[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

ارزیابی شاخص‌های کارآیی نیتروژن در تناوب‌های دوگانه گندم در ایلام

رضا نصری[۱]، علی کاشانی[۲*]، فرزاد پاک‌نژاد[۳]، سعید وزان[۳] و مهرشاد براری[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۴)

چکیده

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین تناوب دوگانه و میزان نیتروژن از نظر شاخص‌های کارآیی نیتروژن در سال زراعی ۹۲ - ۱۳۹۱ در ایلام آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی در ۶ سطح شامل گیاهان (پرکو، بوکو، شبدر برسیم، تربچه روغنی و ترکیب سه گیاه رامتیل، فاسلیا، شبدر برسیم) و آیش و فاکتور فرعی کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، توصیه کودی، ۵۰٪ کمتر و ۵۰٪ بیشتر از توصیه کودی) در نظر گرفته شد. بیشترین و کمترین عملکرد اقتصادی به‌ترتیب به تناوب پرکو - گندم و تناوب آیش: گندم تعلق داشت. نتایج آزمایش نشان داد که تناوب زراعی و کود نیتروژن‌دار و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر کارآیی جذب، بهره‌وری و مصرف نیتروژن داشت. بیشترین و کمترین کارآیی مصرف نیتروژن به‌ترتیب در تناوب تربچه‌روغنی - گندم (۲۴/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) و تناوب آیش - گندم (۱۰/۹۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) مشاهده شد، بالا بودن کارآیی مصرف نیتروژن در تناوب تربچه‌روغنی - گندم ناشی از کارآیی بهره‌وری بالای نیتروژن در این تناوب بود. بیشترین و کمترین کارآیی بهره‌وری نیتروژن به‌ترتیب در تناوب تربچه‌روغنی - گندم (۲۵/۵۶ کیلوگرم بر کیلوگرم) و آیش - گندم (۱۵/۰۹ کیلوگرم بر کیلوگرم) مشاهده گردید. تناوب پرکو - گندم با مصرف نیتروژن در حد توصیه کودی برای گندم به‌علت عملکرد اقتصادی و کارآیی مصرف و جذب نیتروژن بالا، مناسب‌تر از سایر تناوب‌ها ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: تناوب، کارآیی بهره‌وری نیتروژن، کارآیی جذب نیتروژن، کارآیی مصرف نیتروژن، گندم

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی دکترا، استاد و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، البرز

۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ali. kashani@kiau.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

مقدمه

تربچه‌روغنی (*Raphanus sativus*) از جنس براسیکا از تیپ‌های توسعه‌یافته خردل است، پرکو گیاه علوفه‌ای از خانواده براسیکا حاصل تلاقی گیاهان تتراپلویید شدهٔ کلزای پاییزه و کلم چینی (*Brassica campestris* L. var.sensulato) می‌باشد. بوکو گیاه آمفی‌پلویید جدیدی است که حاصل تلاقی تتراپلوییدی کلزای پاییزه، کلم‌چینی(*Brassica campestris* L. var.sensulato) و شلغم می‌باشد (۱۱و ۱۵). رامتیل (*Guizotia abyssinica*) متعلق به خانواده آستراسه، فاسلیا (*Phacelia tanacetifolia*) متعلق به خانوادهٔ بوراگیناسه (*Boraginaceae*) (۱۶) و شبدر برسیم از خانوادهٔ بقولات می‌باشد که به‌منظور تولید علوفه کشت می‌شوند.

مطالعه ۴۰ ساله فائو مؤید آن است که ۳۳ تا ۶۰ درصد افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشورهای مختلف مرهون مصرف کود بوده و این سازمان از کود به‌عنوان کلید امنیت غذایی نام برده است. نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف و مؤثر در بهبود رشد و عملکرد گیاهان زارعی است (۱). افزایش تولیدات کشاورزی طی ۵۰ سال گذشته بیشتر به‌دلیل مصرف انواع کودهای نیتروژن‌دار بوده است (۱۲). در حال حاضر از ۴۰۰ میلیون تن کود مصرفی در جهان، ۶۰ درصد آن به‌صورت کود نیتروژنی مصرف می‌گردد (۶).

کارایی مصرف نیتروژن عبارت از تولید خالص اولیه به ازای میزان نیتروژن جذب شده است (۲). کارآیی تبدیل یا بهره‌وری را کیلوگرم مادهٔ خشک تولید شده به ازای کیلوگرم عنصر جذب شده تعریف کرده‌اند (۲۸). راتکه و همکاران (۲۳) نیز بهره‌وری نیتروژن را نسبت عملکرد دانه بر مقدار کل نیتروژن جذب شده گزارش کرده‌اند. در کشورهای پیشرفته کارایی نیتروژن در غلات ۱۵ کیلوگرم دانه به ازای، هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و درصد بازیافت کودهای نیتروژنی ۳۳ درصد است و ۶۷ درصد بقیه نیتروژن به راه‌های مختلف از جمله آبشویی، تصعید و رواناب سطحی، هدر رفته که معادل ۱۵/۹ میلیارد دلار است (۲۴ و ۲۵).

مدیریت استفاده از نیتروژن در مقایسه با اصول مرسوم مورد استفاده کشاورزان باعث شد که کارآیی بازیافت نیتروژن، کارآیی زراعی نیتروژن و بهره‌وری جذب نیتروژن به‌ترتیب از۱۸ درصد، ۳ و۱ کیلوگرم بر کیلوگرم در روش متداول به ۴۴ درصد، ۱۱ و ۵۶ کیلوگرم بر کیلوگرم در روش مدیریت نیتروژن بهبود یابد و در مجموع به‌ترتیب ۱۳۹، ۲۱۴ و ۱۷۹ درصد نسبت به روش متداول افزایش داشتند (۳). با افزایش کاربرد کود نیتروژن کارآیی جذب و بهره‌وری نیتروژن کاهش یافت که در نهایت منجر به کاهش در کارآیی مصرف نیتروژن گردید (۲۱). هاگینز و همکاران (۱۰) نیز دریافتند که در سطوح بالای مصرف کود نیتروژن دار جذب نیتروژن در دسترس به آهستگی افزایش یافت که باعث کاهش در کارآیی مصرف نیتروژن شد. کارآیی بهره‌وری نیتروژن با افزایش در مقدار نیتروژن مصرفی علی‌رغم افزایش در عملکرد دانه، کاهش یافت (۲۰ و ۲۱).

با افزایش کاربرد نیتروژن کارآیی مصرف نیتروژن با اختلاف معنی‌داری بین تمام سطوح کودی کاهش می‌یابد. تفاوت شاخص کارآیی مصرف نیتروژن بین دو شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) و بیشینهٔ مصرف کود نیتروژن (۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در حدود ۴۴ درصد بود. هم‌چنین با افزایش کود نیتروژن کارآیی جذب نیتروژن کاهش یافت (۹). افزایش سطح تنوع زیستی زراعی از طریق تناوب زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در جهت افزایش سطح کارآیی نیتروژن مصرفی در بوم‌نظام‌های زراعی رایج می‌باشد (۱۹). در نظام‌های تناوبی به واسطهٔ بهبود شرایط رشد گیاهان و کاهش عوامل محدود کننده رشد و تولید، بهره‌وری گیاه از منابع موجود به‌ویژه نیتروژن قابل دسترس افزایش یافته و تلفات نیتروژن به حداقل می‌رسد. انتخاب یک نظام تناوبی با کارآیی بالای نیتروژن در کاهش وابستگی نظام‌های زراعی به کود نیتروژن‌دار و در نتیجه کاهش مصرف انرژی و افزایش سطح پایداری سیستم مؤثر است (۵).

رحیمی‌زاده و همکاران (۲۲) گزارش کردند که میزان

کارآیی مصرف، کارآیی جذب و کارآیی بهره‌وری نیتروژن در تناوب های زراعی متفاوت بوده و تحت تأثیر مقادیر متفاوت کود نیتروژن مصرفی قرار گرفت، درحالی که برگشت بقایای محصول پیش کاشت گندم، تأثیر معنی داری بر کارآیی مصرف نیتروژن نداشت. با افزایش مصرف نیتروژن در تمامی تناوب‌های زراعی شاخص‌های کارآیی نیتروژن کاهش یافت. اثر زراعت پیش کاشت بر محصول بعدی در تناوب به عواملی هم چون نوع گیاه، طول دوره رشد گیاه، میزان رطوبت خاک، نوع شخم، نحوهٔ آبیاری، میزان مصرف کود نیتروژن دار در زراعت پیش کاشت، میزان برگشت بقایای محصول پیش کاشت به خاک و کیفیت بقایای برگشتی به خاک بستگی دارد (۲۵). نوع گیاهان کشت شده در سال‌های قبل می‌تواند از طریق ایجاد شرایط متفاوت در خاک (فراهمی نیتروژن، ماده آلی، حجم آب قابل دسترس) موجب بهبود عملکرد گیاه بعدی شود (۱۷). اطلاعات اندکی در مدیریت سیستم کشت مضاعف گندم از جهت مناسب ترین پیش کاشت گندم و مدیریت کود نیتروژن دار وجود دارد و از طرفی ارزیابی مناسبی از کارآیی مصرف نیتروژن در بوم نظام‌های زراعی رایج وجود ندارد. به‌همین دلیل این آزمایش با هدف تعیین مناسب ترین تناوب دوگانهٔ گندم با برگشت بقایا و مقادیر مختلف نیتروژن مصرفی بر کارآیی مصرف و جذب نیتروژن در ایلام طرح‌ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی و خاک‌شناسی آزمایش

محل اجرای آزمایش در موقعیت جغرافیایی۳۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ۴۲ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی در ارتفاع ۱۳۵۷ متر از سطح دریای آزاد در۲۰ کیلومتری ایلام که دارای آب‌وهوای معتدل با میانگین دراز مدت بارندگی سالانه ۵۹۸/۶ میلی‌متر، واقع گردیده است. جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک (جدول ۱) از اعماق ۳۰ - ۰ و۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری خاک به‌عمل آمد.

طرح آزمایشی و صفات مورد مطالعه

ابتدا گیاهان پیش‌کاشت شامل (پرکو، بوکو، شبدر برسیم، تربچه‌روغنی و ترکیب سه گیاه رامتیل، فاسلیا، شبدر برسیم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۴ تکرار کشت گردیدند. کاشت در تاریخ ۱۳۹۱/۵/۲۰ در خطوط با فاصله ۲۰ سانتی‌متر و در ابعاد کرت‌های ۳۰ مترمربعی صورت و برداشت و برگرداندن بقایای گیاهان پیش‌کاشت به خاک جهت افزایش ماده آلی خاک در تاریخ ۱۳۹۱/۷/۲۰ انجام گردید. پس از ۲۰ روز و با پوسیدگی بقایای گیاهی درصد کربن آلی خاک تعیین و آزمایش اصلی (گندم) به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت‌پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اصلی شامل ۶ سطح (شاهد، پرکو، بوکو، شبدر برسیم، ترکیب سه گیاه رامتیل، فاسلیا، شبدربرسیم، و تربچه‌روغنی) و فاکتور فرعی کود نیتروژن از منبع اوره در چهار سطح (صفر (شاهد)، حد مطلوب مورد نیاز گیاه، ۵۰ درصد کمتر از حد مطلوب، ۵۰ درصد بیشتر از حد مطلوب) بود. مقدار مطلوب کود مورد نیاز گیاه براساس راندمان مصرف نیتروژن در ایلام و براساس میزان (OC%) خاک معادل ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص تعیین گردید. بر این اساس مقدار ۵۰ درصد کمتر به‌میزان ۷۵ کیلو نیتروژن خالص و مقدار ۵۰ درصد بیشتر به‌میزان ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص تعیین گردید. کود مورد نیاز از منبع اوره در سه بخش مساوی پیش از کاشت، آغاز پنجه‌دهی و آغاز ساقه‌دهی مصرف گردید. کشت گندم در تاریخ بیستم آبان ماه در خطوط با فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متر و با تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع انجام و برداشت در تاریخ سی‌ام خرداد ماه سال بعد و با دست انجام گردید. برای آبیاری مزرعه از روش آبیاری بارانی استفاده گردید.

برای هر محصول زارعی عملکرد اقتصادی و بیولوژیک از برداشت دو نمونهٔ تصادفی حاصل از دو سطح یک مترمربعی در هرکرت فرعی به‌دست آمد. جهت تعیین وزن خشک، یک نمونه نیم کیلوگرمی از محصول برداشتی پس از خرد کردن در داخل آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت قرار داده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

جدول ۱. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	بافت	شوری (dS/m^2)	اسیدیته	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	وزن مخصوص حقیقی (g/cm^3)
۰-۳۰	لومی‌رسی	۰/۵۸	۷/۹	۱/۰۶	۰/۱۱	۷۶۰	۱۰/۵	۱/۴	۲/۶
۳۰-۶۰	لومی‌رسی	۰/۵۸	۷/۸	۰/۷۶	۰/۰۷	۴۲۰	۴/۴	۱/۶	۲/۶

شد. میزان نیتروژن بافت‌های گیاهی و خاک با استفاده از دستگاه میکروکجلدال به روش هضم تر به‌دست آمد. صفات مورد ارزیابی عبارت بودند از: عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، وزن خشک محصول، میزان نیتروژن موجود در بخش اقتصادی محصول (دانهٔ گندم)، میزان نیتروژن موجود در بقایای به‌جا مانده از محصول گندم و میزان نیتروژن باقی‌مانده در خاک پس از برداشت محصول و در هر نظام تناوبی نیز شاخص‌های کارآیی جذب نیتروژن Nitrogen uptake efficiency (NUpE)، کارآیی بهره‌وری نیتروژن Nitrogen utilization efficiency (NUtE)، کارآیی درونی نیتروژن Nitrogen efficiency ratio (NER)، نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده در تناوب (FNG) و کارآیی مصرف نیتروژن Nitrogen Use Efficiency (NUE) به‌ترتیب براساس روش مول و همکاران (۱۸)، گردون و همکاران (۶)، لوپزبلیدو و لوپزبلیدو (۱۴)، هه‌فر (۷) و لیمون اورتگا و همکاران (۱۳) به‌صورت زیر محاسبه شد:

کارآیی جذب نیتروژن(NUpE)

$$NUpE(kg\,kg^{-1}) = \frac{Nt}{N\,supply} \qquad (۱)$$

که در آن Nt کل نیتروژن جذب شده بر حسب کیلوگرم در واحد سطح توسط گیاهان زراعی در تناوب که برای هر گیاه برابر است با (وزن خشک محصول اقتصادی در واحد سطح × غلظت نیتروژن) + (وزن خشک بقایا در واحد سطح × غلظت نیتروژن) و N_{supply} غلظت نیتروژن عرضه شده درخاک در طی تناوب زراعی برحسب کیلوگرم در واحد سطح هستند. مقدار عرضه نیتروژن خاک شامل مجموع نیتروژن کودی، نیتروژن حاصل از فرآیند مینرالیزاسیون، نیتروژن معدنی باقی‌مانده در خاک و نیتروژن حاصل از باران می‌باشد. به پیشنهاد توی و همکاران (۲۷) مجموع نیتروژن جذب شده در تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) معادل نیتروژن حاصل از فرآیند معدنی شدن نیتروژن آلی، نیتروژن حاصل از باران و نیتروژن باقی‌مانده در خاک در هر تیمار تناوبی لحاظ شد.

کارآیی بهره‌وری نیتروژن (NUtE)

$$NUtE(kg\,kg^{-1}) = \frac{Yeco}{Nt} \qquad (۲)$$

که در آن Y_{eco}، عملکرد اقتصادی کل تناوب زراعی برحسب کیلوگرم ماده خشک در واحد سطح می‌باشد. کارآیی بهره‌وری نیتروژن خود از حاصل ضرب دو مؤلفه کارآیی درونی نیتروژن (NER) و نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده (FNG) به‌دست می‌آید.

کارآیی درونی نیتروژن (NER)

$$NER(kg\,kg^{-1}) = \frac{Yeco}{Ng} \qquad (۳)$$

که در آن Ng، کل نیتروژن جذب شده در محصول اقتصادی (دانه، ریشه یا غده) است که برای هر گیاه برابر است با وزن خشک محصول اقتصادی در واحد سطح × غلظت نیتروژن.

نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده (FNG)

$$FNG(kg\,kg^{-1}) = \frac{Yg}{Nt} \qquad (۴)$$

کارآیی مصرف نیتروژن (NUE):

براساس روش هاگینز و همکاران (۱۰) و ران و همکاران (۲۴)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

تعیین شد.

$$NUE(kg\,kg^{-1}) = \frac{Yeco}{N\,supply} \quad (۵)$$

که در آن Y_{eco}، عملکرد اقتصادی کل تناوب زراعی برحسب کیلوگرم ماده خشک در واحد سطح می‌باشد و N_{supply} غلظت نیتروژن عرضه شده درخاک در طی تناوب زراعی برحسب کیلوگرم در واحد سطح هستند.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد اقتصادی تناوب: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تناوب‌های مختلف بر روی عملکرد اقتصادی کل تناوب در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که تناوب پرکو – گندم با تولید ۱۵۲۷۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد اقتصادی را داشته و تناوب آیش – گندم با تولید ۴۴۹۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد اقتصادی را تولید نمود. هم‌چنین تناوب تربچه‌روغنی – گندم و بوکو – گندم به‌ترتیب با تولید ۱۴۱۰۲ و ۱۳۹۴۴ کیلوگرم در هکتار در یک سطح آماری و تناوب‌های ترکیب سه گیاه (رامتیل، فاسلیا و شبدر برسیم) – گندم و شبدر برسیم – گندم به‌ترتیب با تولید ۱۲۰۶۵ و ۱۱۴۸۷ کیلوگرم در هکتار در سطح آماری دیگری قرار گرفتند (جدول ۳).

تأثیر مصرف تیمارهای کود نیتروژن بر روی عملکرد اقتصادی تناوب در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که مصرف کود نیتروژن منطبق بر توصیه کودی و ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی به‌ترتیب با تولید ۱۳۳۰۹/۸ و ۱۳۱۰۷/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید را داشته و کمترین عملکرد اقتصادی به تیمار شاهد با ۹۹۰۸/۱ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت.

کارآیی جذب نیتروژن (NUpE): نتایج آزمایش نشان داد که تناوب زراعی و کود نیتروژن‌دار و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر کارآیی جذب نیتروژن داشت (جدول ۲). تناوب‌های تربچه‌روغنی – گندم و پرکو – گندم در شرایط مصرف نیتروژن در حد توصیه کودی (به‌ترتیب با ۱/۰۶۵ و ۱/۰۳۷ کیلوگرم بر کیلوگرم) دارای بیشترین NUpE و تناوب آیش – گندم در شرایط مصرف نیتروژن در حد توصیه کودی (با ۰/۵۰۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) دارای کمترین NUpE بود (جدول ۳).

برتری کارآیی جذب نیتروژن درتناوب‌های تربچه‌روغنی – گندم و پرکو – گندم نسبت به سایر تناوب‌ها ناشی از پتانسیل بالای تولید ماده خشک و جذب بیشتر نیتروژن در این تناوب‌های زراعی نسبت به سایر تناوب‌های مورد آزمایش بود. نتایج نشان داد عملکرد کل تناوب پرکو - گندم و تربچه‌روغنی - گندم نسبت به تناوب آیش – گندم به‌ترتیب ۳۴۱ و ۳۱۵ درصد بیشتر بود و این اختلاف ناشی از پتانسیل بالای تولید ماده خشک و توانایی بالای جذب نیتروژن پرکو و تربچه‌روغنی می‌باشد. برتری تیمار توصیه کودی نیتروژن در تناوب پرکو – گندم و تربچه‌روغنی – گندم ناشی از آن است که در این سطح از فراهمی نیتروژن در خاک، پرکو و تربچه‌روغنی به‌خوبی با حداکثر جذب نیتروژن تولید ماده خشک خود را افزایش داده، درحالی‌که در سطوح بالاتر، فراهمی نیتروژن نمی‌تواند تأثیر چندانی در رشد و عملکرد پرکو و تربچه‌روغنی داشته باشد. نتایج آزمایش دیگران نشان داد کارآیی جذب نیتروژن میان تناوب‌های زراعی متفاوت است و کمترین NUpE در کشت متوالی گندم مشاهده شد (۱۴ و ۲۲).

هم‌چنین نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، ابتدا کارآیی جذب نیتروژن افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین کاهش در تناوب آیش – گندم در شرایط مصرف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		مجموع عملکرد اقتصادی	کارآیی جذب نیتروژن	کارآیی بهره‌وری نیتروژن	کارآیی درونی نیتروژن	نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده	کارآیی مصرف نیتروژن
تکرار	۳	۲۰۰۱۷۰۱۷	۰/۰۱۷۱	۳۲/۵	۶۹/۸	۰/۰۰۸۹	۱۱/۷۵
تیمار (تناوب)	۵	۲۴۱۵۸۳۴۵۱**	۰/۱۷**	۲۰۹/۶**	۳۸۸/۹**	۰/۲۵۷**	۳۸۸**
خطای آزمایش اصلی	۱۵	۱۰۵۳۴۹/۵	۰/۰۳۹	۱۱/۰۲	۴۰/۴۸	۰/۰۰۳	۳۱/۵۵
سطوح نیتروژن	۳	۶۲۷۰۷۲۵۴*	۰/۰۷۸**	۴۸/۳**	۱۸/۲**	۰/۰۳۱۹**	۲۰/۸**
تناوب × سطوح نیتروژن	۱۵	۲۹۲۹۷۵۹^{ns}	۰/۰۴۶**	۱۰/۹**	۱۴/۷**	۰/۰۰۲۶*	۷/۲۲*
خطای آزمایش فرعی	۵۴	۲۱۶۸۴/۲	۰/۰۱۴	۴/۶۴۲	۴/۱۳۱	۰/۰۰۱	۵/۵۶
ضریب تغییرات (CV)	–	۱۲/۴	۱۳/۳	۹/۵	۴/۹	۷/۶۳	۱۱/۸

ns، * و **: به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

نیتروژن در حد توصیه کودی و کمترین کاهش در تناوب پرکو – گندم در شرایط ۵۰ درصد کمتر از توصیه کودی نیتروژن مشاهده گردید (جدول ۳). بروز این نتیجه ناشی از آن است که در کشت گندم بعد از آیش به‌دلیل عدم پاسخ مناسب گیاه به نیتروژن مصرفی، افزایش مقادیر زیاد نیتروژن نمی‌تواند تأثیر چندانی در بهبود عملکرد داشته باشد و بنابراین کارآیی جذب نیتروژن در این شرایط اندک است. درحالی‌که درتناوب پرکو– گندم، گیاه پرکو به‌خوبی به افزایش نیتروژن واکنش نشان می‌دهد و تولید ماده خشک درآن افزایش می‌یابد. نتایج مشابه در خصوص کاهش کارآیی جذب نیتروژن با افزایش نیتروژن مصرفی توسط دیگر محققان (۹، ۱۴، ۲۱ و ۲۲) گزارش شده است. به‌نظر می‌رسد علت کارآیی پایین جذب نیتروژن در شرایط کاربرد مقدار زیاد کود نیتروژن‌دار تا حد زیادی ناشی از تفاوت در عملکرد دانه گندم تولیدی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن مصرفی باشد که مستقیماً در جذب نیتروژن از خاک تأثیرگذار است.

کارآیی بهره‌وری نیتروژن (NUtE): تناوب زراعی، کود نیتروژن‌دار و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر کارآیی بهره‌وری نیتروژن داشت (جدول ۲). بیشترین و کمترین NUtE به‌ترتیب در تناوب تربچه‌روغنی – گندم و آیش – گندم مشاهده گردید (جدول ۳). به‌نحوی‌که در تناوب تربچه‌روغنی – گندم به ازای هرکیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط سیستم تناوبی ۲۵/۵۶ کیلوگرم محصول اقتصادی تولید شد درحالی‌که در تناوب آیش – گندم به ازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط سیستم تناوبی ۱۵/۰۹ کیلوگرم محصول اقتصادی تولید شد. از نظر تیمار کود نیتروژن‌دار، تناوب تربچه‌روغنی – گندم در تیمار مصرف نیتروژن ۵۰ درصد کمتر از توصیه کودی به ازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط سیستم تناوبی ۲۶/۸ کیلوگرم محصول اقتصادی تولید نمود، درحالی‌که در تناوب آیش – گندم در شرایط حداکثر مصرف نیتروژن به ازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط سیستم تناوبی ۱۴/۲۳ کیلوگرم محصول اقتصادی تولید شد. مطالعات سایرین نیز نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن مقدار کارآیی بهره‌وری نیتروژن کاهش یافت (۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲). هیرل و همکاران (۸) بیان داشتند که تناوب زراعی با تأثیر بر کارآیی جذب و کارآیی بهره‌وری نیتروژن، بر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۳. مقایسه میانگین شاخص‌های کارآیی نیتروژن در گندم تحت تأثیر تناوب زراعی و سطوح مختلف نیتروژن

تناوب	نیتروژن مصرفی	مجموع عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	کارآیی جذب نیتروژن (کیلوگرم/کیلوگرم)	کارآیی بهره‌وری نیتروژن (کیلوگرم/کیلوگرم)	کارآیی درونی نیتروژن (کیلوگرم/کیلوگرم)	نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده	کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم/کیلوگرم)
آیش – گندم	N_0	۳۳۶۵^{L}	۱^{a}	۱۴/۵۶^{hi}	۵۱/۱۴^{a}	۰/۲۸۷^{h}	۱۱/۶۴^{g}
	N_1	۴۳۰۷/۵^{lk}	۰/۸۱۲^{e}	۱۴/۵۸^{hi}	۴۷/۴۹^{b}	۰/۳۰۵^{h}	۱۲/۱۰^{g}
	N_2	۴۴۰۷/۵^{lk}	۰/۵۰۲^{h}	۱۶/۹۹^{h}	۵۳/۳۴^{a}	۰/۳۲^{h}	۹/۰۶^{g}
	N_3	۵۸۸۲/۵^{k}	۰/۷۳۲^{hg}	۱۴/۲۳^{i}	۴۷/۲۳^{b}	۰/۳۰^{h}	۱۰/۸۹^{g}
پرکو – گندم	N_0	۱۲۵۹۷/۵^{efg}	۱^{a}	۲۵/۲۲^{abcdef}	۳۷/۳۸^{hi}	۰/۶۸۲^{a}	۲۲/۸۲^{bcd}
	N_1	۱۴۶۹۷/۵^{cde}	۰/۹۳۵^{b}	۲۶/۱۱^{abc}	۳۹/۳۸^{fgh}	۰/۶۵۷^{ab}	۲۴/۰۳^{ab}
	N_2	۱۶۹۱۰^{a}	۱/۰۳۷^{a}	۲۳/۳۳^{bcdefg}	۳۹/۱۵^{fghi}	۰/۵۹۷^{bcde}	۲۴/۲۲^{ab}
	N_3	۱۶۸۸۵^{ab}	۱/۰۲^{a}	۲۱/۴۷^{fg}	۳۶/۹۷^{hi}	۰/۵۸۲^{cdef}	۲۱/۹۱^{bcde}
بوکو – گندم	N_0	۱۲۷۸۳^{defg}	۱^{a}	۲۱/۵^{f}	۳۲/۴۲^{j}	۰/۶۶۵^{ab}	۱۹/۷۵^{def}
	N_1	۱۲۹۷۰/۴^{def}	۰/۷۵۵^{hg}	۲۴/۴۲^{abcdef}	۳۶/۷۲^{hi}	۰/۶۶۷^{a}	۱۸/۳۶^{f}
	N_2	۱۴۸۰۷/۹^{bcd}	۰/۸۰۵^{gfe}	۲۳/۲۱^{bcdefg}	۳۷/۱۶^{hi}	۰/۶۲۵^{abcd}	۱۸/۶۷^{ef}
	N_3	۱۵۴۵۰/۴^{abc}	۰/۸۱۷^{e}	۲۲/۴۵^{efg}	۳۷/۴۷^{hi}	۰/۵۹۷^{bcde}	۱۸/۲۴^{f}
شبدر برسیم–گندم	N_0	۸۹۹۹/۷^{j}	۱^{a}	۲۶/۰۵^{abcd}	۴۱/۵۱^{cdef}	۰/۶۲۵^{abcd}	۲۲/۶۶^{bcde}
	N_1	۱۱۵۱۲/۲^{fghi}	۰/۹۳^{b}	۲۶/۲۲^{ab}	۴۳/۸۶^{c}	۰/۵۹۷^{bcde}	۲۴/۲۱^{ab}
	N_2	۱۲۵۳۷/۲^{efgh}	۱/۰۲^{a}	۲۰/۵۴^{g}	۳۹/۳۸^{fgh}	۰/۵۲۲^{fg}	۲۳/۰۷^{abcd}
	N_3	۱۱۷۹۹/۷^{fghi}	۰/۹۲^{b}	۲۰/۳۸^{g}	۳۹/۵۹^{efgh}	۰/۵۱۵^{fg}	۱۸/۸^{ef}
رامتیل، فاسیلیا، شبدر برسیم–گندم	N_0	۱۰۴۹۸/۵^{hij}	۱^{a}	۲۳/۰۷^{cdef}	۳۶/۳۲^{hi}	۰/۶۳۷^{abc}	۲۰/۵۸^{cdef}
	N_1	۱۰۸۲۰/۹^{ghi}	۰/۸۲۵^{de}	۲۳/۰۱^{defg}	۳۶/۷۶^{hi}	۰/۶۲۷^{abcd}	۱۹/۱۵^{ef}
	N_2	۱۴۱۶۵/۹^{cde}	۰/۹۶^{ab}	۲۲/۹۳^{efg}	۳۹/۳۲^{fghi}	۰/۵۸۲^{cdef}	۲۲^{bcde}
	N_3	۱۲۷۷۲/۵^{defg}	۰/۸۷۷^{c}	۲۰/۸۶^{g}	۳۸/۵۹^{fghi}	۰/۵۳۷^{efg}	۱۷/۸۸^{f}
تربچه‌روغنی–گندم	N_0	۱۰۹۸۹/۴^{fghi}	۱^{a}	۲۶/۶۹^{ab}	۴۱/۸۷^{cdef}	۰/۶۴۲^{abc}	۲۳/۷۴^{abc}
	N_1	۱۲۹۶۴/۴^{def}	۰/۹۱۷^{bc}	۲۶/۸^{a}	۴۲/۴۰^{cde}	۰/۶۳۲^{abcd}	۲۴/۲۷^{ab}
	N_2	۱۶۸۱۴/۴^{ab}	۱/۰۶۵^{a}	۲۵/۵۱^{abcde}	۴۱/۹۹^{b}	۰/۵۹۲^{cde}	۲۶/۸۴^{a}
	N_3	۱۵۶۳۹/۳^{abc}	۱/۰۱۹^{a}	۲۳/۲۶^{bcdefg}	۴۲/۹۷^{cd}	۰/۵۷۲^{defg}	۲۳/۶۵^{abc}

N_0: بدون مصرف نیتروژن (شاهد) N_1: ۵۰٪ کمتر از توصیه کودی نیتروژن N_2: مصرف نیتروژن معادل توصیه کودی N_3: ۵۰٪ بیشتر از توصیه کودی نیتروژن

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

۱۸، ۲۰، ۲۱ و ۲۲). هیرل و همکاران (۸) بیان داشتند که تناوب زراعی با تأثیر بر کارآیی جذب و کارآیی بهره‌وری نیتروژن، بر کارآیی مصرف نیتروژن تأثیرگذار است. لوپزبلیدو و همکاران (۱۴) نتیجه گرفتند که کارآیی بهره‌وری نیتروژن در تناوب‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین بهره‌وری نیتروژن در کشت متوالی گندم مشاهده شد. هم‌چنین دولوگو و همکاران (۴) دریافتند که بهره‌وری نیتروژن در تناوب‌های مختلف بسته به مقادیر کود نیتروژن‌دار مصرفی متفاوت است و با افزایش مصرف نیتروژن بیش از حد مطلوب NUtE کاهش می‌یابد.

کارآیی درونی نیتروژن (NER): بیشترین مقدار NER به‌ترتیب در تناوب آیش – گندم و به‌میزان ۴۹/۸۰ کیلوگرم محصول اقتصادی به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی و کمترین مقدار کارآیی درونی نیتروژن در تناوب بوکو – گندم و به‌میزان ۳۵/۹۴ کیلوگرم محصول اقتصادی به ازای هر کیلوگرم نیتروژن مصرفی به‌دست آمد (جدول ۳). بیشترین مقدارNER در تناوب آیش – گندم و با تیمار مصرف کود نیتروژن منطبق بر توصیه کودی و به‌میزان (۵۳/۳۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) و کمترین مقدارNER در تناوب بوکو – گندم و با تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن) و به‌میزان (۳۲/۴۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) به‌دست آمد.

نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده (FNG): تناوب زراعی، کود نیتروژن‌دار و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری برمقدار FNG داشت (جدول ۲). بیشترین مقدار FNG به تناوب‌های زراعی بوکو – گندم و پرکو – گندم (به‌ترتیب ۰/۶۳۸ و ۰/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) تعلق داشت و کمترین مقدارFNG به تناوب زراعی آیش – گندم (۰/۳۰۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) تعلق داشت (جدول ۳). با افزایش کود نیتروژن‌دار FNG کاهش یافت به‌نحوی‌که بیشترین مقدار FNG به‌میزان (۰/۵۹۱کیلوگرم بر کیلوگرم) به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) و کمترین مقدار FNG به‌میزان (۰/۵۶۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) به تیمار کودی ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی تعلق داشت. به‌عبارت دیگر در تناوب‌های زراعی بوکو – گندم و پرکو – گندم بیش از ۶۳ درصد از نیتروژن جذب شده در محصول اقتصادی قابل برداشت متمرکز بوده است و دلیل آن این است که پرکو و بوکو به‌صورت علوفه‌ای برداشت شده و شاخص برداشت بالا در این گیاهان سبب گردیده نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده در این تناوب‌ها بالا باشد. پایین بودن مقدار FNG در تناوب آیش – گندم به‌دلیل عدم تولید محصول اقتصادی در سال آیش می‌باشد. رحیمی‌زاده و همکاران (۲۲)، حسینی و همکاران (۹) گزارش کرده‌اند که با افزایش کود نیتروژن‌دار نسبت نیتروژن محصول اقتصادی به کل نیتروژن جذب شده کاهش یافت به‌نحوی‌که بیشترین مقدار FNG به تیمار شاهد (بدون مصرف کود) و کمترین مقدار FNG به تیمار مصرف نیتروژن ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی تعلق داشت.

کارآیی مصرف نیتروژن (NUE): اثر سطوح مختلف نیتروژن و تناوب بر کارآیی مصرف نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل آنها بر این صفت در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین، با افزایش میزان مصرف نیتروژن کارآیی آن نیز کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که عدم کاربرد کود (شاهد) بیشترین (۲۱/۲۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) و سطح کودی ۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی کمترین (۱۸/۵۸ کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی را در مصرف نیتروژن داشتند (جدول ۳). نتایج حاکی از این است که با افزایش کاربرد نیتروژن کارآیی مصرف نیتروژن با اختلاف معنی‌داری بین تمام سطوح کودی کاهش می‌یابد. تفاوت شاخص کارآیی مصرف نیتروژن بین دو شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) و بیشینه مصرف کود نیتروژن (۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی) در حدود ۳۳ درصد است، به‌نظر می‌رسد که دلیل این کاهش عمدتاً ناشی از این مسئله باشد که رابطهٔ بین مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد دانهٔ گندم خطی نیست (۹). به‌عبارت دیگر با افزایش کاربرد کود نیتروژن به همان میزان عملکرد دانه بهبود نمی‌یابد.

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود که تناوب

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

تربچه‌روغنی – گندم بیشترین (۲۴/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) و سطح تناوب آیش – گندم کمترین (۱۰/۹۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی را در مصرف نیتروژن داشتند. نتایج مشابهی مبنی بر اثر تناوب زراعی و کود نیتروژن‌دار بر کارآیی مصرف نیتروژن گزارش گردیده است (۱۴ و ۲۵). مطالعات سایرین نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن‌دار کارآیی مصرف نیتروژن کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده پایین بودن سودمندی نیتروژن در این شرایط است. بنابراین با افزایش میزان نیتروژن کارایی آن کاهش یافت (۹، ۱۰، ۲۲ و ۲۶).

نتیجه‌گیری

تناوب زراعی، کود نیتروژن‌دار و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر کارآیی جذب نیتروژن داشت و تناوب‌های تربچه‌روغنی – گندم و پرکو – گندم در شرایط مصرف کود نیتروژن‌دار در حد توصیه کودی دارای بیشترین کارآیی جذب نیتروژن و تناوب آیش – گندم در شرایط مصرف کود نیتروژن‌دار در حد توصیه کودی دارای کمترین کارآیی جذب نیتروژن بود. برتری کارآیی جذب نیتروژن درتناوب‌های تربچه‌روغنی – گندم و پرکو – گندم نسبت به سایر تناوب‌ها ناشی از پتانسیل بالای تولید ماده خشک و جذب بیشتر نیتروژن در این تناوب‌های زراعی نسبت به سایر تناوب‌های مورد آزمایش بود. نتایج نشان داد عملکرد کل تناوب پرکو – گندم و تربچه‌روغنی – گندم نسبت به تناوب آیش – گندم به‌ترتیب ۳۴۱ و ۳۱۵ درصد بیشتر بود و این اختلاف ناشی از پتانسیل بالای تولید ماده خشک و توانایی بالای جذب نیتروژن پرکو و تربچه‌روغنی می‌باشد. برتری تیمار توصیه کودی نیتروژن در تناوب پرکو – گندم و تربچه‌روغنی – گندم ناشی از آن است که در این سطح از فراهمی نیتروژن در خاک پرکو و تربچه‌روغنی به‌خوبی با حداکثر جذب نیتروژن تولید ماده خشک خود را افزایش داده، درحالی‌که در سطوح بالاتر، فراهمی نیتروژن نمی‌تواند تأثیر چندانی در رشد و عملکرد پرکو و تربچه‌روغنی داشته باشد. کارآیی مصرف نیتروژن میان تناوب‌های زراعی دوگانه گندم بسته به میزان نیتروژن مصرفی متفاوت بود. تناوب تربچه‌روغنی – گندم از بالاترین کارآیی مصرف و کارآیی بهره‌وری نیتروژن برخوردار بود، درحالی‌که کشت گندم بعد از آیش کمترین کارآیی مصرف نیتروژن را دارا بود. تفاوت شاخص کارآیی مصرف نیتروژن بین دو شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) و بیشینهٔ مصرف (۵۰ درصد بیشتر از توصیه کودی) در حدود ۳۳ درصد بود. هم‌چنین با انتخاب مناسب تناوب زراعی کارآیی مصرف از ۱۰ به ۲۴ درصد افزایش یافت. هرچند کارآیی مصرف نیتروژن در تناوب پرکو – گندم کمتر از تناوب تربچه‌روغنی – گندم بود اما از آنجا که عملکرد کل تناوب پرکو – گندم در شرایط مصرف نیتروژن در حد توصیه و بیشتر از سایر تناوب‌ها بود، تناوب پرکو – گندم با مصرف نیتروژن در حد توصیه کودی برای گندم به‌سبب عملکرد اقتصادی و کارآیی مصرف و جذب نیتروژن بالا، مناسب‌تر از سایر تناوب‌ها ارزیابی شد.

منابع مورد استفاده

1. Bagheri, R., G. H. Akbari, M. H. Kianmehr and Z. Tahmasebie-Sarvestani. 2012. The effect of slow release nitrogen from N enriched cow manure pellet on nitrogen efficiency and some morphological characteristics and grain yield of corn (single cross 704). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 16(59): 199-213. (In Farsi).
2. Brussaard, L., P. C. De Ruiter and G. G. Brown. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121: 233 – 244.
3. Cui, Z., F. Zhang, X. Chen, Y. Miao, J. Li, L. Shi, J. Xu, Y. Ye, C. Liu, Z. Yang, Q. Zhang, S. Huang and D. Bao. 2008. On-farm evaluation of an in-season nitrogen management strategy based on soil N min test. *Field Crops Research* 105: 48–55.
4. Delogu, G., L. Cattivelli, N. Pecchioni, D. Defalcis, T. Maggiore and A. M. Stanca. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *European Journal of Agronomy* 9: 11-20.
5. Franszluebbers, A., F. Hons and V. Saladino. 1995. Sorghum, wheat and soybean production as affected by long-

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]

term tillage, crop sequence and N fertilization. *Plant and Soil* 173: 55-65.
6. Gerdon, W. B., B. A. Whitney and R. J. Raney. 1993. Nitrogen management in furrow irrigated, ridge- tilled corn. *Journal of Production in Agriculture* 6: 213-217.
7. Heffer, P. 2008. Assessment of fertilizer use by crop at the global level. *In:* Proceeding of the International Fertilizer Industry Association, Rue Marbeuf, Paris, France. Available online at: www. Fertilizer.org. Accessed 14 desember 2013.
8. Hirel, B., J. Le Gouis, B. Ney and A. Gallais. 2007. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: toward a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *Journal of Experimental Botany* 58: 2369-2387.
9. Hossaini, R., S. Galeshi, A. Soltani, M. Kalateh and M. Zahed. 2013. Effect of nitrogen application on nitrogen use efficiency parameters in wheat *(Triticum aestivum* L.*). Iranian Journal of Field Crops Research* 11(2):300-306. (In Farsi).
10. Huggins, D. R. and W. L. Pan. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal* 85: 898-905.
11. Kashani, A., J. Bohrani, K. Alami- Saeeid and M. Mesgarbashi. 1986. Science report introduces three varieties of forage plants of the genus Brassica and report preliminary results in Khuzestan. *Iranian Journal of Agricultural Science* 11: 74-78. (In Farsi).
12. Koocheki, A., Z. Bromand-Rezazadeh, M. Nasriri- Mahalati and S. Khoramdel. 2012. Evaluation of uptake and nitrogen use efficiency in winter wheat and maize intercropping delay. *Iranian Journal of Field Crops Research* 10: 327-334. (In Farsi).
13. Limon-Ortega, A., B. Govarets and K. D. Sayre. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy* 29: 21-28.
14. Lopez-Bellido, L., R. J. Lopez-Bellido and R. Redondo. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research* 92(94): 86-97.
15. Lupashku, M. F. 1980. Perko a new fodder crop. *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki,* Moscow, USSR 6: 94-98.
16. Marianne, S. 1994. Rodale institute; managing cover crops profitably, sustainable agriculture research and education program, USDA. Available online at: http://www.advancedagsolutions.com/resources/covercropsprofit2.pdf. Accessed 14 desember 2013.
17. Miller, P., B. McConkey, G. Clayton, S. Brandt, D. Baltensperger and K. Neil. 2002. Pulse crop adaptation in the northen great plains. *Agronomy Journal* 94: 261-272.
18. Moll, R. H., E. J. Kamprath and W. A. Jackson. 1982. Analysis and interpretation of factors, which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 74: 262-264.
19. Montemuro, F., M. Maiorana, D. Ferri and G. Convertini. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and source of N fertilization. *Field Crops Research* 99: 114-124.
20. Muurinen, S., J. Kleemola and P. Peltonen-Sainio. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. *Agronomy Journal* 99: 441-447.
21. Ortiz, R., M. Nurminen, S. Madsen, O. A. Rognil and A. Bjornstad. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. *Euphytica* 126: 283-289.
22. Rahimizadeh, M., A. Kashani, A. Zare-Feizabadi, A. R. Koocheki and M. Nassiri-Mahallati. 2012. Nitrogen use efficiency of wheat as affected by preceding crop, application rate of nitrogen and crop residues. *Australian Journal of Crop Science* 4:363-368.
23. Rathke, G. W., T. Behrens and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape *(Brassica napus* L.*). A Review Agriculture, Ecosystems and Environment* 117: 80–108.
24. Raun, W. R., J. B. Solie, G. V. Johnson, M. L. Stone, R. W. Mullen, K. W. Freeman, W. E. Thomason and E. V. Lukina. 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. *Agronomy Journal* 94: 815–820.
25. Raun, W. R and G. V. Johnson. 1991. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal* 91: 357-363.
26. Soon, Y. K., G. W. Clayton and W. A. Rice. 2001. Tillage and previous effects on dynamics of nitrogen in a wheat-soil system. *Agronomy Journal* 93: 842-849.
27. Thuy, N. H., Y. Shan, B. Singh, K. Wang, Z. Cai, Y. Singh and R. J. Buresh. 2008. Nitrogen supply in rice-based cropping systems as affected by crop residue management. *Soil Science Society of America Journal* 72: 514-523.
28. Tittonell, P., S. Zingore, M. T. Van Wijk, M. Corbeels and K. E. Giller. 2007. Nutrient use efficiencies and crop responses to N, P and manure applications in Zimbabwean soils: exploring management strategies across soil fertility gradients. *Field Crops Research* 100: 348-368.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.27.2]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.327]