

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران



## ارزیابی کارایی نیتروژن در طی روند تاریخی اصلاح ارقام مختلف غلات در ایران: 1-گندم (*Triticum aestivum* L.)

لیلا جعفری<sup>1</sup>، علیرضا کوچکی<sup>2\*</sup> و مهدی نصیری محلاتی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 1394/05/26

تاریخ پذیرش: 1394/08/30

جعفری، ل.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. 1398. ارزیابی کارایی نیتروژن در طی روند تاریخی اصلاح ارقام مختلف غلات در ایران: 1-گندم (*Triticum aestivum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. 11 (2): 655-671.

### چکیده

استفاده کارا از نیتروژن در افزایش بهره‌وری و سودمندی نظام‌های زراعی نقش مهمی ایفا کرده است. بهبود کارایی مصرف نیتروژن به‌عنوان یک راهکار کلیدی در افزایش عملکرد سیستم‌های کشاورزی پایدار از طریق به حداقل رساندن مصرف نهاده‌ها و هدرروی نیتروژن نقش دارد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های عملکرد و شاخص‌های کارایی نیتروژن شامل عملکردهای اقتصادی و بیولوژیک، شاخص برداشت، کارایی‌های مصرف، جذب و استفاده از نیتروژن، بهره‌وری جزئی نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن در ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.)، پژوهشی در سال زراعی 94-1393 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه فاکتور اصلی مقادیر مختلف کود در 12 سطح (نیتروژن از منبع کود اوره 46 درصد: 0، 100، 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار؛ کود دامی: 0، 10، 20 و 30 تن کود دامی در هکتار که به‌ترتیب معادل تقریباً صفر، 100، 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن خالص می‌باشد، ترکیب دو نوع کود نیتروژن شیمیایی و دامی به ترتیب به‌نسبت‌های 0:0، 5:50، 10:100، 15:150 کیلوگرم در هکتار؛ تن در هکتار) و فاکتور فرعی شامل ارقام گندم در 6 سطح (ارقام خیلی قدیمی: روشن و طوسی؛ رقم قدیمی: فلات؛ ارقام جدید: پارس، سیروان و سپاهان) بود. نتایج این پژوهش نشان داد که صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. درحالی‌که اثر برهمکنش نوع رقم با سطوح کودی بر هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود. با کاربرد کودهای اوره، دامی و ترکیب آن‌ها، عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک به‌طور معنی‌دار در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن در ارقام سپاهان و سیروان که هر دو از ارقام جدید بوده به ترتیب به میزان 20/84 کیلوگرم بر کیلوگرم و 14/63 کیلوگرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. بدون در نظر گرفتن نوع منبع کود بکار رفته، با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، شاخص‌های کارایی نیتروژن به‌طور معنی‌دار کاهش یافت. اگرچه بین ارقام مختلف از نظر کارایی استفاده از نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، عملکرد کاه و بیولوژیک تفاوت معنی‌دار وجود داشت اما بین ارقام قدیم و جدید روندی مشاهده نگردید.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی مصرف نیتروژن، کارایی استفاده از نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، ارقام اصلاح شده قدیم و جدید

### مقدمه

در سراسر جهان علاوه بر معرفی ارقام جدید و پرمحصول، مرهون استفاده از نهاده‌های شیمیایی به‌ویژه کودهای نیتروژنی بوده است (Smile, 1999). به‌طوری‌که سهم کودها در بهبود عملکرد در مطالعات مختلف بین 30 تا 50 درصد گزارش شده است (Good et al., 2004). نیتروژن نقش اصلی در تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کند (Barraclough et al., 2010). در شرایطی که نور، آب و دمای مناسب وجود داشته باشد عملکرد ماده خشک و دانه محصولات

افزایش عملکرد محصولات زراعی در طی نیمه دوم قرن گذشته

1- استادیار گروه باغبانی دانشگاه هرمزگان و دانشجوی سابق دکتری دانشگاه فردوسی مشهد

2- استاد گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\* - نویسنده مسئول (Email: akooch@um.ac.ir)

Doi:10.22067/jag.v11i2.49170

بهبود بهره‌وری و سودمندی توأم با کاهش مصرف نهاده‌ها است. تلاش به نژادگرهای غلات مبتنی بر بهبود عملکرد دانه در شرایط مصرف زیاد کود و سموم شیمیایی بوده است. اما کارایی مصرف نیتروژن<sup>2</sup> (NUE) هیچگاه به‌عنوان یک هدف به‌نژادی مدنظر قرار نگرفته است (Barraclough et al., 2010). بنا به تعریف کارایی مصرف نیتروژن عبارت است از عملکرد محصول زراعی به ازای هر واحد نیتروژن قابل‌دسترس در خاک (Moll et al., 1982). طبق این تعریف NUE از حاصل‌ضرب دو مؤلفه کارایی جذب نیتروژن<sup>3</sup> (NUE) و دیگری کارایی بهره‌وری (استفاده) نیتروژن<sup>4</sup> (NUE) تشکیل می‌شود. کارایی جذب نیتروژن گویای مقدار نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه به ازاء هر واحد نیتروژن فراهم‌شده در خاک می‌باشد و توانایی گیاه را در جذب نیتروژن قابل‌دسترس در خاک نشان می‌دهد. کارایی بهره‌وری نیتروژن عبارت است از عملکرد محصول زراعی یا سیستم تناوبی به ازای هر واحد نیتروژن جذب‌شده. به‌عبارت‌دیگر NUE توانایی گیاه را در استفاده از نیتروژن جذب‌شده جهت تولید محصول اقتصادی نشان می‌دهد.

نصیری محلاتی و کوچکی (Nassiri Mahallati & Koocheki, 2015) با ارزیابی روند تغییرات مصرف و بهره‌وری نیتروژن در نظام‌های تولید گندم طی دوره‌ای 40 ساله در ایران بیان کردند که مصرف کودهای نیتروژنی 9/5 برابر افزایش یافته، درحالی‌که افزایش عملکرد گندم در این دوره 3/4 برابر بوده است. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که بهره‌وری نیتروژن در تولید گندم با شیبی معادل 0/19- کیلوگرم در هکتار در سال در حال کاهش بوده و کارایی جذب به حدود 30 درصد نزول یافته است و در مقابل کارایی استفاده از نیتروژن روندی صعودی داشته است. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد که کاهش کارایی مصرف نیتروژن در بوم نظام‌های تولید گندم ایران عمدتاً به دلیل کاهش کارایی جذب این نهاده بوده و افزایش کارایی تبدیل پایین‌بودن بازایافت نیتروژن را جبران نکرده است.

نتایج برخی تحقیقات حاکی از این است که پتانسیل بالاتر عملکرد ارقام پاکوتاه در مقایسه با ارقام پابلند اغلب از طریق تسهیم ماده خشک بیشتر به دانه (افزایش شاخص برداشت دانه) اتفاق افتاده است و افزایش تولید ماده خشک، جذب نیتروژن و یا فتوسنتز کمتر

کشاورزی با میزان فراهمی نیتروژن ارتباط مستقیم دارد. در دهه 1970 میلادی با معرفی ارقام کودپذیر و نیمه پاکوتاه گندم مصرف کود نیتروژن و عملکرد دانه دو برابر شد (Austin, 1999). در واقع بروز پتانسیل ژنتیکی واریته‌های پر محصول گیاهان زراعی در گرو مصرف مقدار کافی نیتروژن است زیرا توسعه کانوبی و جذب مطلوب نور و نیز فتوسنتز و کارایی مصرف نور به شدت تابع مقدار نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه می‌باشند (Singh, 2005).

تغییر نظام‌های تولید به حالت فشرده<sup>1</sup> و تداوم مصرف نهاده‌های شیمیایی باعث شد که از دهه آخر قرن گذشته نگرانی‌های زیست محیطی در مورد آلودگی‌های ناشی از مصرف این نهاده‌ها افزایش یافته و در دهه اول قرن اخیر به یکی از مهمترین مشکلات نظام‌های رایج تولید تبدیل شود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 1996) بیان کردند که اتلاف مستقیم کودها زمانی رخ می‌دهد که بیش از نیاز گیاه زراعی، در زمان و به شکل نامناسب به کار برده شود. از طرف دیگر، تلفات باعث عدم کارایی مصرف کود شده و تولید را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) با بررسی جریان نیتروژن و کارایی مصرف آن در چرخه تولید و مصرف گندم و ذرت در ایران نشان دادند که کل نیتروژن برداشت شده توسط دو گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) و ذرت به ترتیب 387 و 81/7 هزار تن، با کارایی 25 و 60 درصد بود. بیشترین تلفات نیتروژن در سطح مزرعه مربوط به گیاه گندم بود، درحالی‌که در ذرت به‌دلیل کارایی بالاتر جذب نیتروژن، تلفات کمتر از گندم بود.

در کنار این مسئله که عمدتاً بعد محیطی دارد، مطالعات در برخی از نقاط جهان حاکی از آن است که با ادامه مصرف نهاده‌ها واکنش گیاهان زراعی به این مواد شیمیایی در حال کاهش است. به‌عبارت دیگر حتی ارقام پر محصول نیز به ازاء واحد کودهای شیمیایی مصرفی عملکرد کمتری تولید می‌کنند (Giller et al., 2004).

استفاده کارا از نیتروژن در افزایش بهره‌وری و سودمندی نظام‌های زراعی و همچنین کاهش خطرات ناشی از اثرات آلاینده‌ی نیتروژن بر محیط‌زیست نقش مهمی ایفا می‌کند (Dobermann & Cassman, 2004). ارقام جدید و بهبود تولید اقتصادی باعث افزایش مقدار مصرف کودهای شیمیایی و متعاقب آن اثرات نامطلوب زیست محیطی گردید. در سال‌های اخیر چالش پیش روی محققان حفظ یا

2- Nitrogen use efficiency = NUE

3- Nitrogen uptake efficiency = NUPE

4- Nitrogen utilization efficiency = NUtE

1- Intensive

محاسبه انواع شاخص‌های کارایی نیتروژن انجام شده است.

### مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی روند تغییرات کارایی مصرف نیتروژن در ارقام مختلف گندم در طی فرآیند اصلاح آن‌ها از گذشته تاکنون، پژوهشی در سال زراعی 94-1393 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اصلی شامل مقادیر مختلف کود در 12 سطح (نیتروژن از منبع کود اوره 46 درصد: 0، 100، 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار؛ کود دامی: 0، 10، 20 و 30 تن در هکتار که به ترتیب معادل تقریباً صفر، 100، 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن خالص می‌باشد، ترکیب دو نوع کود نیتروژن شیمیایی و دامی به ترتیب به نسبت‌های 0:0، 5:50، 10:100، 15:150 کیلوگرم در هکتار: تن در هکتار) و فاکتور فرعی شامل ارقام گندم در 6 سطح (ارقام خیلی قدیمی: روشن و طوسی؛ رقم قدیمی: فلات؛ ارقام جدید: پارسی، سیروان و سپاهان) بود.

هر تکرار شامل 72 کرت آزمایشی با ابعاد  $2 \times 1/5$  متر و مساحت 3 متر مربع بود که با در نظر گرفتن یک متر فاصله بین تکرارها مساحت کل مزرعه آزمایشی تقریباً 3500 متر مربع در نظر گرفته شد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قبل از کشت، از خاک مزرعه آزمایشی نمونه برداری انجام شد. نمونه مرکب که حاصل از ترکیب 5 نمونه از عمق 30-0 سانتی‌متری خاک بود، در آزمایشگاه گروه زراعت دانشگاه فردوسی مشهد از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ارزیابی شد (جدول 1). در این طرح برای تعیین میزان نیتروژن موجود در خاک (نمونه برداری قبل از کاشت گیاه و پس از برداشت) و گیاه (نمونه برداری گیاه در زمان رسیدگی از دانه و کاه) از دستگاه کج‌للال و سپس جهت تعیین مقدار نیتروژن موجود در واحد سطح برحسب (کیلوگرم در هکتار) از حاصل ضرب مقدار نیتروژن موجود در هر نمونه برحسب (گرم در کیلوگرم) و وزن خشک آن نمونه برحسب (تن در هکتار) استفاده شد. از طرف دیگر بر اساس نتایج آزمایشگاهی میزان نیتروژن خالص موجود در کود دامی حدود 1 درصد تعیین شد (جدول 2).

مورد توجه قرار گرفته است (Austin, 1999; Cox et al., 1988; Slafer & Andrade, 1991; Brancourt-Hulmel et al., 2003) از طرف دیگر حداکثر عملکرد گندم در شرایط تأمین نیتروژن زیاد به دست می‌آید و ارقام جدید گندم به دلیل این که تعداد دانه بیشتری در سنبله دارند، در شرایطی که جذب نیتروژن کل و ماده خشک یکسان باشد، در مقایسه با ارقام قدیمی عملکرد دانه بیشتری دارند. این موضوع نشان‌دهنده بیشتر بودن کارایی استفاده نیتروژن دانه در ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیمی است (Fisher & Wall, 1976).

مطالعات مختلف نشان می‌دهند که ارقام گندم از نظر کارایی مصرف نیتروژن با هم تفاوت دارند. در مطالعه‌ای که توسط ون سانفورد و مک کان (Van Sanford & MacKown, 1986) در آمریکا انجام شد تفاوت معنی‌داری در کارایی مصرف نیتروژن بین 25 رقم مشاهده شد. در این مطالعه نقش کارایی جذب نیتروژن در ایجاد این تفاوت‌ها 54 درصد تخمین زده شد و برهمکنش ژنوتیپ و محیط نقشی در ایجاد این تفاوت نداشتند. در پژوهشی دو ساله، دوگا و وینز (Dhugga & Waines, 1989)، رقم گندم شامل ارقام جدید و قدیم را در سه سطح نیتروژن مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که از نظر کل کارایی جذب نیتروژن و همچنین کارایی استفاده نیتروژن دانه بین ارقام تفاوت وجود داشت و کارایی جذب نیتروژن 62 تا 70 درصد در ایجاد تفاوت کارایی مصرف نیتروژن نقش داشت. در مکزیک اورنیز-موناستریو و همکاران (Ortiz-Monasterio et al., 1997) در مطالعه‌ای سه ساله، 10 رقم جدید و قدیم گندم را در چهار سطح نیتروژن مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که ارقام پابلند با ارقام پاکوتاه و همچنین بین ارقام پاکوتاه تفاوت ژنتیکی از نقطه نظر جذب نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن دانه تفاوت ژنتیکی مشاهده شد.

آگاهی از روند بلندمدت تغییر در بهره‌وری نهاده‌های شیمیایی (به ویژه کودها) توسط گیاهان و ارقام زراعی از جمله گندم برنامه‌ریزان را قادر خواهد ساخت تا با ارائه الگوهای نوین ضمن کاهش خطرات و پی‌آمدهای زیست‌محیطی مصرف بی‌رویه این نهاده‌ها عملکرد محصولات زراعی را در سطح مطلوب حفظ کنند. لذا این پژوهش به منظور بررسی میزان تغییرات کارایی مصرف، جذب و استفاده نیتروژن در ارقام مختلف گندم در طی فرآیند تاریخی اصلاح این ارقام در ایران و تعیین بهترین سطوح کودی، نوع کود و ترکیب کود دامی و شیمیایی در رابطه با مقدار بهینه کارایی مصرف نیتروژن از طریق

جدول 1- خصوصیات فیزیوشیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physicochemical characteristics of experimental location

بافت	کربن آلی	نیترژن کل	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی
Texture	Organic Carbon (%)	Total Nitrogen (%)	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)	pH	EC (d.m <sup>-1</sup> )
لومی - شنی Loam clay	0.67	0.079	12.5	108	7.87	1.13

جدول 2- خصوصیات فیزیوشیمیایی کود دامی مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Chemical characteristics of organic used in the experiment

نیترژن کل	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی
Total nitrogen (%)	Phosphorus (ppm)	Potassium (ppm)	pH	EC (dS.m <sup>-1</sup> )
0.98	620	3175	8.1	6/8

کارایی باز یافت نیترژن یا جذب ( $NUpE$ ، درصد) از معادله 2 به دست آمد (Moll et al., 1982):

$$NUpE = \frac{N_u}{N_f} \times 100 \quad \text{معادله (2)}$$

که در آن  $N_u$  نیترژن جذب شده توسط گیاه در قسمت هوایی (کیلوگرم در هکتار) و  $N_f$  مقدار نیترژن کودی مصرف شده (کیلوگرم در هکتار) می باشند.

کارایی استفاده از نیترژن ( $NUE$ ، کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم نیترژن جذب شده) که به کارایی تبدیل نیترژن نیز موسوم است از معادله 3 محاسبه شد (Moll et al., 1982):

$$NUE = \frac{GY_{fertilized} - GY_{unfertilized}}{N_u} \quad \text{معادله (3)}$$

بهره‌وری جزئی نیترژن ( $NPFP$ )<sup>1</sup> که نسبت عملکرد دانه به میزان نیترژن کودی مصرف شده است (کاسمن و همکاران، 2002) با استفاده از معادله 4 محاسبه شد:

$$NPFP = \frac{GY}{N_f} \quad \text{معادله (4)}$$

شاخص برداشت نیترژن<sup>2</sup> ( $NHI$ ) که در حقیقت نسبتی از نیترژن موجود در اندام هوایی است که به دانه‌ها منتقل شده است به کمک معادله 5 محاسبه گردید:

$$NHI = \frac{N_g}{N_u} \times 100 \quad \text{معادله (5)}$$

که در آن  $N_g$  میزان نیترژن جذب شده دانه و  $N_u$  نیترژن جذب شده توسط گیاه در قسمت هوایی می باشند.

عملیات تهیه بستر کاشت در اواسط آبان 1392 مطابق عرف رایج منطقه انجام شد. یک سوم کود نیترژن مورد نظر برای هر کدام از تیمارهای کودی به هنگام کاشت و یک سوم دیگر در مرحله 5 برگی و باقیمانده در ابتدای مرحله ساقه‌رفتن و قبل از گلدهی به کار رفت. کود دامی نیز به صورت قبل از کاشت و مخلوط با خاک استفاده شد. بذر ارقام مختلف گندم با تراکم تقریبی 200000 بوته در هکتار و به صورت دست‌پاش کاشته شد. آبیاری کرت‌ها به فاصله زمانی هفت روز و به صورت آبیاری تحت فشار انجام شد. مدیریت علف‌های هرز نیز با استفاده از وجین دستی مکرر در طی فصل انجام شد. از هیچ نوع آفت کش در آزمایش استفاده نشد.

صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، شاخص‌های کارایی مصرف نیترژن، کارایی جذب نیترژن، کارایی استفاده از نیترژن، بهره‌وری جزئی نیترژن، سهم نیترژن کودی در افزایش عملکرد و شاخص برداشت نیترژن بود. در اواسط خرداد سال 1393 جهت محاسبه عملکرد اقتصادی و بیولوژیک و شاخص برداشت به صورت کف بر کل بوته‌های گندم هر کرت برداشت شد. کارایی مصرف نیترژن ( $NUE$  کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم نیترژن مصرف شده) با استفاده از معادله 1 (Moll et al., 1982) محاسبه گردید:

$$NUE = \frac{GY_{fertilized} - GY_{unfertilized}}{N_f} \quad \text{معادله (1)}$$

که در آن،  $GY_{fertilized}$  عملکرد دانه با مصرف نیترژن،  $GY_{unfertilized}$  عملکرد دانه بدون مصرف نیترژن و  $N_f$  میزان کود مصرفی می باشند.

1- Partial Nitrogen Productivity

2- Nitrogen Harvest Index

جدول 3- تجزیه واریانس اثر ارقام و سطوح مختلف کودی بر عملکرد و شاخص های برداشت گندم

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) the effect of different varieties and fertilizers levels on yield and harvest indices of wheat

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares			
		عملکرد دانه Grain yield	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	316904.9 <sup>ns</sup>	10077454 <sup>ns</sup>	16823671 <sup>ns</sup>	89.93 <sup>ns</sup>
ارقام گندم Wheat cultivar	5	**4705064.1	9202402 <sup>*</sup>	14893061 <sup>*</sup>	**232.71
سطوح کودی Fertilizer Levels	11	**41307186.4	**139186508	**329648335	55.97 <sup>ns</sup>
ارقام گندم × سطوح کودی Wheat cultivar × Fertilizer Levels	55	475452.7 <sup>ns</sup>	1516100 <sup>ns</sup>	1586078 <sup>ns</sup>	37.11 <sup>ns</sup>
اشتباه Error	142	376845.3	3824329	4808594	40.48
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		17.42	30.07	22.87	17.89
<b>R</b>		0.91	0.76	0.85	0.45

\*\*\*، \* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری  
\*\*\*, \* and ns: are significant at p≤0.01 and p≤0.05 and no significant, respectively.

جدول 4- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ارقام گندم و سطوح مختلف کودی بر شاخص های کارایی گندم

Table 4- Analysis of variance (means of squares) the effect of different varieties and fertilizers levels on efficiency indices of wheat

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		کارایی مصرف نیتروژن NUE	کارایی جذب نیتروژن NuPE	کارایی استفاده از نیتروژن NuTE	بهره وری جزئی نیتروژن NPPF	شاخص برداشت نیتروژن NHI
تکرار Replication	2	19.52 <sup>ns</sup>	183.67 <sup>ns</sup>	29.79 <sup>ns</sup>	33.08 <sup>ns</sup>	79.51 <sup>ns</sup>
ارقام گندم Wheat cultivar	5	152.4 <sup>**</sup>	660.33 <sup>*</sup>	159.25 <sup>*</sup>	195.83 <sup>**</sup>	311.61 <sup>**</sup>
سطوح کودی Fertilizer Levels	8	383.99 <sup>**</sup>	2171.12 <sup>**</sup>	1148.71 <sup>**</sup>	1234.54 <sup>**</sup>	187.04 <sup>**</sup> (df: 11)
ارقام گندم × سطوح کودی Wheat cultivar × Fertilizer Levels	40	12.88 <sup>ns</sup>	117.6 <sup>ns</sup>	47.13 <sup>ns</sup>	13.27 <sup>ns</sup>	52.75 <sup>ns</sup> (df: 55)
اشتباه Error	106	17.39	239.79	51.68	20.37	51.92 (df: 142)
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		22.83	26.81	20.79	16.16	12.5
<b>R</b>		0.72	0.53	0.42	0.85	0.5

\*\*\*، \* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری  
\*\*\*, \* and ns: are significant at p≤0.01 and p≤0.05 and no significant, respectively.

تفاوت معنی داری نداشت. روند تغییرات عملکرد بیولوژیک تقریباً مشابه با عملکرد دانه بود به طوری که کمترین عملکرد بیولوژیک در رقم سیروان مشاهده شد. از آنجا که شاخص برداشت بیانگر نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است بنابراین ارقامی که عملکرد دانه کمتری به ازای عملکرد بیولوژیک تولید کردند، این صفت در آن‌ها کمتر بود. به طوری که کمترین شاخص برداشت در دو رقم طوسی و سیروان به دست آمد. عملکرد دانه پایین در رقم طوسی و تولید بیوماس بیشتر و اختصاص آسیمیلات کمتر به دانه در رقم طوسی موجب کاهش معنی دار شاخص برداشت در این رقم گردید. از طرف دیگر عملکرد بالای دانه به ازای زیست توده تولیدی در رقم فلات موجب افزایش معنی دار شاخص برداشت در مقایسه با ارقام روشن، طوسی و سیروان گردید. به نظر می‌رسد واکنش به تاریخ کاشت موجب ایجاد تفاوت در ویژگی‌های عملکردی ارقام گردید. در این مطالعه به دلیل تأخیر در کاشت گندم ارقامی که جهت جوانه‌زنی به درجه - روز رشد بیشتری جهت تکمیل مراحل رشدی خود نیاز داشتند (ارقام مناطق معتدل) دیرتر جوانه‌زده و با توجه به عدم تأمین نیاز حرارتی جهت گلدهی، بیشتر در مرحله رویشی باقی مانده و دیرتر به مرحله گلدهی رسیده‌اند. این موضوع موجب کاهش عملکرد دانه و در نتیجه کاهش شاخص برداشت در این ارقام گردید. به عنوان مثال رقم سیروان که جهت کشت در مناطق معتدله مناسب می‌باشد (Najafian et al., 2012) به دلیل تأخیر در تاریخ کاشت، جهت تکمیل مراحل رشدی خود درجه - روز رشد کافی دریافت نکرده و جوانه‌زنی آن با تأخیر انجام شد که این موضوع از طریق کاهش دوره رویشی موجب کاهش معنی دار عملکرد دانه و کاهش شاخص برداشت این رقم در مقایسه با سایر ارقام گردید (جدول 5). همچنین این رقم در اثر کاهش رشد رویشی، تولید آسیمیلات کمتر و در نتیجه کاهش عملکرد دانه، به طور معنی دار در مقایسه با سایر ارقام شاخص برداشت کمتری داشت.

#### اثر سطوح و نوع کود بر عملکرد گندم

نتایج جدول 5 نشان داد که با کاربرد کودهای اوره، دامی و ترکیب آن‌ها، عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک به طور معنی دار در مقایسه با شاهد افزایش یافت. به جز شاخص برداشت، بیشترین و کمترین میانگین صفات عملکرد به ترتیب در تیمارهای کاربرد 300 کیلوگرم کود نیتروژن و شاهد (بدون کاربرد کود) مشاهده شد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم-افزار<sup>1</sup> SAS نسخه 9/2 استفاده شد. میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت. جهت برآزش معادلات مربوطه نیز از نرم‌افزار Sigmaplot استفاده شد.

#### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در جداول 3 و 4 ذکر شده است. با توجه به این نتایج، ملاحظه می‌گردد که عملکرد ارقام گندم بر شاخص برداشت، کارایی مصرف نیتروژن (NUE) و شاخص برداشت نیتروژن (NHI) در سطح آماری پنج درصد و بر سایر صفات ارزیابی شده در سطح یک درصد معنی دار بود. شاخص برداشت گندم تحت تأثیر سطوح مختلف کودی قرار نگرفت در حالی که سایر صفات به طور معنی دار در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر قرار گرفتند. اثر برهمکنش رقم گندم با سطوح کودی بر هیچ یک از صفات ارزیابی شده معنی دار نبود (جدول 3 و 4).

#### عملکرد ارقام مختلف گندم

مقایسه عملکرد دانه، کاه، بیولوژیک و شاخص برداشت بین ارقام مختلف گندم در جدول 5 نشان داده شده است. به طور کلی به جز رقم سیروان که به طور معنی داری عملکرد دانه کمتری داشت، تفاوت معنی داری بین عملکرد دانه سایر ارقام مشاهده نشد. بیشترین (2825 کیلوگرم در هکتار) و کمترین (3786/2 کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به ترتیب در ارقام فلات (از ارقام قدیمی) و سیروان (از ارقام جدید) مشاهده شد (جدول 5). همان گونه که ملاحظه می‌شود مقادیر عملکرد دانه و بیولوژیک کمتر از مقادیر مورد انتظار است این کاهش به دلیل تنک بودن کرت‌ها در نتیجه یخبندان ناگهانی در هنگام سبز شدن دانه‌ها بود.

بیشترین عملکرد کاه در رقم طوسی (خیلی قدیمی) و به میزان 7299/6 کیلوگرم در هکتار ملاحظه شد. ارقام روشن و سپاهان نیز دارای عملکرد کاه بالایی بودند که با رقم طوسی تفاوت معنی داری نداشتند. کمترین عملکرد کاه در رقم فلات (قدیمی) و به میزان 6058/1 کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با سایر ارقام به جز طوسی

1-Statistical Analysis System 9.2

جدول 5- مقایسه میانگین اثر ارقام و سطوح مختلف کود بر عملکرد و شاخص برداشت گندم  
 Table 5- Means comparison of the effect of different varieties and fertilizer levels on yield and harvest index of wheat

تیمارهای آزمایش Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار) Straw yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
<b>ارقام گندم</b> Wheat cultivar				
روشن Roshan	3731.5 a*	6876.4 ab	10607.9 a	34.99 bc
سپاهان Sepahan	3720.6 a	6427.8 ab	10148.4 ab	36.76 ab
فلات Falat	3786.2 a	6058.1 b	9844.3 ab	38.62 a
طیسی Tabasi	3490.7 a	7299.6 a	10790.3 a	32.55 c
پارسی Parsi	3492.2 a	6108.4 b	9700.6 ab	37.58 ab
سیروان Sirvan	2825 b	6269.3 b	9094.3 b	32.82 c
<b>سطوح کودی</b> Fertilizer levels				
N <sub>0</sub>	1334.9 e	2700.7 f	4035.6 e	33.88 b
N <sub>1</sub>	3805.2 cd	7110.6 cde	10915.8 cd	34.89 ab
N <sub>2</sub>	4770.6 b	8270.6 bc	13041.2 b	36.89 ab
N <sub>3</sub>	5767.3 a	11825.3 a	17592.5 a	33.52 b
M <sub>0</sub>	1246.7 e	2547 f	3793.7 e	34.15 b
M <sub>1</sub>	3430.1 d	5961.2 e	9391.3 d	37.89 ab
M <sub>2</sub>	3689.3 cd	6767.8 de	10457.1 cd	35.81 ab
M <sub>3</sub>	4787.4 b	7984.6 bcd	12772 b	39.26 a
M <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	1231.2 e	2497.8 f	3729 e	33.76 b
M <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	3497.2 d	6598.6 de	10098.5 cd	35.01 ab
M <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	3997.9 c	7186.2 bcde	11184.1 c	36.01 ab
M <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	<sup>b</sup> 4733.4	<sup>b</sup> 8579	<sup>b</sup> 13312.4	<sup>ab</sup> 35.78

\* در هر ستون و برای هر جزء میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند  
 \*\* N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> و N<sub>3</sub>: به ترتیب 0، 100، 200 و 300 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به فرم اوره، M<sub>0</sub>، M<sub>1</sub>، M<sub>2</sub> و M<sub>3</sub>: به ترتیب 0، 10، 20 و 30 تن کود دامی در هکتار.  
 M<sub>0</sub>N<sub>0</sub>، M<sub>1</sub>N<sub>1</sub>، M<sub>2</sub>N<sub>2</sub> و M<sub>3</sub>N<sub>3</sub>: به ترتیب 0:0، 5:50، 10:100 و 15:150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به فرم اوره به تن کود دامی در هکتار

\* Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 5% probability level

تأثیر کاربرد کود نیتروژن شیمیایی در این افزایش بیشتر بود به طوری که بالاترین سطح کود نیتروژن منجر به افزایش 335/9 درصدی عملکرد بیولوژیک گردید در حالی که این میزان افزایش برای کودهای دامی و تلفیقی به ترتیب 236/7 و 257/0 درصد بود. از طرف دیگر بررسی روند تغییرات شاخص برداشت نشان داد که این صفت در مقایسه با سایر صفات کمتر تحت تأثیر نوع و میزان کود قرار گرفت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2015) در نتایج فراتحلیل

کاربرد انواع کودها در سطوح پایین تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت ولی در سطوح بالاتر، تیمار نیتروژن شیمیایی تفاوت معنی داری با تیمار کود دامی و تلفیق دامی و شیمیایی داشت (جدول 5). با افزایش میزان نیتروژن، عملکرد کاه به طور معنی دار افزایش یافت اما این افزایش در حضور نیتروژن شیمیایی، از سایر کودها (دامی و تلفیقی) بیشتر بود. کاربرد کود (شیمیایی، دامی و تلفیقی) باعث افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک در مقایسه با تیمار شاهد گردید اما



در نتیجه کارایی مصرف نیتروژن افزایش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روند تاریخی اصلاح ارقام گندم در ایران طی 60 سال گذشته تأثیری بر کارایی مصرف نیتروژن نداشته و همچنین بیانگر این مطلب است این کارایی با شیب 0/02 در سال در حال کاهش است (شکل 1).

بدون در نظر گرفتن نوع منبع کود به کار رفته، با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، کارایی مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌دار کاهش یافت، به طوری که بیشترین کارایی مصرف در تیمار 100 کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد (جدول 6). در مقادیر 200 و 300 کیلوگرم نیتروژن، تلفیق (کاربرد همزمان) کودهای نیتروژن شیمیایی با دامی، کارایی مصرف نیتروژن در مقایسه با کاربرد جداگانه این کودها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. از طرف دیگر در تیمار 200 کیلوگرم نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن در حضور کود اوره بیشتر از کود دامی بود. اما در مقادیر بیشتر از 200 کیلوگرم نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن کاهش معنی‌داری نشان نداد. به‌نظر می‌رسد که تمامی نیتروژن موجود در کود دامی در طول فصل رشد گندم آزاد نشده و یا این‌که آزاد سازی نیتروژن با حداکثر نیاز گیاه به نیتروژن همزمان نبوده است. کود اوره در سه مرحله و همزمان با نیاز گیاه مصرف‌شده، لذا کارایی مصرف بالاتری نسبت به کود دامی داشته است. نتایج نشان داد که به ازای افزایش هر کیلوگرم کود مصرفی، کارایی مصرف با شیب 0/053 در سال کاهش یافته است (شکل 1). نتایج برخی آزمایش‌ها در مورد غلات پاییزه مؤید این مطلب است که تعدیل در کاربرد مقادیر کود شیمیایی نیتروژن و یا تقسیط آن استراتژی‌های مناسبی برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن هستند. کارایی پایین کود شیمیایی به دلیل کاربرد مقادیر بالای کود شیمیایی است، خصوصاً زمانی که نیتروژن معدنی موجود در خاک قبل از کشت و یا نیتروژن معدنی‌شده در طول فصل رشد نادیده گرفته شود (Lopez-Bellido et al., 2005; Arregui & Quemada, 2000).

#### کارایی استفاده از نیتروژن (NuTE)

کارایی استفاده نیتروژن (NuTE) بیانگر عملکرد دانه به ازای مقدار نیتروژن جذب‌شده است که به کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن یا کارایی تبدیل نیز موسوم می‌باشد (Moll et al., 1982). این شاخص در واقع توانایی گیاه در استفاده از نیتروژن موجود در اندام‌های مختلف برای تولید دانه را نشان می‌دهد.

پژوهش‌های مربوط به مصرف کود نیتروژن در تولید غلات ایران نشان دادند که در هر سه محصول تحت بررسی (گندم، برنج و ذرت) تأثیر کودهای نیتروژنه بر افزایش عملکرد دانه و ماده خشک معنی‌دار بوده در حالی که بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود.

#### اثر ارقام مختلف گندم بر مؤلفه‌های کارایی نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن (NUE)

اثر نوع رقم بر تغییر مؤلفه‌های کارایی نیتروژن گندم در جدول 6 نشان داده شده است. بیشترین و کمترین کارایی مصرف نیتروژن در ارقام سپاهان و سیروان که هر دو از ارقام جدید بوده به‌ترتیب به میزان 20/84 کیلوگرم بر کیلوگرم و 14/63 کیلوگرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. رقم سیروان به‌طور معنی‌داری کارایی مصرف نیتروژن پایین‌تری در مقایسه با سایر ارقام داشت در حالی که بین سایر ارقام تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. کارایی مصرف نیتروژن بیانگر مقدار زیست توده اندام هوایی یا عملکرد دانه تولید شده در واحد نیتروژن قابل دسترس می‌باشد (Moll et al., 1982). از آن‌جا که رقم سیروان به عنوان یک رقم نسبتاً دیررس پتانسیل بالایی از نظر تولید پنجه و دانه فراوان دارد (Najafian et al., 2012) و از طرفی شرایط مناسب رشد برای این رقم به دلیل عدم تأمین نیاز حرارتی مورد نیاز فراهم نشده است، این امر منجر به کاهش تولید مواد آسمیلات به ازای نیتروژن در دسترس‌شده است که در نتیجه باعث تولید دانه‌های کوچک و چروکیده همراه با کاهش عملکرد در این رقم شد. بنابراین کارایی مصرف نیتروژن این رقم به‌طور معنی‌دار کمتر از سایر ارقام گردید (جدول 6). همچنین با توجه به فرمول کارایی مصرف نیتروژن عملکرد دانه رقم سیروان در تیمار شاهد و تیمارهای کودی اختلاف کمتری نسبت به سایر ارقام داشته و این رقم با کارایی کمتری از نیتروژن مصرفی استفاده کرده است. در بین سایر ارقام از نظر کارایی مصرف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. علیرغم این‌که رقم طبری (رقم خیلی قدیمی) به‌طور معنی‌دار دارای عملکرد بیولوژیک بیشتری در مقایسه با سایر ارقام است (جدول 5) دارای کارایی مصرف نیتروژن پایینی بود. در حالی‌که ارقامی که توانستند زیست توده بیشتر و در نتیجه عملکرد دانه بیشتری تولید کنند، کارایی مصرف نیتروژن بیشتری داشتند. در این مطالعه رقم سپاهان به دلیل زودرس‌بودن (Ghandi et al., 2009) گلدهی آن در مقایسه با سایر ارقام زودتر انجام گرفت و در نتیجه به دلیل دوره پرشدن دانه بیشتر، عملکرد دانه و

نیتروژن همراه نبوده بلکه شیب تغییرات آن در ارقام جدید به صورت نزولی بوده است (شکل 2). نوع رقم بر کارایی استفاده نیتروژن در مقایسه با کارایی مصرف نیتروژن تأثیر معنی دار بیشتری داشت. به طوری که بیشترین (36/7) و کمترین (31/1) میزان کارایی استفاده به ترتیب در ارقام سپاهان و سیروان به دست آمد (جدول 6).

به عقیده مونتومورو و همکاران (Montemuro et al., 2006) دو عامل اساسی در افزایش کارایی بکارگیری نیتروژن عبارت است از جذب نیتروژن کافی از خاک تا قبل از گلدهی گیاه و همچنین جذب نیتروژن در طی مراحل انتهایی رشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پیشرفت‌های ژنتیکی انجام شده طی 60 سال گذشته در جهت افزایش عملکرد گندم در ایران، نه تنها با افزایش کارایی استفاده از

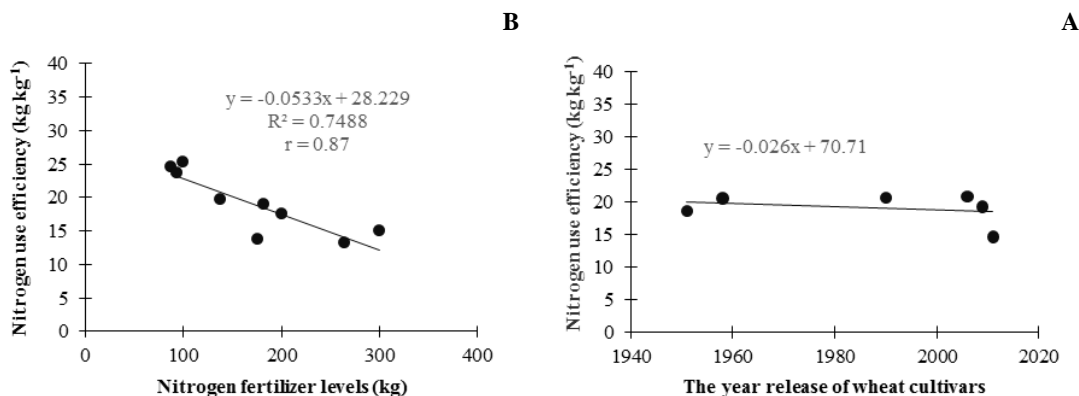
جدول 6- مقایسه میانگین اثر ارقام و سطوح مختلف کود بر شاخص های کارایی گندم  
Table 6- Means comparison of the effect of different cultivar and fertilizer levels on efficiency indices of wheat

تیمارهای آزمایش Treatments	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) NUE (kg.kg <sup>-1</sup> )	کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) NUE (kg.kg <sup>-1</sup> )	بهره‌وری جزئی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) PFPP (kg.kg <sup>-1</sup> )	کارایی جذب نیتروژن (درصد) NUpE (%)	شاخص برداشت (درصد) NHI (%)
<b>ارقام گندم</b> Wheat cultivar					
روشن Roshan	20.59 <sup>a*</sup>	36.35 <sup>ab</sup>	29.58 <sup>a</sup>	61.88 <sup>a</sup>	55.69 <sup>bc</sup>
سپاهان Sepahan	20.84 <sup>a</sup>	36.7 <sup>a</sup>	29.33 <sup>a</sup>	58.29 <sup>a</sup>	59.42 <sup>a</sup>
فلات Falat	20.66 <sup>a</sup>	36.58 <sup>ab</sup>	29.81 <sup>a</sup>	59.54 <sup>a</sup>	59.08 <sup>ab</sup>
طیسی Tabasi	18.62 <sup>a</sup>	32.38 <sup>bc</sup>	27.95 <sup>a</sup>	61.27 <sup>a</sup>	53.0 <sup>c</sup>
پارسی Parsi	19.23 <sup>a</sup>	34.3 <sup>abc</sup>	28.25 <sup>a</sup>	57.21 <sup>a</sup>	59.1 <sup>ab</sup>
سیروان Sirvan	14.63 <sup>b</sup>	31.1 <sup>c</sup>	22.7 <sup>b</sup>	48.63 <sup>b</sup>	53.79 <sup>c</sup>
<b>سطوح کودی</b> Fertilizer levels					
N <sub>0</sub>	-	52.58 <sup>e</sup>	-	-	-
N <sub>1</sub>	25.34 <sup>a</sup>	54.14 <sup>cde</sup>	71.27 <sup>a</sup>	38.05 <sup>a</sup>	36.68 <sup>ab</sup>
N <sub>2</sub>	17.49 <sup>bc</sup>	57.81 <sup>bcde</sup>	54.28 <sup>c</sup>	23.85 <sup>cd</sup>	33.21 <sup>bc</sup>
N <sub>3</sub>	15 <sup>cd</sup>	55.68 <sup>bcde</sup>	51.38 <sup>cd</sup>	19.22 <sup>e</sup>	30.45 <sup>c</sup>
M <sub>0</sub>	-	53.52 <sup>cde</sup>	-	-	-
M <sub>1</sub>	24.54 <sup>a</sup>	58.25 <sup>bcd</sup>	69.81 <sup>ab</sup>	38.98 <sup>a</sup>	39.55 <sup>a</sup>
M <sub>2</sub>	13.74 <sup>d</sup>	59.02 <sup>abc</sup>	42.41 <sup>d</sup>	20.96 <sup>de</sup>	34.51 <sup>abc</sup>
M <sub>3</sub>	13.32 <sup>d</sup>	63.24 <sup>a</sup>	42.3 <sup>d</sup>	18.13 <sup>e</sup>	32.86 <sup>bc</sup>
M <sub>0</sub> N <sub>0</sub>	-	52.95 <sup>de</sup>	-	-	-
M <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	23.68 <sup>a</sup>	55.81 <sup>bcde</sup>	67.48 <sup>ab</sup>	37.2 <sup>a</sup>	37.1 <sup>ab</sup>
M <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	19.76 <sup>b</sup>	57.9 <sup>bcde</sup>	59.0 <sup>bc</sup>	28.97 <sup>b</sup>	35.1 <sup>abc</sup>
M <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	19.02 <sup>b</sup>	60.19 <sup>ab</sup>	61.92 <sup>abc</sup>	26.0 <sup>bc</sup>	31.72 <sup>bc</sup>

\*در هر ستون و برای هر جزء میانگین های دارای حروف مشترک، براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.  
\*\* N<sub>0</sub>, N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>: به ترتیب 0, 100, 200 و 300 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به فرم اوره، M<sub>0</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>: به ترتیب 0, 10, 20 و 30 تن کود دامی در هکتار.

M<sub>0</sub>N<sub>0</sub>, M<sub>1</sub>N<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>N<sub>3</sub>: به ترتیب 0:0, 5:50, 10:100 و 15:150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به فرم اوره به تن کود دامی در هکتار

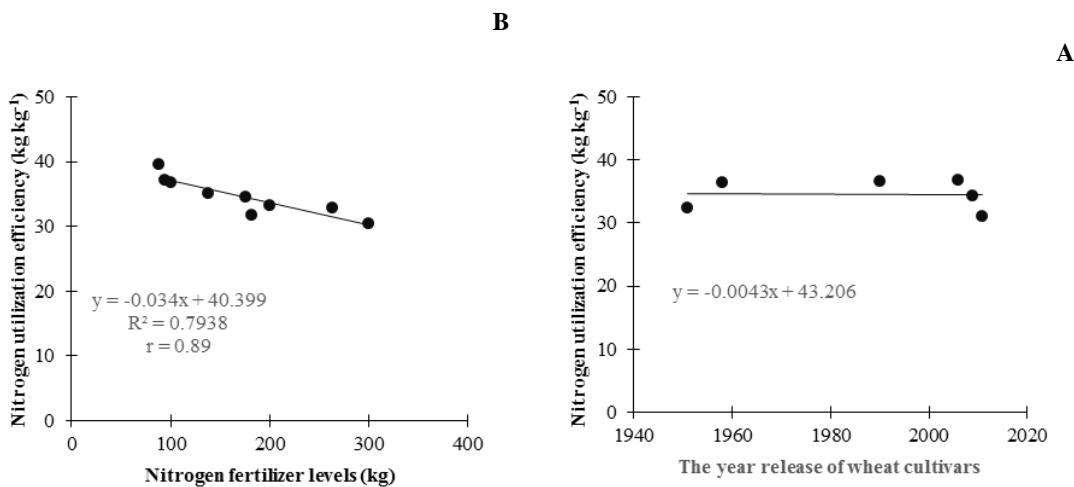
\* Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on Duncan's test at 5% probability level



شکل 1- روند کارایی مصرف نیتروژن تحت تأثیر سال آزاد سازی ارقام گندم (الف) و سطوح کودی نیتروژن (ب)  
 Fig. 1- Nitrogen use efficiency trends as affected by year release of wheat cultivars (A) and nitrogen fertilizer levels (B)

تن کود دامی) اختلاف معنی داری وجود نداشت. براساس مطالعه نصیری محلاتی و کوچکی ( Nassiri Mahallati & Koocheki, 2015) کارایی استفاده از نیتروژن در نظام‌های تولید گندم ایران در طی چهار دهه گذشته سالانه به میزان 0/17 کیلوگرم دانه به ازای کیلوگرم نیتروژن جذب شده افزایش یافته است. مشابه نتایج تحقیق حاضر، باراکلاف و همکاران (Barraclough et al., 2010) نشان دادند که کارایی استفاده از نیتروژن بین ارقام جدید و قدیم متفاوت بوده و این تفاوت معنی دار بین ارقام جدید نیز مشاهده شد.

بیشترین کارایی استفاده از نیتروژن در پایین ترین سطح کاربرد هر یک از انواع کودها (شیمیایی، دامی و تلفیقی) به دست آمد. با افزایش میزان کود، کارایی استفاده کاهش یافته که این روند تا سطح دوم هر یک از کودها معنی دار نبود ولی کاربرد بیشترین مقدار کود باعث کاهش معنی دار این شاخص در مقایسه با سطح اول کودی شد (جدول 6). از آن جا که کارایی استفاده از نیتروژن ارتباطی با مدیریت مصرف کود نداشته و یک ویژگی ژنتیکی است، لذا بین منبع کود مصرفی اختلاف معنی دار مشاهده نشد. برای مثال از نظر این شاخص بین تیمارهای 200 کیلوگرم اوره مصرفی و معادل آن کود دامی (20



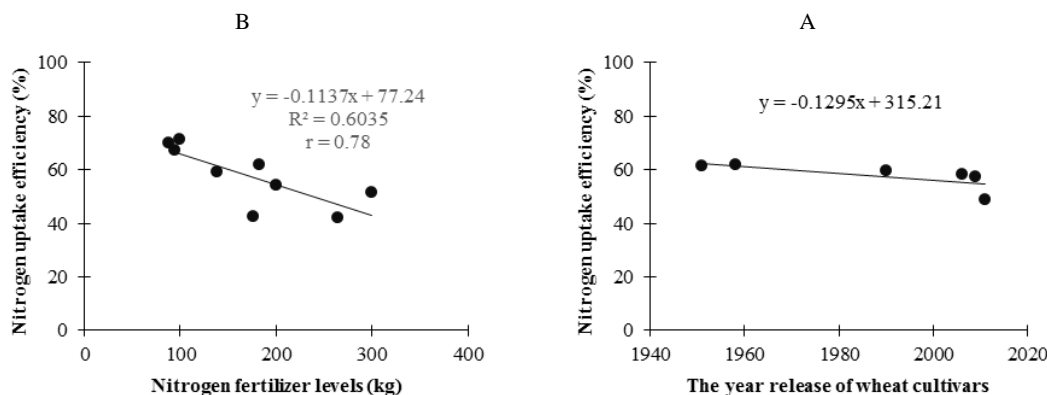
شکل 2- روند کارایی استفاده نیتروژن تحت تأثیر سال آزاد سازی ارقام گندم (الف) و سطوح کودی نیتروژن (ب)  
 Fig. 2- Nitrogen utilization efficiency trends as affected by year release of wheat cultivars (A) and nitrogen fertilizer levels (B)

نظام‌های گندم آرژانتین را 42 درصد گزارش کردند. بهبود کارایی جذب در ارقام جدید جو در آرژانتین (Abeledo et al., 2008) و اسکاتلند (Sylvester-Bradley & Kindred, 2009) گزارش شده ولی در ارقام جدید گندم شمال اروپا (Muurinen et al., 2006) و نیز در کانادا (Bulman et al., 1993) مشاهده نشده است. در مطالعه‌ای ارقام معرفی شده بین سال‌های 1958 تا 2007 میلادی در استرالیا از نظر روند تغییرات جذب نیتروژن و کارایی استفاده از آب و نیتروژن به‌منظور تولید عملکرد بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که با اصلاح ارقام گندم ظرفیت جذب نیتروژن در آن‌ها افزایش یافته است، ولی الزاماً عملکرد به ازای نیتروژن جذب‌شده افزایش نیافته است (Sadras & Lawson, 2013).

با افزایش کود مصرفی کارایی جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. در هر یک از سطوح مصرفی کود، کارایی جذب کود اوره نسبت به کود دامی بالاتر بود، اگرچه در سطوح 100 و 300 کیلوگرم این اختلاف معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد دلیل این اختلاف، عدم آزاد سازی کامل نیتروژن موجود در کود دامی طی دوره رشد گندم می‌باشد.

### کارایی جذب (NUpE)

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین کارایی جذب یا بازیافت نیتروژن که نشان‌دهنده مقدار جذب نیتروژن توسط گیاه به ازای مقدار نیتروژن مصرفی (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد، در ارقام قدیمی روشن و طوسی بود (به ترتیب 61/8 و 61/3 درصد). کمترین مقدار آن (48/6 درصد) مربوط به رقم جدید سیروان بود. روند تغییرات کارایی جذب نیتروژن در ارقام مختلف مشابه با کارایی مصرف نیتروژن بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داده است که کارایی جذب نیتروژن در طی روند اصلاح ارقام گندم با شیب 0/129 در سال در حال کاهش بود. میانگین کارایی جذب نیتروژن در جهان در طی دهه های گذشته کاهش یافته است، ایکهورت و همکاران (Eickhout et al., 2006) بیان داشتند که کارایی جذب کل منابع نیتروژنی (کودهای شیمیایی و آلی) در فاصله سال‌های 1970 تا 1995 میلادی در جهان از 46 به 42 درصد، در خاورمیانه از 54 به 47 درصد و در کشورهای در حال توسعه از 53 به 43 درصد رسیده است. در انگلستان کارایی جذب نیتروژن برای گندم زمستانه 65 درصد می‌باشد (Sylvester-Bradley & Kindred, 2009)، سالواگیوتی و همکاران (Salvagiotti et al., 2009) نیز کارایی بازیافت نیتروژن در بوم



شکل 3- روند کارایی جذب نیتروژن تحت تأثیر سال آزاد سازی ارقام گندم (الف) و سطوح کودی نیتروژن (ب)

Fig. 3- Nitrogen uptake efficiency trends as affected by year release of wheat cultivars (A) and nitrogen fertilizer levels (B)

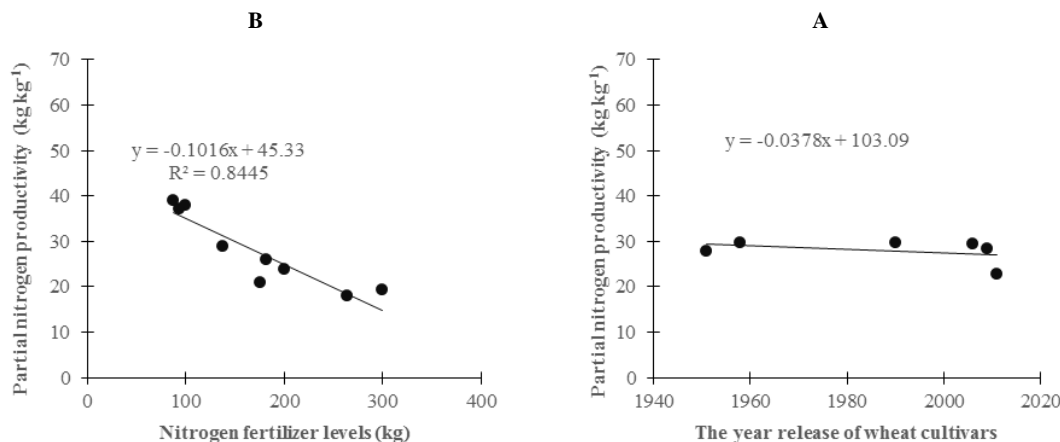
جدید سیروان نسبت به سایر ارقام کاهش معنی‌داری نشان داد. برخلاف این نتایج در مطالعه‌ای که توسط ژنلینگ و همکاران (Zhenling et al., 2009) بر روی ذرت انجام شد، در شرایط یکسان کاربرد کود نیتروژن، میزان بهره‌وری جزئی نیتروژن در رقم جدید

### بهره‌وری جزئی نیتروژن (NFPF)

بهره‌وری جزئی نیتروژن که نشان‌دهنده میزان عملکرد به ازای مقدار نیتروژن مصرف‌شده می‌باشد، در ارقام قدیم نسبت به ارقام جدید تفاوت معنی‌داری نداشت. با این حال بهره‌وری جزئی در رقم

می یابد بنابراین با افزایش مصرف نیتروژن بهره‌وری جزئی آن از 39 به 19 کیلوگرم دانه به ازای هر کیلوگرم نیتروژن تقلیل یافته است. به نظر می‌رسد افزایش نیتروژن مصرفی نقش مهمی در کاهش بهره‌وری جزئی این نهاده داشته باشد.

به‌طور معنی‌دار در مقایسه با رقم قدیمی بیشتر بود. بهره‌وری جزئی نیتروژن برحسب میزان مصرف نیتروژن کودی روندی کاهشی داشته است (شکل 4). شیب خط رگرسیون (-0/10) نشان می‌دهد که با افزایش هر یک کیلوگرم نیتروژن مصرفی بهره‌وری این نهاده در تولید گندم به میزان 0/10 کیلوگرم کاهش



شکل 4- روند بهره‌وری جزئی نیتروژن تحت تأثیر سال آزاد سازی ارقام گندم (الف) و سطوح کودی نیتروژن (ب)

Fig. 4- Partial Nitrogen Productivity trends as affected by year release of wheat cultivars (A) and nitrogen fertilizer levels (B)

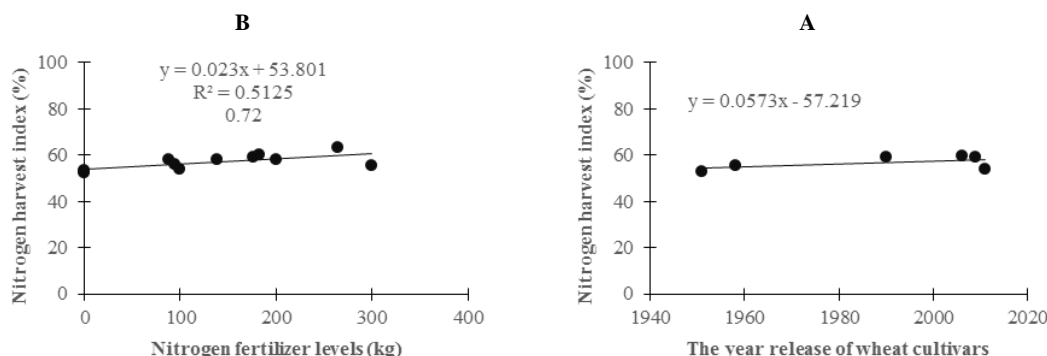
شاخص برداشت با شیب 0/023 افزایش معنی‌داری داشت به‌گونه‌ای که در تیمار 30 تن کود دامی در هکتار بیشترین شاخص برداشت نیتروژن و در شاهد کمترین شاخص برداشت نیتروژن مشاهده شد (شکل 5).

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه به جز رقم سیروان که به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن و بهره‌وری جزئی کمتری داشت، تفاوت معنی‌داری بین سایر ارقام مشاهده نشد. اگرچه بین ارقام مختلف از نظر کارایی استفاده از نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، عملکرد کاه و بیولوژیک تفاوت معنی‌دار وجود داشت، اما بین ارقام قدیم و جدید روندی مشاهده نگردید. با افزایش مقادیر کود از سطح 100 به 200 کیلوگرم در هکتار کارایی مصرف و کارایی جذب نیتروژن بدون در نظر گرفتن منبع کود، کاهش معنی‌داری را نشان داد و با افزایش مقدار کود این روند ثابت ماند.

### شاخص برداشت نیتروژن

شاخص برداشت نیتروژن (NHI) عبارت از نسبت نیتروژن دانه (نیتروژن ذخیره‌شده در محصول اقتصادی) به کل نیتروژن جذب‌شده در گیاه است. در واقع این شاخص نمایانگر میزان پروتئین دانه (محصول) است و بنابراین کیفیت تغذیه‌ای دانه را بیان می‌کند (Hirel et al., 2007). نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان شاخص برداشت در طی روند آزاد سازی ارقام گندم تفاوت معنی‌داری داشته است. در بررسی شش رقم آزاد شده مشاهده شد که شاخص برداشت نیتروژن جدیدترین ارقام گندم به جز رقم سیروان نسبت به ارقام خیلی قدیمی (طیسی و روشن) که در سال‌های 1951 و 1958 میلادی معرفی شده‌اند، 9/11 درصد افزایش داشته است. برخلاف این نتایج صوفی‌زاده و همکاران (Sofizade, et al., 2006) در بررسی شش رقم گندم بیان داشتند ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیم از نظر کارایی مصرف نیتروژن برتر بودند، ولی ارقام مختلف هیچ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر از نظر کارایی جذب و استفاده از نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن نشان ندادند. با افزایش سطوح کودی،



شکل 5- روند شاخص برداشت نیتروژن تحت تأثیر سال آزاد سازی ارقام گندم (الف) و سطوح کودی نیتروژن (ب)  
 Fig. 5- Nitrogen harvest index trends as affected by year release of wheat cultivars (A) and nitrogen fertilizer levels (B)

وری جزئی همبستگی معنی داری نشان داد. در این مطالعه سهم کارایی استفاده و کارایی جذب در تغییرات کارایی مصرف نیتروژن بین ارقام تحت بررسی و در تمام سطوح نیتروژن به ترتیب 37 و 79 درصد برآورد شد. اصلاح ارقام گندم در دهه های اخیر در ایران منجر به بهبود شاخص های کارایی نیتروژن و به تبع آن استفاده کارآمد از انواع کودها نگردیده است.

که خصوصاً این کاهش در مصرف کود شیمیایی بیشتر معنی دار بود. کارایی استفاده از نیتروژن و بهره وری جزئی با افزایش کاربرد کود از سطح اول به سوم تفاوت معنی داری داشت. با ارزیابی همبستگی صفات مشخص گردید که ارقام دارای عملکرد بیشتر، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن بیشتری داشته است (جدول 7). کارایی مصرف نیتروژن با کارایی جذب، استفاده و بهره

جدول 7- نتایج همبستگی بین صفات ارزیابی شده در گندم

Table 7- Results of correlation between measured traits of wheat

	عملکرد دانه	عملکرد کاه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	کارایی مصرف	کارایی جذب	کارایی استفاده	بهره وری جزئی	شاخص برداشت
	Grain yield	Straw yield	Biological yield	HI	NUE	NUpE	NUtE	PFP	NHI
Grain yield	1								
Straw yield	0.76 **	1							
Biological yield	0.89 **	0.97 **	1						
HI	0.27 **	-0.33 **	-0.13 <sup>ns</sup>	1					
NUE	0.22 **	-0.9 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.21 **	1				
NUpE	0.17 *	0.3 **	0.3 **	-0.19 *	0.79 **	1			
NUtE	0.05 <sup>ns</sup>	-0.57 **	-0.43 **	0.67 **	0.37 **	-0.21 **	1		
PFP	-0.03 <sup>ns</sup>	-0.22 **	-0.18 *	0.15 <sup>ns</sup>	0.96 **	0.76 **	0.38 **	1	
NHI	0.36 **	-0.18 **	0.002 <sup>ns</sup>	0.84 **	0.06 <sup>ns</sup>	-0.39 **	0.68 **	-0.01 <sup>ns</sup>	1

منابع

Arregui, L.M., and Quemada, M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rain fed conditions. *Agronomy Journal* 100: 277–284.  
 Abeledo, L.G., Calderini, D.F., and Slafer, G.A. 2008. Nitrogen economy in old and modern malting barleys. *Field Crop Research* 106, 171–178.  
 Austin, R.B., Bingham, J., Blackwell, R.D., Evans, L.T., Ford, M.A., Morgan, C.L., and Taylor, M. 1980. Genetic improvements in winter wheat yield since 1900 and associated physiological changes. *Journal of Agricultural*

- Science 94: 675-689.
- Austin, R.B. 1999. Yield of wheat in the United Kingdom: recent advances and prospects. *Crop Science* 39: 1604–1610.
- Barracough, P.B., Howarth, J.R., Jones, J., Lopez-Bellido, R., Parmar, S., Shepherd, C.E., and Hawkesford, M.J. 2010. Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement. *European Journal of Agronomy* 33: 1-11.
- Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Bérard, P., Le Buanec, B., and Trottet, M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992 *Crop Science* 43:37-45
- Bulman, P., Mather, D.E., Smith, D.L. 1993. Genetic-improvement of spring barleycultivars grown in eastern Canada from 1910 to 1988. *Euphytica* 71 (1-2): 35–48.
- Cox, T.S., Shroyer, J.P., Ben-Hui, L., Sears, R.G., and Martin, T.J. 1988. Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars from 1919 to 1987. *Crop Science* 28: 756–760.
- Dhugga, K.S., and Waines, J.G. 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. *Crop Science* 29: 1232–1239.
- Dobermann, D.I., and Cassman, K.G. 2004. Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production of United States and Asia. *Plant and Soil* 247: 153-175.
- Eickhout, B., Bouwman, A.F., and Van Zeijts, H. 2006. The role of nitrogen in world food production and environmental sustainability *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 4–14.
- Fisher, R.A., and Wall, P.C. 1976. Wheat breeding in Mexico and yield increases. *Science Journal of the Australian Institute of Agricultural* 42: 139-148.
- Ghandi, A., Afyoni, D., Najafian, G., Vahabzade, M., Akbari, A., Torabi, M., Yazdan Sepas, A., Ghodsi, M., Pirayeshfar, B., Nazeri, M., Amin, H., and Malvordi, G. 2009. Sepahan, a new bread wheat cultivar. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 2 (25): 372-369
- Giller, K.E., Chalk, P., Dobermann, A., Hammond, L., Heffer, P., Ladha, J.K., Nyamudeza, P., Maene, L., Ssali, H., and Freney, J. 2004. Emerging technologies to increase the efficiency of use of fertilizer nitrogen. In: Mosier, A.R., Syers, J.K., Freney, J.R. (Eds.), *Agriculture and the Nitrogen Cycle*. Island Press, Washington, D.C., pp. 35–51.
- Gaju, O., Allard, V., Martre, P., Snape, J.W., Heumez, E., LeGouis, J., Moreau, D., Bogard, Griffiths, M.S., Orford, S., Hubbart, S., and Foulkes, M.J. 2011. Identification of traits to improve the nitrogen-use efficiency of wheat genotypes. *Field Crops Research* 123: 139–152
- Good, A.G., Shrawat, A.K., and Muench, D.G. 2004. Can less yield more? Is reducing nutrient input into the environment compatible with maintaining crop production? *Trends in Plant Science* 9: 597–605.
- Hirel, B., Le Gouis, J., Ney, B., and Gallais, A. 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 Express of Botany* 58 (9): 2369- 2387.
- Koocheki, A., Mansori, A., and Khazaei, H.R. 1996. *Sustainable Agriculture Systems*. Iranian academic center for education culture and research Mashhad, Iran. Pp. 188. (In Persian)
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mansory, A., and Moradi, R. 2012. Investigation of flow and nitrogen use efficiency in wheat production and consumption cycles (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in Iran. *Journal of Agroecology* 4 (3): 192-200. (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Nassiri, M., and Kiani, M. 2015. Estimating long-term fertilizer demand in Iran griculture. *Journal of Agroecology* (In Press). (In Persian with English Summary)
- Koocheki, A., Nassiri, M., Bakhshaie, S., and Davodi, A. 2015. A Meta-analysis on nitrogen fertilizer experiments on cereal crops in Iran. *Journal of Agroecology*. (In Press). (In Persian with English Summary)
- Le Gouis, J., Béghin, D., Heumez, E., and Pluchard, P. 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilisation efficiencies in winter wheat. *European Journal of Agronomy* 12: 163–173.
- Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R.J., and Redondo, R. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research* 94: 86–97.
- Montemuro, F., Maiorana, M., Ferri, D., and Convertini, G. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and source of N fertilization. *Field Crop Research* 99: 114-421.
- Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson, W.A. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to

- efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 74: 562-564.
- Muurinen, S., Slafer, G.A., and Peltonen-Sainio, P. 2006. Breeding effects on nitrogen use efficiency of spring cereals under northern conditions. *Crop Science* 46: 561-568.
- Najafian, G., Nikooseresht, R., Khodarahmi, M., Kafashi, A.K., Amini, A., Afshari, F., Malhipour, A., Ahmadi, G.H., Nikooseresht, R., Kafashi, A.K., Amin, H., Zakari, A., Nikzad, A.R., Jafarnejhad, A., Afuni, D., Hassanpour, J., Mohammadi, A.R., Atahossaini, S.M., Nazeri, A., Mirzaie, A., Shourabi, A.A., Shad Mehri, A., Badri, A.R., Momen, A., and Sadeghi, N. 2012. Sirvan, new bread wheat cultivar, tolerant to terminal drought with good bread making quality adapted to irrigate conditions of temperate regions of Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 1(1): 1-10.
- Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A., 2015. Trend Analysis of Nitrogen Use and Productivity in Cereal Production Systems of Iran. *Journal of Agroecology*. (In Press). (In Persian with English Summary)
- Ortiz-Monasterio, J.I., Sayre, K.D., Rajaram, S., and McMahon, M., 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four nitrogen rates. *Crop Science* 37: 898-904
- Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare Faizabadi, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati M. 2010. Investigation of nitrogen use efficiency in wheat-based double cropping systems under different rate of nitrogen and return of crop residue. *Gorgan University of Agricultural Science and Natural Research* 3 (3): 125 - 142
- Sadras, V.O., and Lawson, C. 2013. Nitrogen and water-use efficiency of Australian wheat varieties released between 1958 and 2007. *European Journal of Agronomy* 46: 34-41.
- Salvagiotti, F., Castellari, J.M., Miralles, D.J., and Pedro, H.M. 2009. Sulfur fertilization improves nitrogen use efficiency in wheat by increasing nitrogen uptake. *Field Crops Research* 113: 170-177.
- Singh, U. 2005. Integrated nitrogen fertilization for intensive and sustainable agriculture. *Journal of Crop Improvement* 15: 259-287.
- Slafer, G.A., and Andrade, F.H. 1991. Changes In physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum Aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. *Euphytica* 58: 37-49.
- Smil, V. 1999. Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global Biogeochemical Cycle* 13: 647-662.
- Sofizadeh, C., Zand, A., Rahimian-e-Mashhadi, H., and Deihimfard, R. 2006. The comparison yield, nitrogen use efficiency and the protein of the seed in modern and old Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Agriculture Science* 1: 13-20. (In Persian with English Summary)
- Sylvester-Bradley, R., and Kindred, D.R. 2009. Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 60: 1939-1951.
- Van Sanford, D.A., and MacKown, C.T., 1986. Variation in nitrogen use efficiency among soft red winter wheat genotypes. *Theoretical and Applied Genetics* 72: 158-163.





## Evaluation of Nitrogen Efficiency for Cereal Crop Cultivars in Iran based on the Historical Course of their Release: 1- Wheat (*Triticum aestivum* L.)

L. Jafari<sup>1</sup>, A. Koocheki<sup>2\*</sup> and M. Nassiri Mahallati<sup>2</sup>

Submitted: 17-08-2015

Accepted: 21-11-2015

Jafari, L., koocheki, A., and Nassiri-Mahallati, M. 2019. Evaluation of nitrogen efficiency for cereal Crop cultivars in Iran based on the historical course of their release: 1- wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology. 11 (2): 655-671.

### Introduction

Yield increase in the second half of the last century was attributed to breeding new high yielding cultivars and use of chemical inputs, particularly nitrogenous fertilizer, where contribution of fertilizers in yield improvement has been reported in the range of 30 to 50 percent. In fact, genetic potential of high yielding cultivars is achieved using sufficient nitrogen supply because canopy development, radiation capture photosynthesis and radiant use efficiency is associated with the amount of nitrogen uptake. In recent years, enhancement of inputs efficiency and in particular chemical fertilizers have been the concern of many scientists, though nitrogen use efficiency has not been the goal of plant breeder in a broader sense. Nitrogen Use Efficiency (NUE), Nitrogen Uptake Efficiency (NU<sub>p</sub>E) and Nitrogen Utilization Efficiency (NU<sub>u</sub>E) are the main indices normally used to investigate the nitrogen efficiency of plants. However, Nitrogen Harvest Index (NHI), Nitrogen Partial Factor Productivity are also evaluated for this purpose. The aim of the present study was to evaluate all these indices for wheat cultivars released in Iran during the last 60 years to find the trend of changes during the course of their release.

### Materials and methods

In order to evaluate the trend of changes of nitrogen efficiency for wheat cultivars during the course of their release, an experiment was conducted in the growth season of 2014-2015 in the experiment farm of faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experiment was based on split plot with complete randomized Block design. In this study, treatments included 12 different levels of nitrogen (nitrogen applied from urea 46% N: 0, 100, 200 and 300 kg N ha<sup>-1</sup>, animal manure: 0, 10, 20 and 30 ton animal manure ha<sup>-1</sup> which respectively equal with 0, 100, 200 and 300 kg N ha<sup>-1</sup>, and the combination of both chemical and manure fertilizer with 0:0, 50:5, 100:10 and 150:15 kg.ha<sup>-1</sup>: ton.ha<sup>-1</sup> ratios, respectively). These were allocated to the main plots and six wheat cultivars of wheat, Roshan and Tabasi released as very old cultivars, Falat as an old cultivars and Parsi, Sirvan and Sepahan as new ones were allocated to sub plots. Sub plots were 1.5×2 m with three replications.

### Results and discussion

Results showed that there was no difference between cultivars in terms of economic yield, nitrogen use efficiency, nitrogen uptake efficiency and nitrogen partial factor productivity except for those of Sirvan which were lower than the others. However, there was difference between cultivars in terms of nitrogen utilization efficiency, nitrogen harvest index, straw yield and biological yield; though no particular then between old and new cultivars in this report. Without considering the type of fertilizers, by increasing nitrogen level from 100 to 300 kg N ha<sup>-1</sup> nitrogen efficiency indices decreased significantly, so that almost maximum nitrogen efficiency indices obtained with 100 kg N ha<sup>-1</sup>. In agreement with these results, indicated that nitrogen utilization efficiency and nitrogen harvest index differ between new and old and also between new wheat cultivars, significantly. In contrast with these results, showed that although the new cultivars have significantly higher nitrogen use

1- Assistant Professor, Horticultural Science Department, University of Hormozgan and former PhD Student of the Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

2- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

(\*- Corresponding Author Email: [akooch@um.ac.ir](mailto:akooch@um.ac.ir))

Doi:10.22067/jag.v11i2.49170

efficiency than old wheat cultivars, but no significant differences in nitrogen utilization and uptake efficiencies and nitrogen harvest index were observed between under study cultivars. In this study, in all nitrogen levels, and cultivars, nitrogen utilization and uptake efficiencies contribute 37 and 79% in nitrogen use efficiency changes, respectively.

#### **Conclusion**

With an increase in fertilizer levels (chemical, manure and combination of both), efficiency indices were reduced, but these reductions were lower when chemical and manure fertilizers were combined and hence more efficient fertilizer use. Results of this study indicated that in recent decades, breeding of wheat cultivar, could not improve nitrogen efficiency indices and subsequently efficient use of fertilizers in Iran.

**Keywords:** Nitrogen Use Efficiency, Nitrogen Uptake Efficiency, Nitrogen Utilization Efficiency, New and old wheat cultivars

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



کارگاه آموزشی  
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



کارگاه آموزشی  
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



کارگاه آموزشی  
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران