دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه گندم

سهیل سپیده‌دم[۱]، محمود رمرودی[۲*]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

[۲]دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تأثیر سطوح کود نیتروژن، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل (سد سیستان) اجرا شد. سیستم‌های خاک‌ورزی در سه سطح شامل بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی حداقل و مرسوم به‌عنوان عامل اصلی و سطوح کود نیتروژن در چهار سطح شامل صفر، ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به‌عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که، بیش‌ترین عملکرد دانه از سیستم خاک‌ورزی مرسوم به‌دست آمد، ولی عملکرد دانه در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش یافته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. بیش‌ترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان پروتئین دانه به سیستم خاک‌ورزی مرسوم تعلق داشت. با افزایش سطح نیتروژن از صفر به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه افزایش معنی‌داری یافت. برهمکنش سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر تعداد پنجه بارور در بوته و شاخص سطح برگ معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد پنجه بارور در بوته و شاخص سطح برگ از خاک‌ورزی مرسوم و کاربرد ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. نتایج نشان داد که، سیستم خاک‌ورزی مرسوم توأم با سطوح کود نیتروژن بالا برای منطقه آزمایش مناسب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: **پروتئین دانه، تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه، شاخص سطح برگ**

*نویسنده مسئول: m_ramroudi@yahoo.com

مقدمه

غلات غذای اصلی مردم کشور را تشکیل می‌دهند و در رأس آن‌ها گندم، به‌عنوان مهم‌ترین غله و محصولی استراتژیک، برای تأمین غذای مردم به‌شمار می‌آید (Baybordie and Malakouti, 2000). زراعت گندم در مناطق مختلف و شرایط آب و هوایی متفاوت انجام می‌شود و این امر حاکی از توانایی سازش بسیار زیاد این گیاه با اقلیم‌های گوناگون است (Irannjad and Shhbaiean, 2005).

تخریب و فرسایش خاک سطحی، باعث کاهش توانایی آن برای ذخیره آب و مواد غذایی و ریشه گیاهان می‌شود. نوع خاک‌ورزی مورد استفاده از جمله عوامل مهمی است که می‌تواند باعث تخریب و یا بهبود ساختمان خاک شود (Hajabbasi *et al.,* 1999; Dalal and Mayer, 1986). خاک‌ورزی متداول به‌عنوان عاملی که فرسایش خاک را تسریع کرده، ذخیره کربن و محتوای ماده آلی خاک را کاهش داده و در تخریب ساختمان خاک نقش دارد، امروزه با چالش جدی مواجه است. نگهداری مقدار کافی از بقایای گیاهی به‌عنوان راه حل موثری جهت مقابله با تهدیدهای کیفیت خاک در بسیاری موارد تأکید شده است (Zakeri and Kazemi, 2006). هر ساله سطح زیادی از زمین‌های زراعی در دنیا به‌دلیل فرسایش و فشردگی خاک از بین می‌روند، از این‌رو استفاده از استراتژی‌های مناسب برای کاهش تلفات عناصر غذایی و فرسایش خاک ضروری است. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی شامل کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی از روش‌های مناسب برای جلوگیری از این مسائل می‌باشد (Limousin and Tessier, 2007; Lopez *et al.,* 2005).

خاک‌ورزی حفاظتی با کاهش انرژی مصرفی و فرسایش خاک و همچنین افزایش توان تولیدی و حاصلخیزی خاک به خصوص در دو دهه اخیر مورد توجه پژوهشگران بوده است (Tobeh, 2009; Holland, 2004). خاک‌ورزی حفاظتی اولین گام برای مدیریت مطلوب خاک در کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود (Lopez *et al.,* 2005). این نوع خاک‌ورزی به‌دلیل تأثیری که بر افزایش کربن آلی و بهبود ساختمان خاک و خاکدانه دارد، نقش قابل توجهی در کاهش فرسایش خاک ایفا می‌کند (Holland, 2004). با بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی در گندم، افزایش میزان کربن آلی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم گزارش شده است (Rahimzadeh and Navid, 2011). همچنین بازگشت مواد آلی به خاک‌ها می‌تواند باعث برطرف کردن عدم تعادل مواد غذایی در خاک‌ها گردد. در واقع تعادل مواد غذایی اهمیت بسیار زیادی در برابر افزودن بی‌رویه و غیر منطقی کودهای شیمیایی دارد. ایجاد تعادل در عناصر غذایی خاک‌ها باعث مصرف بهینه و صحیح کودهای شیمیایی خواهد شد که در نتیجه کاهش خطرات آلودگی آب‌ها و افزایش سلامت و کیفیت محصولات زراعی را در پی خواهد داشت (Siyadat and Moradi Telavat, 2011). نتایج بدست آمده از سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات

خاک بیانگر آن است که، مقدار کربن در نظام بدون خاک‌ورزی و بعد از آن خاک‌ورزی کاهش یافته در رتبه دوم قرار داشت، در حالی که خاک‌ورزی مرسوم کم‌ترین میزان کربن را داشت. میزان نیتروژن خاک نیز از روند فوق تبعیت نمود، در نتیجه تفاوتی بین نسبت کربن و نیتروژن مشاهده نشد (Borie *et al.,* 2006). در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد محصول می‌تواند بیش‌تر، کم‌تر یا برابر خاک‌ورزی مرسوم باشد. این تفاوت‌ها ناشی از عوامل مختلفی از جمله تناوب زراعی انتخاب شده، شرایط خاک، اقلیم و فصل کاشت است (Wozniak *et al.,* 2015; Asadie *et al.,* 2013). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.,* 2009) با بررسی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم بیان نمودند که، عملکرد دانه در کشت با گاوآهن قلمی به‌دلیل افزایش رطوبت خاک و بهبود خواص فیزیکی خاک در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی (شخم با گاوآهن برگردان‌دار) دارای بیش‌ترین مقدار بود. استفاده از گاوآهن قلمی منجر به افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه و تعداد دانه در سنبله گردید. علیجانی و همکاران (Alikhani *et al.,* 2011) در مطالعه‌ای که روی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و مقادیر بقایای ذرت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم انجام دادند، گزارش نمودند حداکثر عملکرد دانه در تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته به دست آمد که دلیل آن افزایش درصد کربن آلی و نیتروژن خاک در تیمار خاک‌ورزی کاهش ذکر شد که با افزایش مقادیر بقایا افزایش یافت. تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر افزایش میزان پروتئین دانه گندم بهاره مثبت گزارش شده است (Wozniak *et al.,* 2013). رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al.,* 2011) در مطالعه تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای گزارش نمودند که، تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر خصوصیات زراعی و کیفی سورگوم علوفه‌ای در هر دو سال آزمایش معنی‌دار نگردید، اما میانگین عملکرد علوفه سبز سورگوم در خاک‌ورزی متداول کمی بیش‌تر از خاک‌ورزی کاهشی بود. گزارش شده است که، با افزایش نیتروژن ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، سطح برگ و عملکرد دانه گندم نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار شد (Sabbr *et al.,* 2011). با توجه به موارد فوق، این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در مجاورت سد سیستان اجرا گردید. شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد، و خاک محل آزمایش لومی شنی با ۰/۱۷ درصد نیتروژن، ۰/۹ درصد ماده آلی و pH برابر ۷/۶ می‌باشد.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت.

عامل اصلی انواع خاک‌ورزی در سه سطح شامل بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی کاهش یافته (دیسک) و خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار و دیسک) و عامل فرعی کود نیتروژن در چهار سطح شامل صفر، ۱۰۰، ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار بودند. کاشت گندم رقم کویر در اواسط آذر ماه انجام شد. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف کاشت به‌طول ۴ متر با فاصله خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۴ سانتی‌متر بود. کود نیتروژن از منبع اوره تأمین و طی سه مرحله (کاشت، پنجه‌زنی و ساقه رفتن) به زمین داده شد. آبیاری طبق عرف منطقه انجام شد. در این آزمایش اثر تیمارهای مورد استفاده بر ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ (در مرحله گرده‌افشانی و با استفاده از دستگاه Leaf Area Mater)، تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه به روش بردفورد (Bradford, 1967) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver.۹,۱ تجزیه و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: اگر چه که تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱)، در این حال مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، بیش‌ترین ارتفاع بوته در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کم‌ترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی مشاهده شد (جدول ۲). در سیستم عدم خاک‌ورزی به دلیل گسترش کم‌تر ریشه گندم در این سیستم، رشد کم‌تر رویشی و کاهش ارتفاع ساقه دور از انتظار نیست. طی پژوهش مشابهی مقایسه روش‌های بدون خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم نشان داد که، بیش‌ترین ارتفاع بوته در خاک‌ورزی مرسوم و کم‌ترین آن نیز در سیستم بدون خاک‌ورزی مشاهده شد (Lvymy *et al.*, 2011). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، تاثیر کود نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که، کم‌ترین ارتفاع بوته در شرایط عدم مصرف نیتروژن و بیش‌ترین آن نیز در بالاترین سطح نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد نیتروژن می‌تواند با تأثیر بر تقسیم سلولی و همچنین کمک به جذب سایر عناصر توسط گیاه، باعث افزایش رشد رویشی در گندم شود، از این‌رو افزایش نیتروژن می‌تواند ارتفاع ساقه گندم را افزایش دهد (Asadie *et al.*, 2013).

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های گندم تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و نیتروژن

		میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	تعدا پنجه بارور در بوته	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	پروتئین دانه
تکرار	۲	۴۷۸/۷	۰/۵۴	۰/۲۸	۱۵/۹	۱۳۸/۹	۲۱۹۳۰	۴۴۳۵۱	۴۱۷۰	۹/۵۲
خاک‌ورزی	۲	۱۵۳/۹^{ns}	۳/۲۷**	۸/۹۱**	۱۱۵/۲**	۱۰۷/۸^{ns}	۶۸۵۲۶**	۲۰۱۱۱**	۱۷۵/۷^{ns}	۱/۱۶^{ns}
خطای a	۴	۲۶۲/۴	۰/۴۶	۰/۴۹	۱۷/۵	۹۵/۳	۴۷۲۱	۳۱۶۹	۹۷/۱	۱/۳۴
نیتروژن	۳	۳۶۱/۱**	۱۳/۳۹**	۲/۰۱**	۸۲/۷**	۱۹۹/۰**	۲۸۰۱۰**	۵۰۳۴**	۹۰۴/۳**	۷/۰۱**
خاک‌ورزی×نیتروژن	۶	۶/۳^{ns}	۰/۵۲*	۰/۵۸**	۲/۵^{ns}	۵/۲^{ns}	۱۱۸۷^{ns}	۶۳/۱^{ns}	۸۷/۱^{ns}	۰/۱۰^{ns}
خطای b	۱۸	۱۶/۴	۰/۱۵	۰/۰۹	۴/۳	۸/۱	۷۹۵	۴۸۴/۱	۴۴/۷	۰/۰۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۳۰	۱۲/۸۲	۹/۹۰	۸/۹۷	۶/۸۳	۱۱/۹۰	۴/۳۰	۱۶/۳۰	۲/۳۱

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

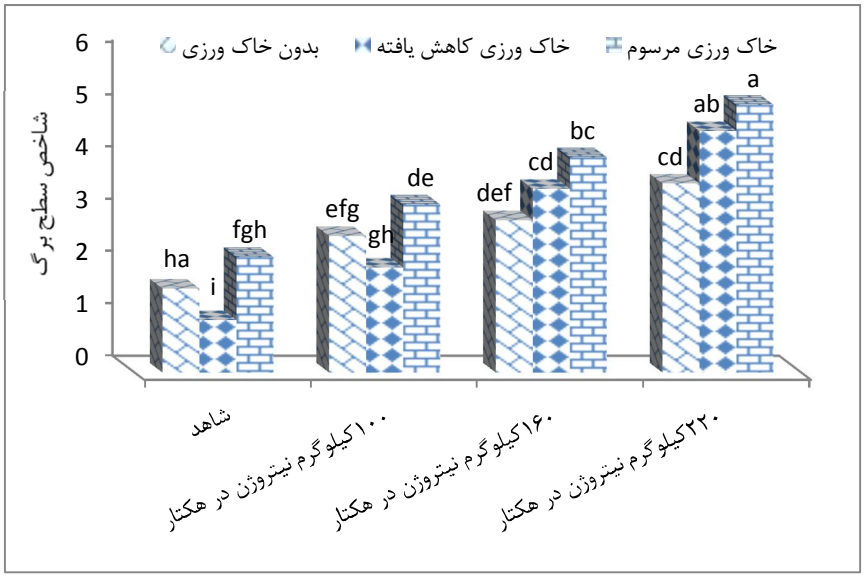
جدول ۲- مقایسه میانگین برخی از ویژگی‌های گندم تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و نیتروژن

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
سیستم خاک‌ورزی							
بدون خاک‌ورزی	۷۲/۴^{a}	۲۱/۰^{b}	۳۸/۶^{a}	۱۷۵۵^{b}	۴۸۸۰^{b}	۳۷/۰^{a}	۹/۹^{a}
خاک‌ورزی کاهش یافته	۷۶/۹^{a}	۲۲/۰^{b}	۴۲/۵^{a}	۲۱۵۶^{b}	۴۹۰۵^{b}	۴۱/۲^{a}	۱۰/۰^{a}
خاک‌ورزی مرسوم	۷۹/۵^{a}	۲۶/۸^{a}	۴۴/۵^{a}	۳۲۱۸^{a}	۵۶۰۱^{a}	۴۴/۷^{a}	۱۰/۵^{a}
کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)							
۰	۶۸/۶^{c}	۱۹/۵^{c}	۳۷/۰^{c}	۱۶۸۵^{c}	۴۸۲۰^{c}	۲۸/۱^{c}	۹/۱^{d}
۱۰۰	۷۵/۳^{b}	۲۲/۳^{b}	۴۰/۰^{b}	۲۱۷۵^{b}	۵۰۷۰^{b}	۳۹/۰^{b}	۹/۷^{c}
۱۶۰	۷۷/۴^{b}	۲۵/۰^{a}	۴۲/۳^{b}	۲۷۱۹^{a}	۵۰۳۰^{a}	۴۵/۲^{ab}	۱۰/۵^{b}
۲۲۰	۸۳/۹^{a}	۲۶/۳^{a}	۴۸/۱^{a}	۲۹۲۴^{a}	۵۳۳۴^{a}	۵۱/۶^{a}	۱۱/۲^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

شاخص سطح برگ: نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار سیستم خاک‌ورزی، کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر شاخص سطح برگ می‌باشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها برهمکنش نشان داد که، بیش‌ترین شاخص سطح برگ در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کاهش‌یافته توأم با بالاترین سطح نیتروژن و کم‌ترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی توأم با عدم مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد. احتمالا این امر می‌تواند به‌دلیل وضعیت رشدی بهتر جامعه گیاهی گندم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم باشد (شکل ۱).

در بررسی ذاکری و کاظمی (Zakeri and Kazemi, 2006) بیش‌ترین شاخص سطح برگ به سیستم خاک‌ورزی مرسوم تعلق داشت. شاخص سطح برگ با گذشت زمان و نزدیک شدن به مرحله‌ی گل‌دهی افزایش می‌یابد و این افزایش باعث افزایش سایه‌انداز گیاهی شده و نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاهی کاهش یافته که باعث کاهش وزن خشک برگ‌های پائینی و از بین رفتن آنها خواهد شد. روند افزایش شاخص سطح برگ با نزدیک شدن به پایان فصل رشد و بعد از مرحله گل‌دهی کاهش می‌یابد که این کاهش در سطوح پائین‌تر نیتروژن بیشتر است. بدیهی است که فرآیندهای فتوسنتزی گیاه که باعث ایجاد عملکرد دانه می‌شوند عمدتاً در برگ هستند و لذا هر عاملی که بر شاخص سطح برگ تأثیر می‌گذارد به‌میزان زیادی بر عملکرد دانه نیز مؤثر خواهد بود. علت افزایش شاخص سطح برگ در نتیجه افزایش کود نیتروژن تأثیر این عنصر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها عنوان شده است (Malakouti and Homaee, 2004).

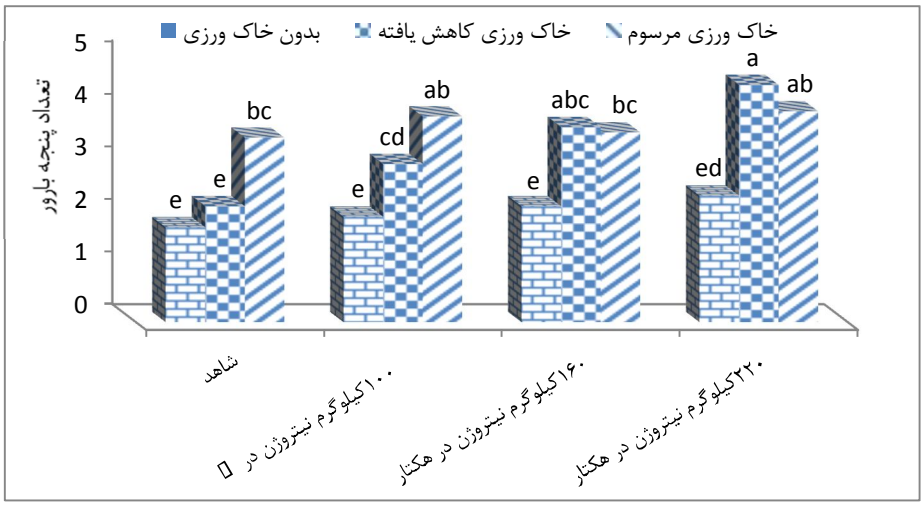


شکل ۱- برهمکنش سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ

(میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند)

تعداد پنجه بارور در بوته: تاثیر سیستم خاک‌ورزی، کود نیتروژن و برهمکنش آن‌ها بر تعداد پنجه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که، بیش‌ترین تعداد پنجه در بوته در سیستم خاک‌ورزی مرسوم با مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

و کم‌ترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی و عدم مصرف کود نیتروژن حاصل شد (شکل ۲). میزان رشد ریشه گیاهان زراعی با درجه تراکم خاک ارتباط معکوسی دارد، این ارتباط ممکن است تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار گیرد. به‌طور کلی، خاک‌ورزی از طریق تاثیر بر مقاومت مکانیکی خاک، هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ و همچنین مقدار منافذ زیستی خاک، درجه حرارت خاک، میزان آب خاک، عناصر غذائی خاک و همچنین برهمکنش آن‌ها، می‌تواند میزان رشد ریشه و در نتیجه رشد بخش‌های هوائی گیاه را متأثر نماید. افزایش تنوع گونه‌های علف‌های هرز همزمان با کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی، سختی خاک، فعالیت کم‌تر ریشه و رقابت بیشتر بین گیاه زراعی و علف‌هرز برای جذب نیتروژن می‌تواند از جمله دلایل کاهش تعداد پنجه گیاهان در سیستم بدون خاک‌ورزی باشد. رشد ریشه نیز می‌تواند در کشت مستقیم به‌دلیل تراکم لایه سطحی خاک محدودتر گردد که نتیجه آن تولید سیستم ریشه‌ای عمدتاً سطحی‌تر در زمان پنجه‌زنی در مقایسه با سیستم خاک‌ورزی مرسوم است. گزارش شده است که، با افزایش سطوح نیتروژن، تعداد پنجه در گندم افزایش یافت. حاصلخیزی خاک از جمله عوامل تاثیرگذار بر قابلیت رقابت نسبی گیاه زراعی و علف هرز می‌باشد و کاهش پنجه‌زنی گندم در سطوح پائین نیتروژن مورد تأئید می‌باشد (Imam, 2007).



شکل ۲- برهمکنش سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر تعداد پنجه بارور در بوته
(میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با یکریگر ندارند)

تعداد دانه در سنبله: تاثیر سیستم خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله مربوط به سیستم

خاک‌ورزی مرسوم و کم‌ترین آن مربوط به سیستم بدون خاک‌ورزی بود. با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در سنبله افزایش پیدا کرد. تعداد دانه در سنبله در بالاترین سطح کاربرد کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن) با کم‌ترین تعداد دانه در سنبله، ۲۶ درصد افزایش داشت (جدول ۲). بررسی سیستم‌های خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بهاره نشان داده است که، کاهش سطوح خاک‌ورزی منجر به کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود و بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در سیستم خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن+ دیسک) به‌دست آمد (Maleck and Blecharczyk, 2006). مصرف مقادیر مختلف نیتروژن نشان داد که، با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۸۰ کیلوگرم در هکتار در دو رقم جو، تعداد دانه در سنبله افزایش یافت (Sadeghi and Kazemeini, 2011). مصرف مقدار مناسب کود نیتروژن می‌تواند کاهش تعداد دانه در سنبله‌ها را جبران نماید و در نتیجه از کاهش بیش‌تر عملکرد دانه جلوگیری کند (Seiling *et al*., 2005).

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه تحت تاثیر سیستم خاک‌ورزی قرار نگرفت (جدول ۱). اما بیش‌ترین وزن هزار دانه از سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و کم‌ترین آن از سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد (جدول ۲). کاهش وزن هزار دانه در تیمار بدون خاک‌ورزی را احتمالاً می‌توان به کاهش عملکرد زیستی و در نتیجه کم بودن سطوح فتوسنتز کننده در زمان پر شدن دانه‌ها نسبت داد. همچنین به نظر می‌رسد که، کاهش مراحل مختلف نمو گندم در اثر کاهش دمای خاک می‌تواند دلیلی برای کاهش وزن هزار دانه در سیستم بدون خاک‌ورزی باشد. طی آزمایشات جداگانه مشاهده شده که، وزن هزار دانه آفتابگردان و ذرت در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و مرسوم کم‌تر بود، درحالی بین سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و مرسوم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (Roozbeh and Pooskani, 2003; Safari, 2002).

تاثیر کود نیتروژن بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش مصرف کود نیتروژن وزن هزار دانه نیز افزایش یافت. افزایش مقدار نیتروژن از صفر به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۲۳/۳ درصد افزایش وزن هزار دانه را به‌دنبال داشت (جدول ۲). انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از منبع (برگ) به سمت مخزن (دانه) می‌تواند دلیلی بر افزایش وزن هزار دانه باشد. در بررسی صادقی و کاظمینی (Sadeghi and Kazemeini, 2011) با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، وزن هزار دانه ارقام جو افزایش یافت. از آنجا که کود نیتروژن موجب افزایش تولید ماده خشک و سطح برگ می‌شود، دانه جو نیز با افزایش مصرف نیتروژن سنگین‌تر شد.

عملکرد دانه: تاثیر سیستم خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب از سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و

سیستم بدون خاک‌ورزی حاصل شد (جدول ۲). افزایش عملکرد دانه گندم بهاره در سیستم خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی گزارش شده است (Wozniak *et al.,* 2015). نوع عملیات خاک‌ورزی بر نحوه تأثیر شخم بر رشد ریشه، میزان آب در دسترس و اندازه خاک دانه‌های لایه متراکم خاک و مصرف کودهای شیمیایی قطعاً تأثیرگذار است. ناکافی بودن ویژگی‌های فیزیکی مؤثر بر انتقال آب در خاک، هوادهی نامناسب برای سیستم ریشه و افزایش علف‌های هرز می‌تواند از علل کاهش عملکرد دانه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی عنوان شود. در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، اغلب کاهش عملکرد دانه ناشی از کمبود نیتروژن در دسترس نیز گزارش شده است (Rao and Dao, 1996). غلات در دو سیستم خاک‌ورزی کاهشی و بدون خاک‌ورزی برای اینکه عملکردی مشابه سیستم خاک‌ورزی مرسوم داشته باشند، ممکن است به مقدار بیشتری از کودهای شیمیایی نیتروژن نیاز داشته باشند، به این دلیل که راندمان استخراج نیتروژن در دسترس در سیستم‌های مذکور کم‌تر از سیستم خاک‌ورزی مرسوم می‌باشد (Peoples and Herridge, 1990). کاهش استقرار و رشد اولیه گیاهچه، تأخیر در استقرار و برخورد با گرمای آخر فصل، افزایش تراکم علف‌های هرز و تغییر خصوصیات فیزیکی خاک از عوامل کاهش عملکرد در سیستم بدون خاک‌ورزی گزارش شده است (Mohammadi *et al.,* 2009). افزایش عملکرد دانه گندم بهاره در سیستم خاک‌ورزی مرسوم نسبت به سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی نیز گزارش شده است (Wozniak *et al.,* 2015).

با افزایش مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه از مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن و کم‌ترین آن از تیمار عدم مصرف کود نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). احتمالا دلیل این امر می‌تواند ناشی از اثر مستقیم نیتروژن بر شاخص سطح برگ، سایه‌انداز گیاهی و در نتیجه افزایش میزان تابش دریافت شده باشد. همچنین معنی‌دار شدن تفاوت عملکرد دانه بین تیمارهای نیتروژن می‌تواند به علت رشد رویشی بهتر به دلیل افزایش سطح نیتروژن و ایجاد ظرفیت بالاتر در تولید دانه باشد. به دلیل بالاتر بودن تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، عملکرد نهایی نیز افزایش پیدا کرد. کاهش تعداد دانه در سنبله به کاهش عملکرد دانه منجر خواهد شد. با افزایش مقدار کود نیتروژن، عملکرد دانه افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. نیتروژن با افزایش تولید زیست توده و افزایش امکان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی، باعث باروری تعداد بیشتری دانه در سنبله و بهتر پر شدن آنها بعد از گل‌دهی می‌شود که این امر سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد (Shanggan *et al.*, 2000).

عملکرد بیولوژیک: عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر سیستم خاک‌ورزی و کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک از سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کم‌ترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد (جدول ۲). عملکرد

بیولوژیک گندم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن+ پنجه غازی) نسبت به سه سیستم خاک‌ورزی کاهشی (گاوآهن قلمی+ خطی‌کار، گاوآهن بدون صفحه برگردان+ خطی‌کار و پنجه غازی+ خطی‌کار) و سیستم بدون خاک‌ورزی طی سه سال متوالی بالاتر بود (Lvymy *et al.*, 2011).

افزایش سطوح نیتروژن از صفر به ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد، اما بین مصرف ۱۶۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار علیرغم افزایش عملکرد بیولوژیک، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). عملکرد بیولوژیک نشان‌دهنده توانائی سایه‌انداز گیاهی در استفاده از عوامل محیطی مانند نور و مواد غذایی برای تولید ماده خشک می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد، افزایش مصرف نیتروژن می‌تواند باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شود. نتایج سایر پژوهشگران نشان می‌دهد که، مصرف نیتروژن می‌تواند باعث بهبود عملکرد بیولوژیک شود (Latiri-Souki *et al.*, 1998). بین مصرف نیتروژن و تولید و تجمع ماده خشک رابطه نزدیکی وجود دارد (Van Keulen *et al.*, 1998).

شاخص برداشت: تاثیر سیستم خاک‌ورزی بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد (جدول ۱). اما نتایج حاکی از آن است که، بیش‌ترین شاخص برداشت از سیستم خاک‌ورزی مرسوم و بعد از آن به‌ترتیب از سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته و بدون خاک‌ورزی حاصل شد (جدول ۲). با توجه به بالاتر بودن میزان عملکرد دانه و بیولوژیک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و همچنین فزونی یافتن میزان افزایش عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت افزایش یافته است. با توجه به کاهش کم‌تر عملکرد زیستی در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به دو نظام خاک‌ورزی دیگر در مقایسه با کم‌تر بودن عملکرد دانه در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و کاهش یافته، کاهش شاخص برداشت در سیستم بدون خاک‌ورزی قابل پیش‌بینی بود. نتایج تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که، در بین سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به سیستم خاک‌ورزی مرسوم بود (Mohammadi *et al.*, 2009; Prtokhazemi *et al.*, 2011).

شاخص برداشت تحت تاثیر کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص برداشت از مصرف ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۴۵ درصد افزایش داشت (جدول ۲). افزایش شاخص برداشت نشان‌دهنده توانائی بیشتر گیاه در انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به اندام‌های هوایی است و یکی از شاخص‌های مورد استفاده جهت ارزیابی کارآیی تقسیم ماده خشک گیاهان زراعی محسوب می‌شود. نسبت ماده خشک دانه به کل ماده خشک گیاهی در ارتباط بسیار نزدیکی با تعداد و فعالیت مقصدهای زایشی است و از آنجا که این مقصدهای زایشی در ارتباط مستقیم با آهنگ رشد گیاه هستند، بنابراین، در نتیجه کمبود نیتروژن، آهنگ رشد گیاه با تأثیر بر مقاصد زایشی باعث کاهش نسبت ماده خشک دانه به کل ماده خشک گیاهی می‌شود (Uhart and Andrade, 1995).

درصد پروتئین دانه: تاثیر سیستم خاک‌ورزی بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). ولی بیش‌ترین درصد پروتئین دانه از سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کم‌ترین آن از سیستم بدون خاک‌ورزی به دست آمد (جدول ۲). افزایش میزان پروتئین دانه گندم بهاره تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی متداول گزارش شده است (Wozniak *et al.,* 2015). کاهش قابلیت تحرک نیتروژن در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و خاک‌ورزی مرسوم نیز ممکن است دلیلی بر کاهش درصد پروتئین دانه در سیستم بدون خاک‌ورزی باشد. طی پژوهشی مشاهده شد که، مقدار نیتروژن کل اندام هوایی و انباشتگی نیتروژن در دانه تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی قرار گرفت. بیشترین نیتروژن کل و نیتروژن محتوی دانه گندم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کمترین آن در سیستم بدون خاک‌ورزی گزارش شده است (Malecka and Blecharczyk, 2006).

درصد پروتئین دانه تحت تاثیر کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). افزایش نیتروژن از سطح صفر به ۲۲۰ کیلوگرم باعث افزایش ۱۸ درصدی میزان پروتئین دانه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). افزایش میزان پروتئین دانه می‌تواند عمدتا ناشی از افزایش عملکرد دانه باشد. عوامل محیطی و خصوصیات ژنتیکی گیاه نیز می‌توانند بر میزان پروتئین دانه تاثیرگذار باشند. گزارش شده است که، با افزایش نیتروژن، مقدار پروتئین دانه گندم و کل بوته گندم افزایش می‌یابد (Moradi Telavat and Siyadat, 2013). مدیریت مصرف کود نیتروژن از اهمیت خاصی برخوردار است و رشد و نمو و عملکرد گندم را در نتیجه کمبود یا فزونی نیتروژن تحت تاثیر قرار می‌دهد. کمبود این عنصر باعث کاهش میزان پروتئین خواهد شد. با افزایش مصرف نیتروژن میزان پروتئین دانه نیز افزایش پیدا می‌کند. در بررسی صادقی و کاظمینی (Sadeghi and Kazemeini, 2011) نیز با افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین دانه جو افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

سیستم‌های خاک‌ورزی بر ویژگی‌های مورد بررسی موثر بودند و سیستم خاک‌ورزی مرسوم در مقایسه با سایر سیستم‌های خاک‌ورزی سبب افزایش عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های مورد بررسی گردید. با افزایش مصرف کود نیتروژن ویژگی‌های مورد بررسی افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۲۲۰ از طریق افزایش اجزای عملکرد، افزایش عملکرد دانه را به‌دنبال داشت. براساس نتایج به نظر می‌رسد سیستم خاک‌ورزی مرسوم توام با مصرف کود نیتروژن بالا در شرایط منطقه مناسب باشد.

منابع

Alikhani K.h., Bhrani M.J., Kazmini S.A. 2011. Effect of tillage and corn residue on the growth, yield and yield components of wheat. Iranian Journal of Field Research, 9 (3): 486-493. (In Persian).

Asadie S., Aynehband A., Rahnama Ghhfrkhie A. 2013. Wheat yield response to the competition stress and different levels of nitrogen. Iranian Journal of Field Crops Research, 11(2): 365-376. (In Persian).

Baybordie L., Malakouti M.J. 2000. Optimum Fertilizer Production and Consumption to Sustainable Agriculture. Publish Agricultural Education. (In Persian)

Borie F., Rubio R., Rouanet J.L., Morales A., Borie J., Rojas C. 2006. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a chilean ultisol. Soil and Tillage Research, 88 (1-2): 253-261.

Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein day binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

Dalal R.C., Mayer R.J. 1986. Long term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern queens-land. II: Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. Australian Journal of Soil Research, 24: 281-292.

Hajabbasi M., Mirlohi A., Sadrarhami M. 1999. Tillage effects on some physical properties of soil and maize yield in Lavark research farm. Journal Science and technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science, 3 (3): 13-24. (In Persian).

Holland J.M. 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe. Reviewing evidence, Agriculture, Ecosystems and Environment, 103: 1-25.

Imam I. 2007. Cerals Grain Crops. 3th Ed. Shiraz University Press. (In Persian).

Irannjad H., Shhbaiean N. 2005. Cerals Grain Crops. Karno Press. (In Persian).

Kazemi N., Zakeri H. 2006. Tillage for Sustainable Cropping. Ilam University Press. (In Persian).

Latiri-Souki K., Nortcliff S., Lawlor D.W. 1998. N fertilizer can increase dry mater production, grain yield and radiation and water use efficiencies of wheat under semiarid conditions. European Journal of Agronomy, 9: 34-21.

Limousin G., Tessie D. 2007. Effects of no-tillage on chemical gradients and top soil acidic fiction. Soil and Tillage Research, 92: 167-174.

Lopez M.V., Arrue J.L., Fuents J.A., Moret D. 2005. Dynamics of surface barley residues during fallow as affected by tillage and decomposition in semiarid Aragón (NE Spain). European Journal of Agronomy, 23: 26-36.

Lvymy N., Safari M., Heidarpour N. 2011. Comparison of no-till reduced tillage

and conventional tillage on yield of rainfed wheat in the ground with a rocky tropical zone. Journal of Agricultural Machinery Engineering, 1(2): 110-121. (In Persian).

Malakouti, M.J., Homaee, M. 2004. Fertile Soils of Arid and Semi-arid Problems and Solutions. 1th Ed. Tarbiat Modares of University Press. (In Persian).

Maleck I., Blecharczyk A. 2006. Effect of tillage system, mulches and nitrogen fertihzation on spring barely (*Hordeum vulgare* L.). Agronomy Research, 6 (2): 517-529.

Mohammadi Kh., Nabi Allahi K., Aghaalikhani M., Khoormali F. 2009. Study on the effect of different tillage methods on the soil physical properties, yield and yield components of rainfed wheat. Journal of Plant Production, 16 (4): 77-91. (In Persian).

Moradi Telavat, M.R., Siyadat A. 2013. Growth and nitrogen use efficiency response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) to increased nitrogen levels. Journal of Crops Improvement, 13(2): 111-124. (In Persian).

Peoples M.B., Herridge D.F. 1990. Nitrogen fixation by legumes in tropical and subtropical agriculture. Advances in Agronomy, 44: 155-223.

Prtokhazemi A., Delkhosh B., Mohseni M. 2011. Effect of different tillage methods and plant density on quantitative and qualitative characteristics of varieties of corn. Journal of Plants and Ecosystems, 33 (8): 105-115. (In Persian).

Rahimzadeh R., Navid H. 2011. Different tillage methods impacts on a clay soil properties and wheat production in rotation with chickpea under rainfed condition. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable production, 31 (1): 30-41. (In Persian).

Ramroudi M., Majnoun Hosseini N., Hossenzadeh H., Mazahei D., Hosseini M.B. 2011. Effects of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on soil properties and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Agronomy Journal (Pajohesh and Sazandege), 92: 19-23. (In Persian).

Rao S.C., Dao T.H. 1996. Nitrogen placement and tillage effects on dry matter and nitrogen accumulation and redistribution in winter wheat. Agronomy Journal, 188: 10281-1032.

Roozbeh M., Pooskani M.A. 2003. The effect of different tillage methods on wheat yield when in rotation with corn. Iranian Journal Agricultural Science, 34 (1): 29-38. (In Persian).

Sabbr Z., Peirdashti H.A., Esmaili M.A., Abassian A. 2011. Evaluation of growth promoting bacteria, nitrogen and phosphorus on fertilizer efficiency and yield of wheat. Agroecology, 5 (1): 39-49. (In Persian).

Sadeghi H., Kazemeini A.R. 2011. Effect of crop residue management and nitrogen fertilizer on grain yield and yield components of two barley cultivars under dry land conditions. Iranian Journal of Crop Science, 13 (3): 436-451. (In Persian).

Safari M. 2002. Effect of different tillage methods on yield and yield components of sunflower varieties. Agronomy Journal (Pajohesh and Sazandege), 56:30-33. (In Persian).

Shanggan Z.P., Shao A., Dychmans J. 200. Nitrogen nutrition and water stress effects on leaf photosynthetic gas exchange and water use efficiency in winter wheat. Environmental and Experimental Botany, 44: 141-149.

Sieling K., Stahl C., Winkelmann C., Christen O. 2005. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. European Journal of Agronomy, 22: 71-84.

Siyadat S. A., Moradi Telavat, M. 2011. Practical Aspects of Organic Farming. 2th Ed. Publication of Agricultural Extension and Education Tehran. (In Persian).

Tobeh A. 2009. The Effect of Winter Cover Crop Agriculture on the Preservation and Strengthening of Soil, Yield and Yield of Maize. Ph.D. Dissertation, Faculty of Agriculture, Terabit Modares University the Iran. (In Persian).

Uhart S.A., Andrade F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development dry mater partitioning and kernel set. Crop Science, 35: 1376-1383.

Van Keulen H., Feely D.E., Macechko P.T., Jaroll E.L., Erlandsen S.L. 1998. The sequence of Giardia small subunit rRNA shows that voles and muskrats are parasitized by a unique species Giardia microti. The Journal of Parasitology, 84: 294-300.

Wozniak A., Wesolowski M., Soroka M. 2015. Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. Journal of Agriculture Science and Technology, 17: 899-908.