپوست قارچ، وزن ساقه و برگ گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). سینگ و آگاروال (Singh & Agarwal,

نیز با وجود آنکه سطوح صفر تا ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، اثر معنی‌داری بر افزایش وزن سنبله در پی داشتند، سطوح ۸۰ و ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ در مقایسه با سطوح مشابه کمپوست قارچ در تیمار شاهد، تأثیر معنی‌داری را در افزایش وزن سنبله ایجاد نکردند. در این راستا، ازتورک و همکاران (Ozturk et al., 2003) بیان کردند که افزایش میزان نیتروژن در خاک با تأثیر منفی بر فعالیت آزوسپیریوم می‌تواند سبب کاهش اثرات مفید این باکتری بر عملکرد گندم شود. به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای زیستی در سیستم‌های رایج فاقد کارایی بوده و تنها در سیستم‌های کم‌نهاده ممکن است تأثیرگذار باشد (Ozturk et al., 2003).

ارتفاع بوته و سنبله

بطور کلی با افزایش میزان سطوح کمپوست قارچ، ارتفاع بوته و طول سنبله گندم در هر سه سری تیمار مربوط به منابع مختلف نیتروژن به طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۴). سینگ و آگاروال (Singh & Agarwal, 2001) گزارش کردند که افزایش تدریجی سطوح کود حاصل از بستر گاوی تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته گندم داشت. حسین و همکاران (Hussain et al., 2006) نیز افزایش معنی‌دار سطوح نیتروژن را بر ارتفاع بوته گندم گزارش کردند. در بین تیمارهای آزمایش نیز بیشترین ارتفاع بوته و طول سنبله گندم (به ترتیب معادل ۶۴/۲ و ۹ سانتی‌متر) در تیمار کود اوره + ۱۶۰ تن کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۴). نتایج آزمایش همچنین حاکی از اثرات معنی‌دار کود نیتروکسین در افزایش این دو شاخص بود (جدول ۴). بریک و گوسوامی (Barik & Goswami, 2003) نیز گزارش کردند که تلقیح بذره‌های گندم با آزوسپیریوم تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته و طول سنبله گندم داشت. با وجود اثر معنی‌دار نیتروکسین + اعمال کمپوست قارچ در افزایش ارتفاع بوته و طول سنبله نسبت به تیمار شاهد، تیمار نیتروکسین + صفر تن در هکتار کمپوست قارچ در مقایسه با تیمار شاهد (بدون هیچگونه کودی)، اثر معنی‌داری را در افزایش این دو صفت نشان نداد (جدول ۳). همچنین با وجود نقش مؤثر نیتروکسین در سطح ۱۰ تن در هکتار کمپوست قارچ، سایر سطوح این کود (نیتروکسین + ۲۰ تا نیتروکسین + ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ) در مقایسه با سطوح مشابه کمپوست قارچ در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری با سطوح مشابه کمپوست قارچ در تیمار شاهد بودند. کومار و همکاران (Kumar et al., 2001) نیز در دو آزمایش جداگانه در شرایط گلخانه و مزرعه گزارش کردند که نژادهایی از ازتوباکتری می‌توانند بطوری مؤثر منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و در نتیجه عملکرد دانه در گندم شوند. از سویی با افزایش سطوح کمپوست قارچ به بیش از ۲۰ تن در هکتار، تلقیح بذره‌های گندم با کود نیتروکسین در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، تأثیری در افزایش وزن سنبله نداشت. در تیمارهای مربوط به کود اوره

(2001) نیز گزارش کردند که افزایش تدریجی کود حاصل از بستر گاوی اثر معنی‌داری را بر تجمع ماده خشک و نیز عملکرد بیولوژیک گندم باعث شد. در بین تیمارهای آزمایش، بیشترین وزن خشک ساقه و برگ در بوته، در تیمار کود اوره + ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد. بطوریکه اعمال این تیمار وزن خشک ساقه و برگ را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۸۴/۱ و ۸۸ درصد افزایش داد. با توجه به نقش نیتروژن در تحریک و افزایش رشد رویشی، افزایش رشد ساقه و برگ در بوته که نشان‌دهنده تحریک رشد رویشی می‌باشد را می‌توان به افزایش میزان جذب نیتروژن نسبت داد. نتایج آزمایش همچنین حاکی از اثرات معنی‌دار کود اوره و کود نیتروکسین بر صفات ذکر شده بود (جدول ۳). بریک و گوسوامی (Barik & Goswami, 2003) گزارش کردند که تلقیح بذره‌های گندم با ازتوباکتر و آزوسپیریوم منجر به افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ در گندم شد. دی فریتاس (De Freitas, 2000) نیز بیان کرد که تلقیح بذره‌های گندم با ریزوباکتری‌هایی مانند ازتوباکتر و آزوسپیریوم منجر به افزایش وزن خشک ساقه و نیز وزن خشک کل گیاه شد. با این وجود، در تیمارهای مربوط به کود نیتروکسین، تیمار نیتروکسین + صفر تن در هکتار کمپوست قارچ در مقایسه تیمار شاهد منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه نشد. همچنین در تیمارهای مربوط به کود نیتروکسین، اثر سطوح صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار در مقایسه با سطوح مشابه کمپوست قارچ در تیمار شاهد نیز اثری در افزایش وزن خشک برگ نداشت. علت این امر ممکن است به دلیل عدم وجود یا تأمین ناکافی مواد آلی جهت تأمین انرژی مورد نیاز برای باکتری‌های آزادی ازتوباکتر و آزوسپیریوم موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین باشد.

همانند وزن خشک ساقه و برگ، وزن خشک سنبله در بوته گندم نیز با افزایش سطوح کمپوست قارچ رو به افزایش گذاشت (جدول ۳). بطوریکه همانند وزن خشک ساقه و برگ، در هر سه سری تیمار شاهد، کود اوره و کود نیتروکسین، کمترین و بیشترین وزن خشک سنبله به ترتیب در سطوح صفر و ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (جدول ۳). با وجود عدم اثرات معنی‌دار تیمار نیتروکسین + صفر تن کمپوست قارچ در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای نیتروکسین + ۱۰ و نیتروکسین + ۲۰ تن در هکتار کمپوست قارچ دارای تفاوت معنی‌داری با سطوح مشابه کمپوست قارچ در تیمار شاهد بودند. کومار و همکاران (Kumar et al., 2001) نیز در دو آزمایش جداگانه در شرایط گلخانه و مزرعه گزارش کردند که نژادهایی از ازتوباکتری می‌توانند بطوری مؤثر منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و در نتیجه عملکرد دانه در گندم شوند. از سویی با افزایش سطوح کمپوست قارچ به بیش از ۲۰ تن در هکتار، تلقیح بذره‌های گندم با کود نیتروکسین در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، تأثیری در افزایش وزن سنبله نداشت. در تیمارهای مربوط به کود اوره

جدول ۲ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های در گندم در نتیجه اعمال تیمارهای مورد مطالعه
Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of measured characters of wheat affected by different fertilizer treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن ساقه در بوته Stem weight per plant	وزن برگ در بوته Leaf weight per plant	وزن سنبله در بوته Grain weight per plant	ارتفاع بوته Plant height	طول سنبله Spike length	تعداد پنجه بارور در بوته No. of fertile tiller per plant	تعداد پنجه تایارور در بوته No. of infertile tiller per plant
بلوک Block	2	0.0056 ns	0.0045 ns	1.951 ns	3.81 ns	2.649 ns	0.0009 ns	0.1076 ns
تیمار Treatment	17	0.5362**	0.2064**	11.256**	202.74**	5.822**	0.0037 ns	1.5544**
خطا Error	34	0.0117	0.0025	2.484	7.92	0.391	0.0014	0.1497
ضرب تغییرات (%) C.V (%)	-	12.05	10.28	8.87	5.26	9.04	3.61	20.27

ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار و معنی داری در سطح یک درصد می‌باشد.
ns and ** are non-significant and significant at $\alpha=0.01$, respectively.

جدول ۲ (ادامه) - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های در گندم در نتیجه اعمال تیمارهای مورد مطالعه
Table 2 (continued) - Analysis of variance (mean of squares) of measured characters of wheat affected by different fertilizer treatments

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد سنبله در سنبله No. of spikelet per spike	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	تعداد دانه در بوته No. of grain per plant	وزن دانه در سنبله Grain weight per spike	وزن دانه در بوته Grain weight per plant	وزن دانه 1000-grain weight	شاخص برداشت Harvest index	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency
بلوک Block	2	2.3572 ns	9.8422 ns	2.0007 ns	0.0015 ns	0.0069 ns	10.735 ns	28.114 ns	0.008 ns
تیمار Treatment	17	55.0200**	103.3266**	176.0013	0.1417**	0.2121**	60.718**	103.713**	0.560**
خطا Error	34	1.3982	6.6647	8.0250	0.0046	0.0036	6.321	7.792	0.011
ضرب تغییرات (%) C.V (%)	-	4.14	9.93	9.91	9.77	7.89	9.63	9.36	8.66

ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار و معنی داری در سطح یک درصد می‌باشد.
ns and ** are non-significant and significant at $\alpha=0.01$, respectively.

جدول ۳- اثرات سطوح کمپوست قارچ و منابع مختلف نیتروژن (شاهد، کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین) بر وزن خشک اندام‌های هوایی مختلف گندم

Table 3- Effects of mushroom compost levels and different sources of nitrogen (control, urea fertilizer and nitroxin biofertilizer) on dry matter of wheat shoots

تیمار Treatment	ساقه Stem		برگ Leaf		سنبله Spike	
	وزن (گرم) Weight (g)	درصد (%)	وزن (گرم) Weight (g)	درصد (%)	وزن (گرم) Weight (g)	درصد (%)
Control + M.C ₀	0.25h*	32.17	0.12i	16.83	0.40i	51.00
// + M.C ₁₀	0.44gh	36.57	0.26h	21.80	0.50i	41.63
// + M.C ₂₀	0.62efg	34.37	0.30gh	16.83	0.89gh	48.80
// + M.C ₄₀	0.68ef	31.27	0.38fg	17.37	1.12ef	51.40
// + M.C ₈₀	1.11c	28.93	0.70d	18.37	2.02bc	52.70
// + M.C ₁₆₀	1.41ab	31.47	0.83b	18.50	2.25a	50.03
Urea ₁₅₀ + M.C ₀	0.49fg	30.60	0.27h	16.77	0.83h	52.60
// + M.C ₁₀	0.64ef	30.80	0.31gh	15.00	1.11ef	54.20
// + M.C ₂₀	0.82de	32.40	0.40ef	15.83	1.28e	51.70
// + M.C ₄₀	1.33b	38.20	0.65d	18.63	1.50d	43.17
// + M.C ₈₀	1.40ab	32.07	0.82b	18.70	2.15ab	49.27
// + M.C ₁₆₀	1.57a	32.80	1.00a	20.83	2.23a	46.43
Nitroxin + M.C ₀	0.28h	30.33	0.17i	19.07	0.46i	50.63
// + M.C ₁₀	0.77de	37.17	0.29gh	14.00	1.01fg	48.83
// + M.C ₂₀	0.81de	34.50	0.37fg	15.93	1.17ef	49.57
// + M.C ₄₀	0.90d	34.93	0.48e	18.40	1.20e	46.63
// + M.C ₈₀	1.14c	30.10	0.72cd	19.13	1.90c	50.07
// + M.C ₁₆₀	1.15ab	34.40	0.80bc	18.10	2.09ab	47.53

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

M.C: کمپوست قارچ

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test. M.C: Musroom compost

تعداد پنجه بارور و نابارور در بوته

نتایج آزمایش حاکی از عدم اثرات معنی‌دار تیمارهای کودی بر تعداد پنجه بارور در گندم بود (جدول ۴). با این وجود، سینگ و آگاروال (Singh & Agarwal, 2001) گزارش کردند که افزایش تدریجی سطوح کود حاصل از بستر گاوی منجر به افزایش پنجه‌های بارور شد. به نظر می‌رسد که تعداد پنجه‌های بارور در گندم تحت تأثیر ژنوتیپ رقم نیز می‌باشد.

با وجود عدم معنی‌دار شدن تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته گندم در نتیجه اعمال سطوح کمپوست قارچ، اثر این سطوح کودی در افزایش تعداد پنجه‌های نابارور در بوته گندم معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین مقایسه تعداد پنجه‌های نابارور در هر بوته گندم در هر سه منبع مختلف نیتروژن (شاهد، کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین) حاکی از آن بود که با وجود اثر معنی‌دار کود اوره در افزایش تعداد پنجه‌های نابارور، استفاده از کود نیتروکسین تأثیری در افزایش تعداد پنجه‌های نابارور در بوته گندم نداشت.

تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و در بوته

تعداد سنبلچه در سنبله گندم تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. بطوریکه تمامی تیمارهای آزمایش منجر به افزایش معنی‌دار این شاخص در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۴). همچنین با افزایش سطوح کمپوست قارچ، تعداد دانه در سنبله و نیز در بوته گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). سینگ و آگاروال (Singh & Agarwal, 2001) نیز بیان کردند که افزایش تدریجی سطوح اعمال شده کود حاصل از بستر گاوی منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله و در نتیجه عملکرد دانه شد. نتایج آزمایش همچنین حاکی از آن بود که با وجود اثر معنی‌دار تیمارهای مربوط به سطوح کمپوست قارچ + کود اوره در افزایش تعداد دانه در سنبله و در بوته گندم در مقایسه با تیمارهای مربوط به سطوح کمپوست قارچ + شاهد، تیمارهای مربوط به سطوح کمپوست قارچ + نیتروکسین در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، اثر معنی‌داری را در افزایش این دو صفت نشان ندادند (جدول ۴).

جدول ۴- اثرات سطوح کمپوست قارچ و منابع مختلف نیتروژن (شاهد کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیک نیتروگن) بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم
 Table 4- Effects of mushroom compost levels and different resources of nitrogen (control, urea fertilizer and nitroxin biofertilizer) on yield and yield components of wheat

تیمار Treatment	ارتفاع Height (cm)	طول سنبله (سانتی‌متر) Spike length (cm)	تعداد پنجه بارور/ بوته No. of fertile tiller/plant	تعداد پنجه نابارور/ بوته No. of infertile tiller/plant	تعداد سنبله /سنبله No. of spike /spikelet	تعداد دانه / بوته No. of grain /plant	وزن دانه/ سنبله (گرم) Grain weight /spike (g)	وزن دانه/ بوته (گرم) Grain weight /plant (g)	وزن دانه (گرم) 1000-grain weight (g)	شاخص برداشت (%) Harvest index (%)
Control + M.C 0	32.9e*	4.2f	0.00b	0.89e	12.0f	12.0e	0.23j	0.23h	19.42fg	29.7defg
// + M.C 10	46.2d	5.2ef	0.00b	1.22de	23.1de	23.1d	0.51i	0.51g	23.06def	43.1a
// + M.C 20	53.6c	6.2de	0.00b	1.60cde	26.2de	24.2cd	0.57hi	0.57fg	23.61def	31.3cdef
// + M.C 40	53.8c	7.2cd	0.05ab	2.20bc	31.7ab	30abc	0.71efg	0.74e	23.49def	34.4bcd
// + M.C 80	57.7bc	8.0abc	0.11ab	2.27bc	32.5ab	29.3abc	0.97a	1.08a	30.37ab	28.2fgh
// + M.C 160	58.2bc	8.4ab	0.16ab	2.70ab	32.6ab	29.3abc	0.89abc	1.04ab	29.89abc	23.1ij
Urea 150 + M.C 0	45.7d	6.1de	0.00b	1.68cd	26.1de	23.7cd	0.51i	0.51g	21.86ef	32.4bcdef
// + M.C 10	57.7bc	6.0de	0.16ab	1.15de	25.3ef	20.9e	0.62hi	0.72e	29.46abc	35.2bc
// + M.C 20	57.6bc	7.1cd	0.05ab	2.47ab	27.8cd	26.1cd	0.87abcd	0.91cd	33.27a	37.0b
// + M.C 40	56.9bc	7.1cd	0.11ab	2.33abc	28.5c	26.1cd	0.89abc	0.99abc	34.15a	28.4efgh
// + M.C 80	62.7ab	8.8ab	0.16ab	3.03a	30.5b	30.8abc	0.79cde	0.91cd	25.38cde	21.0ij
// + M.C 160	64.2a	9.0a	0.16ab	2.92ab	33.6a	31.4ab	0.84bcd	0.98abc	26.83bcd	20.4j
Nitroxin + M.C 0	36.3e	4.6f	0.00b	0.89e	22.3g	13.3e	0.23j	0.23h	17.47g	25.6ghi
// + M.C 10	54.6c	6.6d	0.00b	1.00de	25.8de	26.6bcd	0.65fgh	0.65ef	24.65de	31.4cdef
// + M.C 20	55.8c	6.5d	0.00b	1.63cd	27.9cd	26.2cd	0.75def	0.75e	27.19bcd	31.5cdef
// + M.C 40	54.9c	7.2cd	0.17ab	1.40de	33.4a	36.5a	0.76cdef	0.87d	23.66def	33.6bcde
// + M.C 80	55.3c	7.8bc	0.16ab	2.27bc	33.2a	30.8abc	0.82bcde	0.97bcd	26.84bcd	25.9ghi
// + M.C 160	57.8bc	8.6ab	0.16ab	2.70ab	33.7a	30.9abc	0.92ab	1.06ab	29.82abc	24.2hij

* Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.
 M.C: Mushroom compost
 م.ح: کمپوست قارچ
 *در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

ارقام مناسب گندم بر اساس شرایط منطقه‌ای، شرایط خاک نیز مناسب باشد (Rodriguez et al., 1996).

وزن هزار دانه

بطور کلی، افزایش سطوح اعمال شده کود کمپوست قارچ، افزایش وزن هزار دانه گندم را در پی داشت (جدول ۴). از سوی دیگر با وجود اثرات معنی‌دار سطوح کمپوست قارچ + کود اوره در افزایش وزن هزاردانه در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، اثر سطوح کمپوست قارچ + نیتروکسین در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۴). همچنین افزایش سطوح اعمال شده کمپوست قارچ به بیش از ۴۰ تن در هکتار به همراه استفاده از کود شیمیایی، باعث کاهش معنی‌دار در این صفت شد. علت این امر می‌تواند در ارتباط با تحریک رشد رویشی گندم باشد که ممکن است منجر به کاهش میزان تخصیص نیتروژن به اندام‌های زایشی شود.

شاخص برداشت

نتایج آزمایش حاکی از کاهش شاخص برداشت گندم در نتیجه افزایش سطوح کمپوست قارچ بود (جدول ۴). به طوری‌که در هر سه سری تیمار آزمایش، کمترین شاخص برداشت در سطح ۱۶۰ تن در هکتار کود کمپوست بدست آمد. به عبارت دیگر، با وجود افزایش وزن خشک ساقه، برگ و دانه گندم در نتیجه افزایش سطوح کمپوست قارچ، میزان رشد ساقه و برگ بیش از افزایش وزن سنبله و نیز دانه گندم بود. این امر ممکن است نشان‌دهنده آن باشد که با افزایش میزان اعمال کود در خاک، درصد تخصیص مواد غذایی به اندام‌های رویشی در مقایسه با اندام‌های زایشی رو به افزایش می‌گذارد. از سوی دیگر، با وجود کاهش شاخص برداشت در نتیجه افزایش سطح کمپوست در هر سه سری تیمار مربوط به منبع نیتروژن، در هر دو سری تیمار شاهد و کود نیتروکسین میزان این شاخص در سطح صفر تن کمتر از سطح ۱۰ تن در هکتار بود. علت این امر می‌تواند به دلیل کمبود بیش از حد عناصر غذایی در مرحله زایشی گندم باشد.

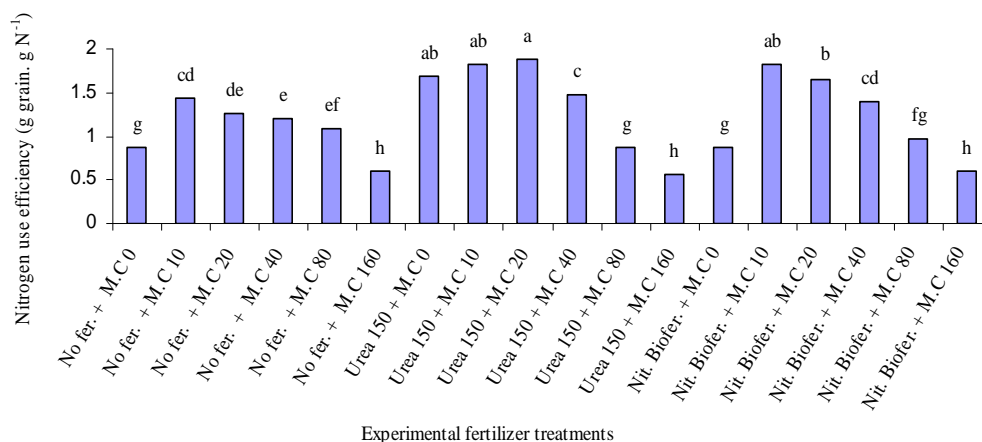
کارایی مصرف نیتروژن

همانند شاخص برداشت، با افزایش میزان سطوح کمپوست قارچ در هر سه سری تیمار شاهد، کود اوره و کود نیتروکسین، کارایی مصرف نیتروژن رو به کاهش گذاشت (شکل ۱). به عبارت دیگر، کمترین کارایی مصرف نیتروژن در هر سه سری تیمار مربوط به منبع نیتروژن، در سطح ۱۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ بدست آمد (شکل ۱). نتایج بدست آمده با یافته‌های سینگ و آگاروال (Singh & Agarwal, 2005) مطابقت داشت.

علاوه بر نقش مؤثر ازتوباکتر در تثبیت نیتروژن، اثرات مفید ازتوباکتر در بهبود عملکرد گندم می‌تواند در ارتباط با افزایش حل کردن فسفات و نیز تولید هورمون‌های گیاهی باشد (Narula et al., 2000). با این وجود اثرات مثبت تلقیح گندم با ریزو باکتری‌های مؤثر بر رشد ممکن است تا زمان شناسایی دقیق عواملی که می‌توانند فعالیت این باکتری را در ریزوسفر تحت تأثیر قرار دهند، محدود باشد (De Freitas, 2000).

وزن دانه در سنبله و در بوته

وزن دانه در سنبله و در بوته گندم نیز همانند تعداد دانه در سنبله و در بوته با افزایش سطوح کود کمپوست قارچ در هر سه سری تیمار مربوط به منابع مختلف نیتروژن دارای روندی صعودی بود (جدول ۴). همچنین اثر کود اوره و نیتروکسین نیز در افزایش این دو شاخص در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۴). ازتورک و همکاران (Ozturk et al., 2003) افزایش عملکرد دانه را در اثر تلقیح بذره‌های گندم با باکتری آروسپیریوم مشاهده کردند. ردیگز و همکاران (Rodriguez et al., 1996) نیز گزارش کردند که تلقیح بذره‌های گندم با آروسپیریوم اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه این گیاه داشت. با این وجود، در تیمار نیتروکسین + صفر تن در هکتار کمپوست قارچ، اثر معنی‌داری در افزایش وزن دانه در سنبله و در بوته گندم در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نشد. از سویی دیگر، افزایش کاربرد سطوح کمپوست قارچ بیش از ۲۰ تن در هکتار منجر به عدم تأثیر استفاده از تلقیح بذره‌های گندم با نیتروکسین در افزایش وزن دانه در سنبله در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد شد. همچنین افزایش کاربرد سطوح کمپوست قارچ بیش از ۴۰ تن در هکتار باعث عدم تأثیر تلقیح بذره‌های این گیاه با نیتروکسین در افزایش وزن دانه در بوته در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد شد. ازتورک و همکاران (Ozturk et al., 2003) گزارش کردند در حالیکه در تیمار آروسپیریوم + ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد دانه به طور معنی‌داری بیش از تیمار شاهد + ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود، تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار آروسپیریوم + ۸۰ و شاهد + ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد. این محققان همچنین بیان کردند که کاهش کارایی آروسپیریوم با افزایش مقدار نیتروژن در خاک ممکن است به دلیل حساسیت شدید فعالیت آنزیم نیتروژناز به مقدار آمونیوم در خاک باشد. از آنجا که تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بطور مستقیم به فعالیت این آنزیم وابسته است، کاهش فعالیت این آنزیم می‌تواند مستقیماً تثبیت بیولوژیکی نیتروژن را کاهش دهد (Ozturk et al., 2003). از سوی دیگر، بطور کلی تحت شرایط آب و هوایی نیمه خشک، تلقیح بذره‌های گندم زمانی می‌تواند سودمند باشد که در کنار شناسایی و انتخاب نژادهای مؤثری از باکتری و نیز



شکل ۱- اثرات متقابل سطوح کمپوست قارچ و منابع مختلف نیتروژن (شاهد، کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیک نیتروکسین) بر کارایی مصرف نیتروژن گندم

MC: کمپوست قارچ (تن در هکتار)، No fer: شاهد، Nit. Biofer: بیولوژیکی نیتروکسین

Fig. 1- Interaction effects of mushroom compost levels and different resources of nitrogen (control, urea fertilizer and nitroxin biofertilizer) on nitrogen use efficiency (NUE) of wheat

M.C: Mushroom compost (t. ha⁻¹), No fer: Control, Nit. Biofer: Nitroxin biofertilizer.

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

Means followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

مربوط به کود نیتروکسین نیز حاکی از آن بود که در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار کمپوست قارچ، در مقایسه با سطوح مشابه در تیمار شاهد، استفاده از کود نیتروکسین منجر به افزایش میزان کارایی مصرف نیتروژن شد. دی فریتاس (De Freitas, 2000) نیز گزارش کرد که تلقیح بذرها گندم با ریزو باکتری‌هایی مانند ازتوباکتر و آروسپیریولوم منجر به افزایش میزان کل نیتروژن در بافت‌های گندم شد. با توجه به این که ماهیت از دست رفتن نیتروژن ممکن است به حسب خصوصیات خاک، شرایط آب و هوایی، نوع و یا مرحله رشدی گیاه متفاوت باشد (Peng et al., 2006)، جذب این عنصر بویژه در شرایط کمبود آن با استفاده از ارتباط‌های میکروارگانیسمی، در کنار به حداقل رساندن راه‌های تلفات آن نقش مؤثری در افزایش کارایی این عنصر در غلات خواهد داشت (Dawson et al., 2008).

نتیجه‌گیری

بطور کلی، نتایج آزمایش حاکی از آن بود که در صورت نبود یا کمبود مواد آلی در خاک، استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین تأثیری در افزایش عملکرد و یا اجزای عملکرد گندم نداشت. همچنین اعمال سطوح کمپوست قارچ به بیش از ۴۰ تن در هکتار نیز منجر به عدم تأثیر کود نیتروکسین بر عملکرد گندم شد. بر این اساس نتایج آزمایش این نکته را مورد تأکید قرار داد که شرایط مناسب خاک از نظر مقدار

این محققین نیز گزارش کردند که با افزایش میزان کود بستر گاوی در خاک به همراه مصرف کود شیمیایی نیتروژن کارایی این عنصر در گندم کاهش یافت. همچنین ووکویچ و همکاران (Vukovic et al., 2008) گزارش کردند که با وجود آنکه افزایش سطوح اعمال شده نیتروژن در خاک نقش مؤثری در افزایش عملکرد در گندم داشت، منجر به کاهش کارایی مصرف نیتروژن در این گیاه شد. اهدایی و همکاران (Ehdaie et al., 2001) نیز کاهش کارایی مصرف نیتروژن در گندم را در نتیجه افزایش میزان نیتروژن مشاهده کردند. در بین تیمارهای آزمایش نیز تیمار کود اوره + ۱۶۰ تن در هکتار با کارایی مصرفی معادل ۰/۵۶ گرم دانه بر گرم نیتروژن، دارای کمترین میزان در این شاخص بود.

با وجود کاهش کارایی مصرف نیتروژن در نتیجه افزایش میزان سطوح کمپوست قارچ، در هر دو سری تیمار شاهد و کود نیتروکسین، کارایی مصرف نیتروژن در سطح صفر تن به طور معنی‌داری کمتر از سطح ۱۰ تن کمپوست قارچ در هکتار بود. با توجه به ارتباط مستقیم میزان جذب عناصر غذایی از خاک (راندمان جذب) و عملکرد دانه (راندمان فیزیولوژیکی) با کارایی مصرف نیتروژن (Salvagiotti et al., 2009)، کمبود بیش از حد عناصر غذایی با تحت تأثیر قرار دادن عملکرد دانه و شاخص برداشت، می‌تواند به طور مستقیم کارایی مصرف نیتروژن را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعه تیمارهای

بالای نیتروژن در خاک در افزایش عملکرد گیاه، اعمال مناسب‌ترین میزان نیتروژن به منظور کسب عملکردی قابل قبول در کنار حفظ کارایی مصرف بالای این عنصر می‌تواند در افزایش پایداری سیستم‌های تولید و نیز کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نقش مؤثری را ایفا نماید.

مناسب مواد آلی ممکن است نقش بسیار مهمی در افزایش کارایی استفاده از ریزوباکتری‌های موجود در کود نیتروکسین در تولید گندم داشته باشد. همچنین بدلیل کاهش کارایی مصرف نیتروژن در گندم در نتیجه افزایش میزان اعمال کمپوست در خاک و نیز کود اوره، قیمت بالای نهاده‌های حاوی نیتروژن و نیز به دلیل عدم تأثیر مقادیر

منابع

- 1- Adams, J.D.W., and Frostick, L.E. 2008. Investigating microbial activities in compost using mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation as an experimental system. *Bioresource Technology* 99: 1097-1102.
- 2- Akhtar, M., Mehmood, A., Ahmad, J., and Ighbal, K. 2000. Nitrogen uptake efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by nitrogen level and weed-crop competition duration. *Pakistan Journal of Biological Science* 3(6): 1002-1003.
- 3- Barik, A.K., and Goswami, A. 2003. Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agronomy* 48(2): 100-102.
- 4- Behera, U.K., Chougule, B.A., Thakur, R.S., Ruwali, K.N., Bhawsar, R.C., and Pandey, H.N. 2000. Influence of planting dates and nitrogen levels on yield and quality of durum wheat (*Triticum durum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 70(7): 434-436.
- 5- Dawson, J.C., Huggins, D.R., and Jones, S.S. 2008. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agricultural systems. *Field Crops Research* 107: 89-101.
- 6- De Freitas, J.R. 2000. Yield and N assimilation of winter wheat (*Triticum aestivum* L., var. Norstar) inoculated with rhizobacteria. *Pedobiologia* 44: 97-104.
- 7- Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., De Falcis, D., Maggiore, T., and Stanca, A.M. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* 9: 11-20.
- 8- Ehdaie, B., Shakiba, M.R., and Waines, J.G. 2001. Sowing date and nitrogen input influence nitrogen-use efficiency in spring bread and durum wheat genotypes. *Journal of Plant Nutrition* 24(6): 899-919.
- 9- Elwan, M.W.M., and Abd El-Hamed, K.E. 2011. Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli. *Scientia Horticulturae* 127(3): 181-187.
- 10- Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yields of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)
- 11- Fidanza, M.A., Sanford, D.L., Beyer, D.M., and Aurentz, D.J. 2010. Analysis of fresh mushroom compost. *Horticultural Technology* 20(2): 449-453.
- 12- Frutos, I., Garate, A. and Eymar, E. 2010. Applicability of spent mushroom compost (SMC) as organic amendment for remediation of polluted soils. *Acta Horticulturae* 852: 261-268.
- 13- Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy* 21: 181-192.
- 14- Hartemink, A.E., Johnston, M., O'Sullivan, J.N., and Poloma, S. 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79: 271-280.
- 15- Hussain, I., Khan, M.A., and Khan, E.A. 2006. Bread wheat varieties as influenced by different nitrogen levels. *Journal of Zhejiang University Science B* 7(1):70-78.
- 16- Jahan, M., Koocheki, A., Ghorbani, R., Rejali, F., Aryayi, M., and Ebrahimi, E. 2010. The effect of biological fertilizers application on some agroecological characteristics of corn under conventional and ecological cropping systems. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(2): 375-390. (In Persian with English Summary)
- 17- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150-156.
- 18- Kumar, V., and Narula, N. 1999. Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by *Azotobacter chroococcum* mutants. *Biology and Fertility of Soils* 28(3): 301-305.
- 19- Kumar, V., Behl, R.K., and Narula, N. 2001a. Effect of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter Chroococcum* on yield traits and their survival in the rhizosphere of wheat genotypes under field conditions. *Acta Agronomica Hungarica* 49: 141-149.
- 20- Kumar, V., Behl, R.K., and Narula, N. 2001b. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter*

- chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under green house conditions. Microbiological Research 156: 87-93.
- 21- Kumar, V., and Ahlawat, I.P.S. 2006. Effect of biofertilizer and nitrogen on wheat (*Triticum aestivum*) and their after effects on succeeding maize (*Zea mays*) in wheat-maize cropping system. Indian Journal of Agricultural Sciences 76(8): 465-468.
 - 22- Narula, N., Kumar, V., Behl, R.K., Deubel, A., Gransee, A., and Merbach, W. 2000. Effect of P-solubilizing *Azotobacter chroococcum* on N, P, K uptake in P-responsive wheat genotypes grown under greenhouse conditions. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 163: 393-398.
 - 23- Ozturk, A., Caglar, O., and Sahin, F. 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166: 262-266.
 - 24- Özguven, A.I. 1998. The opportunities of using mushroom compost waste in Strawberry growing. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 601-607.
 - 25- Parsa, S., Kafi, M., and Nassiri, M. 2010. Effects of Salinity and nitrogen levels on nitrogen content of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 347-355. (In Persian with English Summary)
 - 26- Peng, S., Buresh, R.J., Huang, J., Yang, J., Zou, Y., Zhong, X., Wang, G., and Zhang, F. 2006. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China. Field Crops Research 96: 37-47.
 - 27- Rodríguez Cáceres, E.A., González Anta, G., López, J.R., Di Ciocco, C.A., Pacheco Basurco, J.C., and Parada, J.L. 1996. Response of field-grown wheat to inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Bacillus polymyxa* in the semiarid region of Argentina. Arid Soil Research and Rehabilitation 10(1): 13-20.
 - 28- Salvagiotti, F., Castellarín, J.M., Miralles, D.J., and Pedrol, H.M. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. Field Crops Research 113: 170-177.
 - 29- Singh, R., and Agarwal, S.K. 2001. Growth and yield of wheat (*Triticum aestivum*) as influenced by levels of farmyard manure and nitrogen. Indian Journal of Agronomy 46(3): 462-467.
 - 30- Singh, R., and Agarwal, S.K. 2005. Effect of levels of farmyard manure and nitrogen fertilization on grain yield and use efficiency of nutrients in wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 75(7): 408-413.
 - 31- Vukovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A., and Sajko, K. 2008. Nitrogen use efficiency in winter wheat. Cereal Research Communications 36: 1199-1202.
 - 32- Zheng, Y.M., Ding, Y.F., Wang, Q-S., Li, G.H., Wu, H., Yuan, Q., Wang, H.Z., and Wang, S.H. 2007. Effect of nitrogen applied before transplanting on NUE in rice. Agricultural Sciences in China 6(7): 842-848.