



تحقیقات غلات

دوره ششم / شماره اول / بهار ۱۳۹۵ (۷۹-۸۸)

 تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر کارایی جذب و مصرف نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.)

 الناز ابراهیمیان^۱، علیرضا کوچکی^{۲*}، مهدی نصیری محلاتی^۲، سرور خرم‌دل^۳ و علیرضا بهشتی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۶

چکیده

به منظور بررسی میزان جذب، کارایی جذب و مصرف و شاخص برداشت نیتروژن در گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و سطوح بقایای کاه و کلش، آزمایشی به صورت بلوک‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. نوع مدیریت خاک‌ورزی در چهار سطح (۱- دیسک، ۲- گاواهن برگردان‌دار + دیسک، ۳- گاواهن پنجه‌غازی + دیسک و ۴- گاواهن قلمی + دیسک) به عنوان فاکتور عمودی و مدیریت بقایای گندم در پنج سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کاه گندم) به عنوان فاکتور افقی در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، کم‌ترین (۲/۵۸ درصد) و بیش‌ترین (۲/۷۷ درصد) نیتروژن دانه به ترتیب در شرایط استفاده از دیسک و گاواهن قلمی + دیسک مشاهده شد. بیش‌ترین میزان کارایی جذب و مصرف نیتروژن (به ترتیب ۶۰/۶۷ درصد و ۱۷/۲۵ گرم بذر بر گرم نیتروژن خاک) نیز در شرایط شخم با گاواهن قلمی + دیسک به دست آمد. با افزایش سطوح بقایای گندم، درصد نیتروژن دانه و کارایی جذب و مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که کاربرد ۷۵ درصد بقایای گندم در مقایسه با عدم کاربرد آن منجر به افزایش کارایی جذب نیتروژن در گندم تا ۶۲/۲ درصد شد. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، کاربرد بقایای گندم همراه با خاک‌ورزی کاهش‌یافته می‌تواند در افزایش بهره‌وری و کارایی استفاده از نیتروژن مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت نیتروژن، گاواهن برگردان‌دار، گاواهن قلمی

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، مشهد، ایران

 * نویسنده مسئول: akooch@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

نیترژن اولین عنصر ضروری در تغذیه گیاهی بوده و نقش موثری در میزان فتوسنتز، رشد رویشی و میزان پروتئین گندم دارد (Salvagiotti et al., 2009). در نتیجه در زراعت گندم، مصرف نیترژن از منابع آلی و یا شیمیایی جهت کسب بیشینه تولید و همچنین افزایش کیفیت آرد شامل محتوای پروتئین خام و گلوتن بسیار ضروری می‌باشد (Kazemzadeh and Peighambar, 2013). با این وجود معمولاً کشاورزان نیترژن را بیش‌تر از نیاز گیاه مصرف می‌کنند که این امر ضمن افزایش هزینه‌های تولید می‌تواند منجر به افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی شود (Guarda et al., 2004; Zheng et al., 2007). تلفات نیترژن در گندم محدود به مزرعه نبوده و پس از برداشت محصول نیز تلفات قابل‌توجهی در مسیرهای مختلف چرخه تولید و مصرف این گیاه وجود دارد (Koocheki et al., 2012). سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2013) ضمن آن‌که افزایش تلفات نیترژن را با مصرف کود شیمیایی مشاهده کردند، اظهار داشتند که تغییر نوع کود و یا مدیریت صحیح کودی می‌تواند باعث کاهش تلفات نیترژن شود. بر این اساس، تعیین میزان نیترژن به ویژه از منابع آلی که بتواند منجر به کسب حداکثر عملکرد اقتصادی در گندم شده و نیز سبب کاهش تلفات و افزایش کارایی مصرف نیترژن شود، بیش از پیش حائز اهمیت است (Ankumah et al., 2003).

افزایش کارایی مصرف نیترژن یکی از راهکارهای مهم در افزایش تولیدات کشاورزی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی است (Limon-Ortega et al., 2008; Koocheki et al., 2014). طبق نتایج مراقبی و همکاران (Moraghebi et al., 2011) با افزایش میزان مصرف نیترژن، عملکرد دانه، محتوی پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه در گندم به صورت خطی افزایش یافت؛ ولی کارایی مصرف و کارایی فیزیولوژیک نیترژن به طور معنی‌داری کاهش یافت. در مطالعه‌ای دیگر، قلی و عزت احمدی (Gholi and Ezat Ahmadi, 2007) اظهار داشتند که با افزایش مصرف نیترژن، میزان پروتئین دانه به طور غیر خطی افزایش یافت؛ ولی شاخص برداشت نیترژن، کارایی استفاده، کارایی زراعی، کارایی فیزیولوژیک و بازیافت ظاهری نیترژن به طور معنی‌داری کاهش یافت. در کنار مطالعه کارایی مصرف نیترژن،

شاخص برداشت نیترژن (بخشی از نیترژن جذب‌شده که به دانه تخصیص می‌یابد) نیز می‌تواند در شناخت بهتر عملکرد کیفی گیاه به ازای هر واحد نیترژن جذب‌شده مفید باشد (Salvagiotti et al., 2009).

عملیات خاک‌ورزی حفاظتی که مبتنی بر اجرای شخم کاهش‌یافته یا حداقل همراه با حفظ و یا افزودن بقایای گیاهی می‌باشد، نقش موثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارد (Ghuman and Sur, 2001; Rezvani Moghaddam et al., 2013). استفاده از الگوی شخم کاهش‌یافته همراه با افزایش سطح بقایای گیاهی مانند کاه گندم می‌تواند سبب بهبود میزان ماده آلی خاک و همچنین افزایش فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیترژن در خاک شود (De Gryze et al., 2005; Liu et al., 2006; Singh and Haile, 2007). به علاوه، با توجه به این‌که افزایش سطح بقایای گندم می‌تواند در تحریک فعالیت میکروبی خاک، بهبود ساختمان خاک، افزایش نفوذپذیری و کاهش فرسایش آبی مفید باشد (De Gryze et al., 2005; Monzon et al., 2006; Bastian et al., 2009)، به نظر می‌رسد که کاربرد این بقایا از طریق حفظ و فراهمی بیشتر نیترژن و نیز کاهش تلفات آن از طریق آب‌شویی، سبب بهبود کارایی جذب و مصرف نیترژن شود.

هدف از اجرای این آزمایش بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و سطوح بقایای گندم بر کارایی جذب و مصرف نیترژن در گندم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلیت بلوک (بلوک‌های خردشده) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. قبل از اجرای آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک محل اجرای آزمایش انجام گرفت (جدول ۱).

در این آزمایش نوع مدیریت خاک‌ورزی در چهار سطح (شامل خاک‌ورزی رایج بر پایه شخم با گاواهن برگردان‌دار + دیسک، دو نظام خاک‌ورزی متوسط بر پایه گاواهن پنجه‌غازی + دیسک و گاواهن قلمی + دیسک و یک نظام خاک‌ورزی حفاظتی بر پایه دیسک) به عنوان فاکتور عمودی و مدیریت بقایای گندم در پنج سطح (صفر، ۲۵،

همزمان با زرد شدن سنبله‌ها و عملیات برداشت در ۳۰ خردادماه، عملکرد دانه و عملکرد زیستی با رعایت اثر حاشیه اندازه‌گیری شد. با محاسبه عملکرد دانه و زیستی، کارایی جذب نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن بر اساس معادلات ۱ تا ۵ محاسبه شد (Salvagiotti et al., 2009):

(۱)

= میزان نیتروژن جذب‌شده در دانه (گرم در متر مربع) / درصد نیتروژن دانه × وزن دانه در بوته (گرم در متر مربع)

(۲)

= میزان نیتروژن جذب‌شده در بوته (گرم در متر مربع) / درصد نیتروژن بوته × وزن بوته (گرم در متر مربع)

(۳)

= کارایی جذب نیتروژن (درصد) × ۱۰۰ / (نیتروژن خاک / میزان نیتروژن جذب‌شده در بوته)

(۴)

= کارایی مصرف نیتروژن (گرم بذر بر گرم نیتروژن خاک) / (میزان نیتروژن خاک / عملکرد دانه)

(۵)

= شاخص برداشت نیتروژن (درصد) × ۱۰۰ / (میزان نیتروژن کل بوته / میزان نیتروژن دانه)

۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عملکرد کاه گندم) به عنوان فاکتور افقی در نظر گرفته شدند (شکل ۱).

میزان بقایای گندم بر اساس تولید کاه و کلش منطقه (۵۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) تعیین و سپس مقادیر مورد نظر بقایای گیاهی بر اساس تیمارها در ۳۱ اردیبهشت‌ماه به خاک افزوده شد. میزان برخی عناصر غذایی موجود در بقایای گندم مورد استفاده در آزمایش در جدول ۲ ذکر شده است. بقایای گیاهی پس از اجرای خاک‌ورزی به خاک اضافه و سپس با لایه ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد.

ابعاد هر یک از کرت‌های فرعی ۳ × ۳ متر انتخاب شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، یک ردیف نکاشت بین کرت‌های فرعی، یک متر فاصله بین کرت‌های اصلی و یک متر فاصله بین تکرارها به عنوان راهرو در نظر گرفته شد. عملیات کاشت گندم پاییزه (رقم گاسکوژن) در ۲۵ آبان ماه روی شش ردیف سه متری با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر و تراکم ثابت ۴۰۰ بوته در مترمربع انجام شد (Koocheki et al., 2014). آبیاری از زمان کاشت تا رسیدگی گیاه به روش جوی پشته انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز بر اساس وحین دستی این گیاهان انجام گرفت. در طول اجرای مراحل آزمایش نیز از هیچ‌گونه کود شیمیایی، علف‌کش و یا آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the experimental field

هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (%)	پتاسیم قابل جذب Available K	فسفر قابل جذب Available P	نیتروژن قابل جذب Available N	بافت خاک Soil texture
1.09	8.24	0.43	142.31	8.43	17.41	لومی-سیلتی Silty-loam

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

جهت تعیین درصد نیتروژن اندام‌های مورد مطالعه گندم از روش میکرو کجلدال استفاده شد. میزان نیتروژن خاک نیز بر اساس نیتروژن اولیه خاک و نیتروژن حاصل از اضافه شدن بقایای گندم محاسبه شد.

جدول ۲- میزان برخی عناصر غذایی موجود در بقایای گندم مورد استفاده در این آزمایش

Table 2. Some nutrient content in wheat residue used in this experiment

کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	نیترژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر کل (درصد) Total P (%)	پتاسیم کل (درصد) Total K (%)
83.64	0.47	0.27	0.62



شکل ۱- اجرای آزمایش بر اساس طرح اسپلیت بلوک

Figure 1. Experimental layout on the basis of split block design

بقایای گندم، درصد نیترژن دانه گندم در مقایسه با عدم کاربرد بقایا تا ۳۱/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۴). به طور کلی افزایش پایداری خاک‌دانه‌ها، افزایش نفوذپذیری، بهبود محتوای رطوبتی خاک، فراهمی مواد آلی و عناصر غذایی از جمله مزایای خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ بقایای گیاهی است (Hobbs *et al.*, 2008; Thierfelder and Wall, 2010; Farooq *et al.*, 2011). از این رو تلفیقی از مجموعه فواید ذکر شده می‌تواند از طریق فراهمی بیشتر نیترژن و تحریک بیشتر رشد گیاه، سبب افزایش جذب نیترژن توسط گیاه شود. گزارش شده است که گاواهن قلمی بر خلاف گاواهن برگردان‌دار، خاک را زیر و رو نمی‌کند که این امر ضمن کاهش تلفات رطوبت و عناصر غذایی، تغییرات کمتری در ساختمان خاک ایجاد می‌کند (Azimzadeh *et al.*, 2002; Mazaheri and Majnon Hoseini, 2007). این اساس، بالاتر بودن میزان جذب نیترژن در گندم ممکن است تحت تأثیر بهبود وضعیت خاک از نظر فراهمی عناصر غذایی و تلفات کمتر نیترژن باشد.

نتایج و بحث

درصد نیترژن در دانه

طبق نتایج تجزیه واریانس، آثار ساده خاک‌ورزی و سطوح بقایا تأثیر معنی‌داری بر درصد نیترژن دانه و کاه و کلش گندم داشت، در حالی که برهمکنش خاک‌ورزی × بقایا بر این شاخص‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۳). از این رو، آثار ساده این شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین تیمارهای خاک‌ورزی، کاربرد گاواهن قلمی + دیسک بیش‌ترین نقش را در افزایش میزان نیترژن در دانه و کاه و کلش گندم داشت (جدول ۴). به عنوان مثال، اجرای شخم با گاواهن قلمی در مقایسه با گاواهن برگردان‌دار منجر به افزایش درصد نیترژن دانه و کاه گندم به ترتیب تا ۷/۴ و ۱۴ درصد شد (جدول ۴).

طبق نتایج حاصل از آزمایش، با افزایش سطوح کاربرد بقایا، درصد نیترژن در دانه و کاه گندم به طور معنی‌داری رو به افزایش گذاشت (جدول ۴). با این وجود تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد کاربرد بقایای گندم از نظر شاخص‌های ذکر شده مشاهده نشد (جدول ۳). به عنوان نمونه، در نتیجه کاربرد ۷۵ درصد کاربرد

میزان جذب نیتروژن در اندام‌های گندم

طبق نتایج آزمایش، آثار ساده خاک‌ورزی و سطوح بقایا تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن دانه، کاه و کل بوته گندم داشت، اما این شاخص‌ها تحت تأثیر برهمکنش خاک‌ورزی × سطوح بقایا قرار نگرفتند (جدول ۳).

بر اساس نتایج به دست آمده، بیش‌ترین و کمترین میزان نیتروژن در دانه، کاه و کل بوته گندم به ترتیب در شرایط استفاده از گاوآهن قلمی + دیسک و دیسک به تنهایی به دست آمد (جدول ۴). نکته جالب آنکه در شرایط استفاده از گاوآهن قلمی + دیسک، میزان نیتروژن در دانه، کاه و کل بوته گندم به طور معنی‌دار بیش از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک بود (به ترتیب تا ۲۲، ۱۴/۶ و ۲۰/۴ درصد). همان‌طور که پیشتر ذکر شد، نقش موثر گاوآهن قلمی در افزایش عملکرد گیاهان زراعی ناشی از بهبود ساختار خاک، کاهش تلفات عناصر غذایی در کنار افزایش نسبی سطح مواد آلی در خاک می‌باشد (Mahboubi et al., 1993; Mohammadi et al., 2009). بر این اساس، به نظر می‌رسد اجرای این شیوه خاک‌ورزی می‌تواند از طریق بهبود شرایط شیمیایی و

بیولوژیکی خاک، منجر به افزایش جذب نیتروژن و در نتیجه تحریک هر چه بیشتر رشد و عملکرد در گندم شود. مشابه درصد نیتروژن، با افزایش سطوح بقایای گندم تا سطح ۷۵ درصد، میزان نیتروژن در دانه، کاه و کل بوته گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که کمترین میزان این شاخص‌ها در شرایط عدم کاربرد بقایای گندم مشاهده شد (جدول ۴).

به طور کلی، فراهمی هر چه بیشتر ماده آلی و عناصر غذایی از جمله مهم‌ترین فواید استفاده از بقایای گندم در سطح خاک بوده که می‌تواند در نتیجه فرایند معدنی شدن تدریجی نیتروژن آلی موجود در بقایا در طی فصل رشد حاصل شود (Azadshahraki et al., 2011). از این‌رو، طبق معادله‌های ۱ و ۲، افزایش میزان جذب نیتروژن در واحد سطح می‌تواند علاوه بر آن‌که تحت تأثیر جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه باشد، ناشی از تحریک رشد رویشی گیاه و افزایش وزن دانه در واحد سطح نیز باشد. صادقی و کاظمینی (Sadeghi and Kazemeini, 2011) نیز افزایش شاخص سطح برگ و تولید ماده خشک در گیاه جو را در نتیجه کاربرد بقایای گندم گزارش کردند.

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های مورد مطالعه گندم تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و سطوح بقایا

Table 3. Analysis of variance for the studied characteristics of wheat affected by tillage and straw levels

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	درصد نیتروژن دانه N % in grain	درصد کاه نیتروژن N % in residue	میزان نیتروژن دانه N content in grain	میزان نیتروژن کاه N content in residue	میزان کل بوته نیتروژن N content in total plant	میزان نیتروژن جذب N uptake efficiency	میزان نیتروژن مصرف N use efficiency	شاخص برداشت نیتروژن N Harvest index
بلوک	2	0.003 ^{ns}	0.002 ^{ns}	39.19 ^{**}	1.36 ^{ns}	51.5 ^{**}	349.49 ^{**}	32.95 ^{**}	16.21 ^{ns}
Block (B)									
خاک‌ورزی	3	0.138 [*]	0.016 [*]	78.19 ^{**}	2.45 [*]	104.48 ^{**}	726.96 ^{**}	49.45 ^{**}	38.18 ^{ns}
Tillage (T)									
خطای (۱)	6	0.016	0.002	5.29	0.34	6.18	41.88	4.82	9.85
Error-1									
بقایای گیاهی	4	1.127 ^{**}	0.03 ^{**}	152.87 ^{**}	6.62 ^{**}	216.49 ^{**}	1211.13 ^{**}	31.70 ^{**}	35.50 ^{ns}
Straw residue (S)									
خطای (۲)	8	0.021	0.006	10.52	0.95	10.82	72.57	11.02	30.10
Error-2									
خاک‌ورزی × بقایا	12	0.006 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	2.21 ^{ns}	0.31 ^{ns}	2.85 ^{ns}	18.89 ^{ns}	1.67 ^{ns}	6.26 ^{ns}
T × S									
خطای (۳)	24	0.030	0.004	6.59	1.16	5.56	38.27	4.46	31.32
Error-3									

^{ns}, ^{*}, ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

^{ns}, ^{*} and ^{**}: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نیتروژن مورد نیاز برای گیاه شود (Foroughifar and Poor-Kasmani, 2002; Ruffo and Bollero, 2003). با این وجود، به دلیل آنکه بقایای گیاهی در

در طی تجزیه بقایای گیاهی با نسبت کربن به نیتروژن بالا در خاک، مصرف نیتروژن توسط میکروارگانیسم‌ها از جمله عواملی است که ممکن است سبب کاهش میزان

گیاهی گندم می‌تواند علاوه بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، با تحریک جامعه میکروارگانیسم‌ها عناصر غذایی بیشتری را در طی فصل رشد در اختیار گیاه قرار دهد (Shamsabadi and Rafiee, 2007; Salehi *et al.*, 2011). مشابه این نتایج، ازپینار و کی (Ozpinar and Cay, 2006) گزارش کردند که نظام خاک‌ورزی کاهش یافته می‌تواند نقش موثری در افزایش محتوای ماده آلی و نیتروژن کل در خاک داشته باشد. افزایش عملکرد گندم بر پایه شخم با گاوآهن قلمی در مقایسه با گاوآهن برگردان دار توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Shamsabadi and Rafiee, 2007; Mohammadi *et al.*, 2009).

تابستان و پیش از کاشت گندم مصرف شد، می‌توان اظهار داشت که افزایش تولید ماده خشک و جذب نیتروژن در گندم تحت تأثیر کاربرد بقایای گیاهی، عمدتاً به دلیل پوسیدگی کامل بقایا توسط میکروارگانیسم‌ها، آزاد شدن تدریجی عناصر موجود در بقایا و نیز آزاد شدن مجدد نیتروژن از پیکره میکروارگانیسم‌ها حاصل شده است. کاهش آثار منفی بر ساختمان خاک، کاهش شدت فرسایش آبی و بادی و نیز تلفات کمتر عناصر غذایی که همگی از فواید اجرای شخم کاهش یافته هستند (Farooq *et al.*, 2011)، می‌تواند سبب تحریک رشد گیاه، افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی گندم و در نهایت افزایش هر چه بیشتر میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه در واحد سطح شوند. به عبارت دیگر، حفظ و یا کاربرد بقایای

جدول ۴- مقایسه میانگین آثار خاک‌ورزی و سطوح بقایای گیاهی بر شاخص‌های مورد مطالعه گندم

Table 4. Mean comparison of the effects of tillage and straw residue levels on the studied wheat characteristics

شاخص برداشت نیتروژن	کارآیی مصرف نیتروژن	میزان جذب نیتروژن کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته
N Harvest index	N use efficiency	N uptake efficiency	N content in total plant	N content in straw	N content in seed	N content in seed	N content in straw	N content in seed
درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته
درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته	درصد نیتروژن در کل بوته
شاخص برداشت نیتروژن	کارآیی مصرف نیتروژن	میزان جذب نیتروژن کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته	میزان نیتروژن در کل بوته
75.86	12.85	43.78	16.60	3.92	12.65	0.43	2.58	2.58
79.17	15.60	50.89	19.30	3.93	15.37	0.42	2.57	2.57
77.34	15.11	50.38	19.11	4.18	14.93	0.43	2.58	2.58
79.14	17.25	60.67	23.00	4.79	18.21	0.49	2.77	2.77
4.218	1.593	4.6623	1.778	0.813	1.935	0.051	0.132	0.132
77.70	13.82	38.83	14.19	3.15	11.04	0.36	2.19	2.19
76.71	13.88	44.11	16.39	3.71	12.68	0.43	2.44	2.44
76.00	14.62	52.22	19.73	4.66	15.07	0.45	2.72	2.72
80.41	17.60	62.97	24.18	4.66	19.51	0.48	2.88	2.88
78.57	16.10	59.01	23.02	4.87	18.15	0.48	2.89	2.89
4.716	1.781	5.213	1.988	0.909	2.164	0.057	0.148	0.148

کارآیی جذب و مصرف نیتروژن

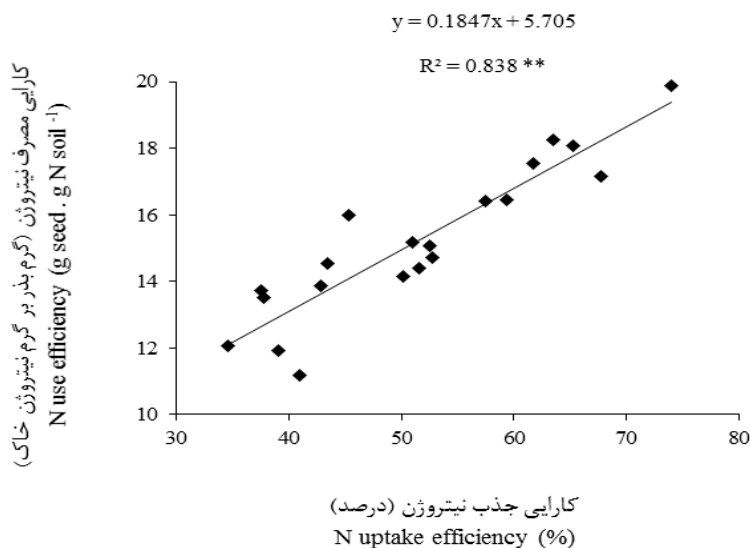
بین روش‌های خاک‌ورزی، بیش‌ترین کارآیی جذب و مصرف نیتروژن به ترتیب ۶۷/۶۰ درصد و ۲۵/۱۷ گرم بذر بر گرم نیتروژن به طور معنی‌دار در نتیجه استفاده از گاوآهن قلمی + دیسک مشاهده گردید (جدول ۳). به

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن به طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر خاک‌ورزی و سطوح بقایا قرار گرفت، با این وجود برهمکنش خاک‌ورزی و سطوح بقایا بر این شاخص معنی‌دار نبود. در

پروفیل خاک، از جمله عوامل موثر در افزایش کارایی جذب و مصرف نیتروژن در گندم به شمار می‌آید (Thomason *et al.*, 2002; Vukovic *et al.*, 2008; Seyyedi, and Rezvani Moghaddam, 2011). در نتیجه، با توجه به روابط ۳ و ۴، افزایش هر چه بیشتر جذب نیتروژن و نیز بهبود عملکرد گیاه در واحد سطح می‌تواند با اثر بر کارایی جذب نیتروژن، افزایش کارایی مصرف نیتروژن در گندم را امکان‌پذیر کند. از سوی دیگر، به دلیل وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین کارایی جذب و مصرف نیتروژن (شکل ۲) به نظر می‌رسد مجموعه راه‌کارهایی که بتواند منجر به افزایش جذب نیتروژن از خاک توسط گیاه شود، می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گندم به ازای هر واحد نیتروژن مصرف‌شده شود.

عنوان مثال، در نتیجه اجرای شخم با گاوآهن قلمی، کارایی جذب و مصرف نیتروژن به ترتیب تا ۲۰/۴ و ۱۴/۲ درصد بیش از گاوآهن برگردان دار بود (جدول ۴). همچنین با افزایش کاربرد بقایا تا سطح ۷۵ درصد، میزان کارایی جذب و مصرف نیتروژن به طور معنی‌دار افزایش و سپس در سطح ۱۰۰ درصد کاربرد بقایا، میزان این دو شاخص اندکی کاهش یافت؛ هر چند این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

همان‌طور که پیشتر به آن اشاره شد، فراهمی هر چه بیشتر عناصر غذایی در خاک از جمله مهم‌ترین سودمندی استفاده از نظام خاک‌ورزی حداقل همراه با حفظ و کاربرد بقایای گیاهی می‌باشد. از سوی دیگر، افزایش سطح مواد آلی در خاک، بهبود شرایط خاک از نظر فراهمی و جذب عناصر غذایی و در نهایت توسعه هر چه بیشتر ریشه در



شکل ۲- رابطه بین کارایی جذب نیتروژن و کارایی مصرف آن در گندم
Figure 2. Relationship between N uptake efficiency and N use efficiency

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج آزمایش، اجرای شخم با گاوآهن برگردان در مقایسه با گاوآهن قلمی سبب کاهش کارایی مصرف نیتروژن در گندم شد. می‌توان اظهار داشت که اجرای خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی می‌تواند نقش موثری در بهبود جذب نیتروژن، افزایش کارایی جذب و مصرف این عنصر داشته باشد. از این‌رو می‌توان در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، کاربرد بقایای گندم همراه با خاک‌ورزی

شاخص برداشت نیتروژن

طبق نتایج آزمایش، شاخص برداشت نیتروژن تحت تأثیر خاک‌ورزی و سطوح بقایا قرار نگرفت (جدول ۳). به نظر می‌رسد شاخص برداشت نیتروژن در گندم از جمله شاخص‌هایی است که بیشتر وابسته به خصوصیات ژنوتیپی رقم مورد مطالعه در گندم است و کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی و یا مدیریت تغذیه‌ای قرار می‌گیرد.

بنابراین، در راستای افزایش کارایی مصرف نیتروژن، باید سطح مناسبی از بقایای گندم را اعمال کرد تا علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، نقش موثری نیز در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز به همراه داشته باشد.

کاهش‌یافته را جهت افزایش هر چه بیشتر عملکرد و تولید پایدار گندم پیشنهاد کرد. با این وجود نتایج آزمایش نشان داد که افزایش سطح کاربرد بقایا بیش از ۷۵ درصد، تأثیری در افزایش میزان جذب نیتروژن در دانه نداشت و منجر به کاهش کارایی جذب و مصرف نیتروژن شد.

References

- Ankumah, R. O., Khan, V., Mwamba, K. and Kpombrekou-A, K. 2003.** The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100: 201-207.
- Azadshahraki, F., Naghavi, H. and Najafinejad, H. 2011.** Effect of tillage method and wheat residual management on some soil properties and grain corn yield in Kerman, Iran. *Journal of New Agricultural Sciences* 6: 1-9. (In Persian with English Abstract).
- Azimzadeh, S. M., Koocheki, A. and Bala, M. 2002.** Effect of different tillage methods on bulk density, proposity, soil moisture content and yield of wheat under dryland conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences* 3: 209-224. (In Persian with English Abstract).
- Bastian, F., Bouziri, L., Nicolardot, B. and Ranjard, L. 2009.** Impact of wheat straw decomposition on successional patterns of soil microbial community structure. *Soil Biology and Biochemistry* 41: 262-275.
- De Gryze, S., Six, J., Brits, C. and Merckx, R. 2005.** A quantification of short-term macro aggregate dynamics: Influences of wheat residue input and texture. *Soil Biology and Biochemistry* 37: 55-66.
- Farooq, M., Flower, K. C., Jabran, K., Wahid, A. and Siddique, K. H. M. 2011.** Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture. *Soil and Tillage Research* 117: 172-183.
- Foroughifar, H. and Poor-Kasmani, M. E. 2002.** Soil science and management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian).
- Ghuman, B. S. and Sur, H. S. 2001.** Tillage and residue management effects on soil properties in a direct drill tillage system. *Soil and Tillage Research* 42: 209-219.
- Gholi, A. and Ezat Ahmadi, M. 2007.** The effect of the amount and timing of nitrogen application on wheat grain protein and nitrogen use efficiency in dryland Zagros. *Agricultural Knowledge* 16: 113-122.
- 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.
- Hobbs, P. R., Sayre, K. and Gupta, R. 2008.** The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 363: 543-555.
- Kazemzadeh, M. and Peighambar Doust, S. H. 2013.** Effect of organic and nitrogen fertilizers on physicochemical properties and bread-making quality of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Journal of Food Research* 23: 179-197. (In Persian with English Abstract).
- Koocheki, A., Fallahpour, F., Khorramdel, S. and Jafari, L. 2014.** Intercropping wheat (*Triticum aestivum* L.) with canola (*Brassica napus* L.) and their effects on yield, yield components, weed density and diversity. *Journal of Agroecology* 6: 11-20. (In Persian with English Abstract).
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mansoori, H. and Moradi, R. 2012.** Assessment of nitrogen flow and use efficiency in the course of production to utilization for wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in Iran. *Journal of Agroecology* 4: 192-200. (In Persian with English Abstract).
- Limon-Ortega, A., Govaerts, B. and Sayre, K. D. 2008.** Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy* 29: 21-28.
- Liu, X., Herbert, S. J., Hashemi, A. M., Zhang, X. and Ding, G. 2006.** Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation: A review. *Plant Soil Environment* 52: 531-543.
- Mahboubi, A. A., Lal, R. and Favsey, N. R. 1993.** Twenty-eight years of tillage effect on two soils in Ohio. *Soil Science* 57: 506-512.

- Mazaheri, D. and Majnon Hoseini, N. 2007.** Fundamental of agronomy. Tehran University Press. (In Persian).
- Mohammadi, K., Nabi Allahi, K., Agha Alikhani, M. and Khormali, 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: 77-91. (In Persian with English Abstract).
- Monzon, J. P., Sadras, V. O. and Andrade, F. H. 2006.** Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) environments. **Field Crops Research** 98: 83-90.
- Moraghebi, F., Akbari Famileh, M. and Houshmandfar, A. 2011.** The effect of amount and time of nitrogen use on the percentage of grain protein and nitrogen use efficiency of the wheat, cultivar Pishtaz, in Saveh region. **Journal of Plants and Ecosystems** 7: 65-76. (In Persian with English Abstract).
- Ozpinar, S. and Cay, A. 2006.** Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay-loam soil in semi-arid North-Western Turkey. **Soil and Tillage Research** 88: 95-106.
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A. and Seyyedi, S. M. 2013.** The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. **Saffron Agronomy and Technology** 1: 55-70. (In Persian with English Abstract).
- Ruffo, M. L. and Bollero, G. A. 2003.** Residue decomposition and prediction of carbon and nitrogen release rates based on biochemical fraction using principle component regression. **Agronomy Journal** 95: 1034-1040.
- Sadeghi, H. and Kazemini, S. A. 2011.** An investigation on physiological characteristics of tow barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars and soil moisture content as affected by straw management and nitrogen rates under dryland conditions. **Iranian Journal of Field Crops Research** 9: 544-556. (In Persian with English Abstract).
- Salehi, F., Bahrani, M. J., Kazemini, S. A., Pakniyat, H. and Karimian, N. A. 2011.** Effects of wheat residue and nitrogen fertilizer rate on some soil properties in common bean cultivation. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources** 25: 209-218. (In Persian with English Abstract).
- 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.
- Seyyedi, S. M. and Rezvani Moghaddam, P. 2011.** Yield, yield components and nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) in mushroom compost, biological fertilizer and urea application. **Journal of Agroecology** 3: 313-323. (In Persian with English Abstract).
- Shamsabadi, H. A. and Rafiee, S. 2007.** Study on the effect of tillage practices and different seed densities on yield of rainfed wheat. **Journal of Agricultural Science and Natural Resources** 13: 95-102. (In Persian with English Abstract).
- Singh, B. R. and Haile, M. 2007.** Impact of tillage and nitrogen fertilization on yield, nitrogen use efficiency of tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) and soil properties. **Soil and Tillage Research** 94: 55-63.
- Soltani, E., Soltani, A., Zeinali, E. and Dastmalchi, A. 2013.** Simulation of nitrogen losses under wheat production in Gorgan using CROPSYST model. **Water and Soil Conservation** 20: 146-163. (In Persian with English Abstract).
- Thierfelder, C. and Wall, P. C., 2010.** Rotation in conservation agriculture systems of Zambia: Effects on soil quality and water relations. **Experimental Agriculture** 46: 309-325.
- Thomason, W. E., Raun, W. R. and Johnson G. V. 2002.** Production system techniques to increase nitrogen use efficiency in winter wheat. **Journal of Plant Nutrition** 25: 2261-2283
- Vukovic, I., Mesic, M., Zgorelec, Z., Jurisic, A. and Sajko K. 2008.** Nitrogen use efficiency in winter wheat. **Cereal Research Communications** 36: 1199-1202.
- 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: 842-848.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 6, No. 1, Spring 2016 (79-88)

Effects of Tillage Systems and Residue Application Rate on Nitrogen Uptake and Use Efficiency in Wheat (*Triticum aestivum* L.)

Elnaz Ebrahimian¹, Alireza Koocheki^{*2}, Mehdi Nassiri Mahallati², Soror Khorramdel³ and Alireza Beheshti⁴

Received: August 21, 2014

Accepted: March 7, 2015

Abstract

To evaluate nitrogen uptake, nitrogen uptake efficiency, nitrogen use efficiency and nitrogen harvest index of wheat (*Triticum aestivum* L.) affected by different tillage systems and wheat residue application, an experiment was conducted as a split block experiment in a randomized complete block design with three replications at Ferdowsi University of Mashhad, Iran, during 2013-2014 growing season. Four different tillage systems (disk, mouldboard plough + disk, sweep plough + disk and chisel plough + disk) were considered as vertical factor and five different crop residue applications (0, 25, 50, 75 and 100% wheat residue) as horizontal factor. The results showed that lowest (2.58%) and highest (2.77%) seed nitrogen percentage were obtained from disk and chisel plough + disk, respectively. Also, the highest nitrogen uptake and use efficiency (60.67% and 17.25 g seed/g soil) were obtained from chisel plough + disk treatment. The results indicated that seed nitrogen percentage, nitrogen uptake and use efficiency significantly increased with increasing the levels of wheat residue, so that application of 75% wheat residue increased nitrogen uptake to 62.2% compared with control treatment. Regarding to the results of this study, it seems that application of wheat residue along with reduced tillage as an ecological approach can be recommended in arid and semi-arid regions of Iran to increase nitrogen uptake and use efficiency.

Keywords: Chisel plough, Mouldboard plough, Nitrogen harvest index

1. Ph. D. Candidate, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. Prof., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3. Assist. Prof., Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4. Assist. Prof., Research Center for Agriculture and Natural Resources, Mashhad, Iran

* Corresponding author: akooch@ferdowsi.um.ac.ir