نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۶۰-۱۱۴۹

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1149-1160

ارزیابی شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن ارقام جدید و قدیم جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط اقلیمی استان گلستان (مطالعه موردی گنبد کاووس)

علی اصغر میرزایی[۱]، علی راحمی‌کاریزکی[۲*]، علی نخزری مقدم[۳] و عبدالطیف قلی زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۸

میرزایی، ع.ا.، راحمی‌کاریزکی، ع.، نخزری مقدم، ع.، و قلی زاده، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن ارقام جدید و قدیم جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط اقلیمی استان گلستان (مطالعه موردی گنبد کاووس). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴): ۱۱۶۰-۱۱۴۹.

چکیده

به‌منظور مطالعه‌ی تغییر کارآیی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش از ۸ رقم جو (*Hordeum Vulgare* L.) که در طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰ آزاد شده بودند استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که در طی سال‌های فعالیت اصلاحی در جهت بهبود عملکرد جو، کارآیی مصرف نیتروژن و کارآیی بهره‌وری افزایش یافته است در حالی‌که در کارآیی جذب نیتروژن تغییر چندانی مشاهده نشده است. از آنجا که کارآیی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی بهره‌وری نیتروژن است بنابراین، بهبود در کارآیی مصرف نیتروژن بیش‌تر به‌دلیل بهبود در کارآیی بهره‌وری نیتروژن بود. همچنین به‌نظر می‌رسد در طی سال‌های آزادسازی ارقام جو مورد مطالعه تغییر در جهت بهبود درصد پروتئین دانه صورت نگرفته است به عبارت دیگر، تلاش در جهت افزایش عملکرد دانه نسبت به شاخص برداشت نیتروژن در فرآیندهای اصلاحی بیش‌تر مدنظر قرار گرفته است و این مساله می‌تواند تا حدودی عدم تغییر در درصد پروتئین دانه و حتی کاهش این صفت را توجیه نماید.

واژه‌های کلیدی: غلظت پروتئین دانه، کارآیی بهره‌وری نیتروژن، کارآیی جذب نیتروژن، کارآیی مصرف نیتروژن

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین غلات است که از حدود ۸۱۷۵۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت غلات در کشور در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، حدود ۲۰ درصد به کشت جو اختصاص داشته است؛ در استان گلستان از ۶۹ هزار هکتار سطح زیر کشت جو، ۵۷ هزار به‌صورت دیم و ۱۲ هزار هکتار همراه با آبیاری تحت کشت قرار داشته است (Ahmadi et al., 2014). اصولاً فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت زراعی است (Soleymani et al., 2016) نیتروژن یکی از عناصر ضروری برای رشد و نمو غلات است (Haji Hoseinlou et al., 2013). همچنین، نیتروژن مهم‌ترین و محدودکننده‌ترین عنصر غذایی در مقیاس جهانی است (Nakhzari Moghaddam, 2016). تغذیه شیمیایی گیاهان باعث تأمین سریع‌تر مواد غذایی می‌گردد اما در دراز مدت سبب آلودگی محیط زیست می‌گردد (Ghasemi et al., 2016). لذا کاهش آبشویی نیتروژن یکی از اهداف اصلی در کشاورزی امروزی است (Picard et al., 2010). در این راستا، افزایش کارآیی مصرف نیتروژن نقش مهمی در توسعه کشاورزی پایدار ایفا می‌کند (Syeidi & Rezvani Moghadm, 2011) بنابراین، انتظار این است که در طی سال‌های آزادسازی ارقام در جهت کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از آلودگی از طریق اصلاح ارقام تلاش شده باشد.,. Muurinen et al

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس
۲، ۳ و۴ - استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس
(*-نویسنده مسئول: Email: alirahemi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.62525

(۲۰۰۶) کارآیی مصرف نیتروژن [1](NUE) را به صورت عملکرد دانه خشک به ازای هر واحد نیتروژن قابل دسترس (از خاک و یا کود) تعریف کردند. کارآیی مصرف نیتروژن از دو جزء مهم کارآیی جذب نیتروژن [2](NUpE) (میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه به ازای نیتروژن قابل دسترس) و کارایی تبدیل نیتروژن [3](NUtE) (عملکرد دانه خشک به ازای هر واحد نیتروژن جذب شده توسط گیاه) تشکیل شده است. برای بسیاری از اصلاح‌کنندگان در سرتاسر جهان انتخاب ژنوتیپ‌هایی با کارآیی مصرف بالای نیتروژن و مقدار پروتئین بالا در دانه گندم مورد نظر می‌باشد (Shanahan et al., 2008). در مطالعه انجام شده توسط گیامبالو و همکاران (Giambalwo et al., 2010) در ایتالیا بر روی ارقام مختلف گندم دروم (*Triticum durum* L.) نشان داد که در شرایط نیتروژن کم از نظر کارآیی جذب نیتروژن بین ارقام تفاوتی وجود نداشت. تأثیر ساختار سیستم ریشه در اصلاح ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) با کارآیی بالا در جذب نیتروژن و کمک به کاهش آبشویی نیتروژن مهم می‌باشد (Li et al., 2015). لی و همکاران (Li et al., 2015) در بررسی ارتباط ژنتیکی بین کارآیی مصرف نیتروژن و ویژگی‌های ریشه ارقام ذرت اظهار داشتند که کارآیی تبدیل نیتروژن و کارآیی جذب نیتروژن همبستگی معنی‌داری با خصوصیات مورفولوژیک ریشه‌های اصلی و جانبی داشتند. بیش‌ترین کارآیی مصرف نیتروژن در گندم دوروم ۱۵/۶۷ کیلوگرم بر کیلوگرم گزارش شده است (Ayadi et al., 2014). در مطالعه‌ای بر روی گیاه ذرت میزان کارآیی مصرف نیتروژن ۶۱/۶۹ کیلوگرم بر کیلوگرم، کارآیی جذب نیتروژن ۱/۸۸ کیلوگرم بر کیلوگرم و کارآیی فیزیولوژیک ۲۸/۹۸ کیلوگرم بر کیلوگرم، برآورد گردید (Koocheki et al., 2015). جو و همکاران (Ju et al., 2015) با مطالعه چهار واریته برنج ژاپنی (*Oryza sativa* var. japonica) تحت تیمارهای کود نیتروژن اذعان داشتند که بیش‌ترین کارایی مصرف نیتروژن از تیمارهای با سطوح کم نیتروژن به‌دست آمد. این محققین اظهار داشتند که انتخاب یک رقم با سنبله بزرگ‌تر با مدیریت بهینه نیتروژن می‌تواند یک استراتژی مفید برای رسیدن به عملکرد بالا و کارایی مصرف نیتروژن بالا جهت تولید برنج باشد. نتایج آزمایش چن و همکاران (Chen et al., 2015) نشان داد که مدیریت دقیق کود نیتروژن و انتخاب ارقام پر محصول ذرت با کارایی تبدیل نیتروژن بالا می‌تواند غلظت نیتروژن دانه را بدون تأثیر منفی بر عملکرد دانه افزایش دهد. در مطالعه‌ای توسط بیتی و همکاران (Beatty et al., 2010) بر روی ارقام جو در کانادا بیان داشتند که کارایی مصرف نیتروژن بالا در ارقام جو به دلیل بالا بودن کارایی تبدیل نیتروژن در این ارقام بود. همچنین در پژوهشی ۱۶ ساله بر روی جو که در چکسلواکی انجام شده است؛ به این نتیجه رسیدند که مصرف کود دامی نسبت به مصرف منابع مختلف کود شیمیایی نیتروژن و همچنین عدم استفاده از کود، سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن شده است (Shejbalova et al., 2014). بهبود مدیریت نیتروژن و استفاده از ارقام کارآمد در جو می‌تواند سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن و در نهایت افزایش عملکرد دانه در جو گردد (Anbessa & Juskiw, 2012). آنبسا و همکاران (Anbessa et al., 2009) در مطالعه‌ای بر روی ارقام جو بهاره دریافتند که هم عوامل محیطی و هم ژنتیکی بر روی کارایی مصرف نیتروژن تأثیرگذار هستند. در بررسی دیگر بر روی جو بهاره در شرایط اردبیل دامنه کارایی مصرف نیتروژن از ۴۳/۵۳ در شرایط عدم مصرف نیتروژن تا ۲۵/۸۱ گرم بر گرم گزارش شد، به نحوی که با افزایش مصرف نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت، این در حالی بود که شاخص برداشت نیتروژن از ۳۳/۶۲ درصد به ۴۶/۹۰ درصد افزایش یافت (Haji Hoseinlou et al.,2013). آلبیدو و همکاران (Abeledo et al., 2008) در آزمایشی بر روی ارقام آزاد شده جو طی سال‌های ۱۹۴۴ تا ۱۹۹۸ در آرژانتین بیان داشتند که شاخص برداشت نیتروژن در ارقام جدید (۰/۷۶) نسبت به ارقام قدیم (۰/۶۷) بالاتر بود و همچنین دریافتند که ارقام جدید از غلظت نیتروژن بالاتری در خوشه نسبت به ارقام قدیم برخوردار بودند. هدف از این مطالعه بررسی شاخص‌های کارایی نیتروژن و انتخاب بهترین رقم یا ارقام جو در شرایط اقلیمی گنبد بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین رقم جو از نظر عملکرد دانه جهت کشت در منطقه گنبد کاووس و مقایسه شاخص‌های کارایی نیتروژن، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس واقع در ۹۰ کیلومتری شمال شرق گرگان و در ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی انجام شد. گنبد کاووس دارای زمستانی سرد و نسبتاً مرطوب و تابستانی گرم و خشک با متوسط بارندگی ۴۴۷ میلی‌متر می‌باشد. قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لوم سیلتی بود.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی ۸ رقم جو، شامل صحرا، دشت، ترکمن، نیمروز، ماهور، خرم، ریحان و یوسف بودند که دارای تیپ رویشی بهاره بودند (جدول ۲).

1- Nitrogen use efficiency
2- Nitrogen uptake efficiency
3- Nitrogen utilization efficiency

مساحت هر کرت آزمایشی ۵ متر مربع بود که شامل ۵ خط به طول ۵ متر و فاصله بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت در آبان‌ماه ۱۳۹۳ بر اساس تراکم ۲۷۰ دانه در متر مربع انجام شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physical and chemical properties of used soil in the experimental location (0-30 cm depth)

خصوصیات Propertice	مقدار Amount
Conductivity (ds/m)	1.19
PH	7.9
Self-neutralizing material (%)	9.8
Organic carbon (%)	0.68
Total nitrogen (%)	0.07
Available phosphorus (mg/kg)	13.4
Available potassium (mg/kg)	356
Clay (%)	15
Silt (%)	64
Sandy (%)	21
Soil texture	Silty loam
Bulk density	1.30

جدول ۲- خصوصیات و سال آزادسازی ارقام جو

Table2- Properties and release year of barely cultivars

رقم Cultivar	خرم Khoram	یوسف Yousef	ماهور Mahour	نیمروز Nimrouz	صحرا Sahra	ریحان Ryhan	دشت Dasht	ترکمن Torkaman
سال آزادسازی Release year	2011	2010	2009	2008	2003	1994	1993	1992
تعداد ردیف در سنبله Number row per spike	2	6	2	2	6	6	2	6
ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	95	121	100	102	99	102	97	122

قبل از کاشت، بذور با سم رورال‌تی‌اس ضدعفونی شدند. بر اساس آزمایش تجزیه خاک، میزان کود نیتروژنه به میزان ۸۳ کیلوگرم در هکتار و کود فسفره به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. نصف کود نیتروژن و کل کود فسفر هم‌زمان با کاشت به زمین داده شد. نیتروژن باقی مانده در مرحله ساقه‌رفتن به زمین داده شد. کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و کود نیتروژن از منبع اوره بود. چون این آزمایش در شرایط مطلوب دیم و عاری از آفات، علف‌های هرز و بیماری‌های جو انجام شد، در فروردین ماه طی دو مرحله گیاهان با قارچ کش تیلت (۱۷سی‌سی در ۵۰۰ سی‌سی آب) سم‌پاشی شدند. مبارزه با علف‌های هرز مزرعه با دست و در مراحل مختلف رشد گیاه انجام شد. عملکرد دانه با حذف حاشیه‌ها از یک مترمربع تعیین شد.

برای اندازه‌گیری نیتروژن گیاه، ۱۰ بوته در دو مرحله، یکی در زمان گرده‌افشانی و دیگری در زمان رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد. سپس نمونه‌های گیاهی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت درون آون قرار گرفتند. نمونه‌ها که شامل کل اندام‌های گیاهی بودند به وسیله‌ی آسیاب برقی به‌طور کامل پودر و تا زمان اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در یخچال نگه‌داری شد. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن ماده‌ی خشک گیاهی به‌وسیله‌ی دستگاه کجلدال اندازه گیری شد (Muurinen et al., 2007; Foulkes et al., 2009).

از آنجایی که نیتروژن قابل دسترس شامل نیتروژن کودی و نیتروژن معدنی موجود در خاک (آمونیوم و نیترات) است، برای برآورد میزان عرضه هر عنصری توسط خاک به‌صورت زیر عمل شد:

متوسط عمق برداشت عناصر غذائی توسط ریشه گیاهان (منطقه عمل ریشه) ۳۰ سانتی‌متر درنظر گرفته شد بنابراین، حجم خاک در یک هکتار برابر بود با:

(متر مکعب)۳۰۰۰ = (متر)۰/۳×۱۰۰۰۰(متر مربع)

با در نظر گرفتن جرم حجمی خاک (۱۳۰۰ کیلوگرم در متر مکعب مطابق جدول ۱) وزن یک هکتار خاک برابر بود با:

(کیلوگرم)۳۹۰۰۰۰۰ = (کیلوگرم در متر مکعب)۱۳۰۰ × ۳۰۰۰ (متر مکعب)

بنابراین، وزن خاک در یک متر مربع با عمق ۳۰ سانتی‌متر برابر با ۳۹۰۰۰۰ گرم در متر مربع بود.

توصیه‌کودی برای این آزمایش ۸۳ کیلوگرم در هکتار کود اوره در نظر گرفته شد. آزمایش کود اوره نشان داد که ۴۱ درصد آن نیتروژن بود. به‌عبارت دیگر، میزان کود نیتروژن مصرف شده ۳۴/۰۳ کیلوگرم در هکتار (۸۳=۳۴/۰۳ × ۰/۴۱) یعنی ۳/۴۰ گرم در متر مربع بود. مقدار آمونیوم و نیترات اندازه‌گیری شده در ابتدای فصل به‌ترتیب ۴/۳ و ۷/۴ و در مجموع ۱۱/۷ پی‌پی‌ام بود.

بنابراین، در یک متر مربع خاک بر اساس تناسب زیر نیتروژن معدنی محاسبه شد.

۱۱/۷ گرم نیتروژن معدنی ۱۰۰۰۰۰۰ گرم خاک

X =?⇨X=۴/۵۶ ۳۹۰۰۰۰ گرم خاک

بنابراین، نیتروژن معدنی محاسبه شده در ابتدای فصل رشد ۴/۵۶ گرم در متر مربع بود. از طرفی، یکی از منابع نیتروژن گیاه، نیتروژنی است که در طی فصل رشد از مواد آلی آزاد می‌شود. از آن‌جایی که بر اساس آزمایش خاک مقدار ماده‌ی آلی خاک یک درصد بود، با کمک تناسب ساده زیر مقدار ماده‌ی آلی در یک متر مربع تخمین زده شد و سپس از فرمول زیر مقدار نیتروژن موجود در یک متر مربع تخمین زده شد:

۱گرم نیتروژن معدنی ۱۰۰ گرم خاک

X=? ⇨X=۳۹۰۰ ۳۹۰۰۰۰ گرم خاک

N_m = ماده آلی ×۰/۰۲=۳۹۰۰ ×۰/۰۰۰۲= ۰/۷۸ گرم بر متر مربع

N_m: مقدار نیتروژن معدنی در طی فصل رشد

میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه و سایر مشخصه‌های مرتبط با کارآیی مصرف نیتروژن و پروتئین دانه، با استفاده از معادله‌های ۱ تا ۷ محاسبه شدند (Muurinen et al., 2007; Foulkes et al., 2009; Zand et al., 2014).

معادله (۱) $TAN= (N_f + N_s + N_m)$

معادله (۲) $N_m= OM \times 0.0002$

معادله (۳) $NU_tE = Y_{grain}/TNH$

معادله (۴) $NU_pE = TNH/TAN$

معادله (۵) $NUE = Y_{grain}/TAN$

معادله (۶) .... $GPC = GNC \times 5.75$

معادله (۷) ... $NHI = GN/TNH$

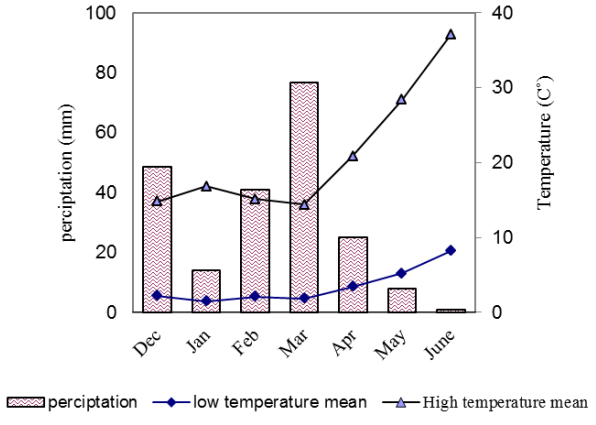
در اینجا TAN[1]: نیتروژن قابل دسترس (گرم بر متر مربع)؛ N_f: نیتروژن کودی (گرم بر متر مربع)؛ N_s: نیتروژن معدنی در ابتدای فصل (آمونیوم و نیترات)؛ N_m: نیتروژن ناشی از معدنی شدن؛ OM: ماده‌ی آلی خاک (گرم در متر مربع)؛ NU_tE[2]:کارآیی تبدیل نیتروژن (گرم بر گرم)؛ TNH[3]: مجموع نیتروژن کل گیاه در برداشت (گرم بر متر مربع)؛ Y_{grain}: عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)؛ NU_pE[4]: کارآیی جذب نیتروژن (گرم بر گرم)؛ NUE[5]: کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) GPC[6]: درصد پروتئین دانه؛ NHI: شاخص برداشت نیتروژن (درصد) و GN: نیتروژن دانه (گرم بر گرم) می‌باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و آنالیز آن‌ها با برنامه‌ی SAS Ver. 9.1، (Soltani, 2007) مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD حفاظت شده در سطح احتمال ۵ درصد و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار2007 Excel انجام شد.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی

میانگین دمای حداقل و حداکثر شهر گنبد کاووس در طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۳تقریباً ۴ و ۱۵ درجه‌سانتی‌گراد بود و از ماه فروردین‌ماه شروع به افزایش کرد (شکل ۱). حداقل دما در دی ماه ۱۳۹۳ (۳/۶ درجه سانتی‌گراد) و حداکثر آن در خردادماه ۱۳۹۴ (۳۷/۱ درجه سانتی‌گراد) ثبت شد. با مقایسه میزان بارندگی در ماه‌های دوره آزمایش (شکل ۱) مشاهده شد که حداکثر میزان بارش در اسفندماه ۱۳۹۳ (۷۶/۹ میلی‌متر) و حداقل آن در خرداد ماه سال ۱۳۹۴ (یک میلی‌متر) رخ داد.



شکل ۱- میانگین دمای حداکثر و حداقل و مجموع بارندگی گنبد در دوره رشد جو (اقتباس از ایستگاه سینوپتیک گنبد کاووس)

Fig. 1- Maximum and minimum mean temperature and total precipitation of barely during growing season

1- Total available nitrogen

2- Nitrogen utilization efficiency
3- Aboveground N at harvest
4- Nitrogen uptake efficiency
5- Nitrogen use efficiency
6- Grain protein content

تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد دانه، مقدار نیتروژن دانه، کارآیی تبدیل نیتروژن، کارآیی مصرف نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد در حالی که از نظر کارایی جذب نیتروژن و درصد پروتئین بین ارقام در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳). معنی‌دار بودن این صفات نشان‌دهنده‌ی آن است که هم‌زمان با افزایش عملکرد در اثر به‌نژادی، تغییراتی در این صفات هم صورت گرفته است.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، کارآیی مصرف نیتروژن و سایر صفات مرتبط با ارقام جو

Table 1- Analysis of variance (mean square) of yield, nitrogen use efficiency and related traits in barely cultivars

		میانگین مربعات Mean square						
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	NHI	NUE	NUtE	NUpE	GP	GNC	GY
بلوک Block	3	8.40ns	0.22ns	29.59ns	0.08*	11.46**	4.37ns	406.38ns
رقم Cultivar	7	389.75**	38.79**	157.48**	0.04*	2.87*	19.57**	71669.58**
خطا Error	21	17.92	1.61	11.73	0.24	1.67	1.44	2983.76
ضریب تغییرات CV	-	21.07	18.19	30.09	23.07	11.99	20.14	18.19

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار. GY: عملکرد دانه، NU_tE: کارآیی تبدیل نیتروژن، NU_pE: کارآیی جذب نیتروژن، NUE: کارآیی مصرف نیتروژن، GNC: مقدار نیتروژن دانه، GP: پروتئین دانه، NHI: شاخص برداشت نیتروژن.

* significant at 0.05 probability level; ** significant at 0.01 probability level, ns: not significant, grain yield (GY), nitrogen utilization efficiency (NU_tE), nitrogen uptake efficiency (NUpE), nitrogen use efficiency (NUE), grain nitrogen concentration, grain protein concentration (GPC), nitrogen harvest index (NHI).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) حاکی از آن است که ارقام از نظر عملکرد دانه در سطح یک درصد با هم تفاوت معنی‌داری داشتند. بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم خرم با ۶۰۳/۱۱ گرم در متر مربع و کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم قدیمی ترکمن با ۱۸۴/۸۷ گرم در متر مربع بود (جدول ۴)، که نشان‌دهنده پتانسیل‌های متفاوت ارقام جو ایران از نظر عملکرد دانه می‌باشد، ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ‌های جدید عملکردهای بالایی داشته و می‌توان آن‌ها را از ژنوتیپ‌های پر محصول و مناسب منطقه به شمار آورد.

عملکرد بالا در شرایطی حاصل می‌شود که دما در مراحل اولیه رویش محصول پایین‌تر از حد مطلوب باشد و در طی رشد محصول با دمای متوسط و در رسیدگی فیزیولوژیک با دمای بالاتر از حد مطلوب برخورد داشته باشد (Koocheki et al., 2015). بدیهی است میزان عملکرد را باید در ارتباط با تمامی عوامل و فرآیندهایی در نظر گرفت که مرتبط با تولید ماده‌ی خشک هستند، اغلب مطالعات نشان داده‌اند که افزایش عملکرد در جو به مقدار زیادی با تسهیم بیشتر ماده خشک کل به دانه، با عدم تغییر در تولید ماده خشک کل، یا تغییر اندک آن مرتبط می‌باشند.

کارآیی مصرف نیتروژن و اجزای آن

شاخص برداشت نیتروژن: بین ارقام بیش‌ترین شاخص برداشت نیتروژن در رقم خرم که از جدیدترین ارقام می‌باشد و کم‌ترین آن در رقم قدیمی ترکمن مشاهده شد که نشان از آن دارد که در طی سال‌های آزاد سازی ارقام، به‌نژادی باعث بیش از سه برابر شدن شاخص برداشت نیتروژن در ارقام جدید شده است (جدول ۴).

متوسط شاخص برداشت نیتروژن در ارقام جو ۲۰/۰۹ درصد محاسبه شد. از آنجا که شاخص برداشت نیتروژن در غلات اغلب به‌عنوان کارآیی انتقال مجدد نیتروژن از قسمت‌های رویشی گیاه به دانه اندازه‌گیری می‌شود (Muurinen et al., 2007)، بالا بودن شاخص برداشت نیتروژن نشان‌دهنده‌ی افزایش انتقال نیتروژن به دانه است. ابلدو و همکاران (Abeledo et al., 2008) در آزمایشی بر روی ارقام جو بیان داشتند که ارقام جدید (۰/۷۶) نسبت به ارقام قدیم (۰/۶۷) از شاخص برداشت نیتروژن بالاتری برخوردار بودند و همچنین ارقام جدید از غلظت نیتروژن بالاتری در خوشه نسبت به ارقام قدیم برخوردار بودند.

کارآیی تبدیل و جذب نیتروژن: مقایسه میانگین کارآیی تبدیل

نیتروژن تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ارقام نشان داد. رقم دشت پایین‌ترین (۶/۳۲ گرم بر گرم) و رقم خرم بالاترین (۲۴/۴۲ گرم بر گرم) کارآیی تبدیل را دارا بودند. متوسط کارآیی تبدیل نیتروژن ارقام معادل ۱۱/۳۸ (گرم بر گرم) بود (جدول ۴). همان‌طور که ملاحظه شد در طی ۵۰ سال اخیر در کارآیی تبدیل نیتروژن بهبود قابل‌ملاحظه‌ای صورت گرفته است. مقایسه میانگین کارآیی جذب نیتروژن نشان داد که هر چند از نظر آماری بین ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده شد اما بین اکثر ارقام تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد به گونه‌ای که دامنه‌ی تغییرات این صفت از ۰/۵۱ گرم بر گرم در رقم نیم‌روز تا ۰/۷۹ گرم بر گرم در رقم دشت مشاهده گردید (جدول ۴). بنابراین به‌نژادی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بهبود این صفت نداشته است. متوسط کارآیی جذب نیتروژن در این مطالعه ۰/۶۷ گرم بر گرم بود. در مطالعات انجام شده توسط گیامبالوو و همکاران (Giambalwo et al.,2010) در ایتالیا بر روی ارقام مختلف گندم دروم نشان داده شد که در شرایط نیتروژن کم از نظر کارآیی جذب نیتروژن بین ارقام تفاوتی وجود نداشت. ما و همکاران (Ma et al., 2009) کارآیی مصرف نیتروژن در سه محصول گندم، برنج و ذرت را به‌ترتیب ۱۳/۴، ۱۱/۳ و ۳/۷ گرم برگرم گزارش نمودند. در بررسی دیگر بر روی جو بهاره در چهار سطح نیتروژن (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط اردبیل توسط حاجی حسینلو (Haji Hoseinlou et al., 2013) دامنه کارایی مصرف نیتروژن از ۴۳/۵۳ در شرایط عدم مصرف نیتروژن تا ۲۵/۸۱ گرم بر گرم گزارش کردند، همچنین ایشان دریافتند که با افزایش مصرف نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت، این در حالی بود که شاخص برداشت نیتروژن با افزایش مصرف نیتروژن از ۳۳/۶۲ درصد به ۴۶/۹۰ درصد افزایش یافت.

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد، کارآیی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام جو

Table 4- Means of yield, nitrogen use efficiency and related traits in barely cultivars

تیمار Treatment	NHI	NUE	NUtE	NUpE	GP	GNC	GY
ترکمن Torkaman	12.37	21.15	6.43	0.71	11.46	3.64	184.87
دشت Dasht	13.04	23.64	6.32	0.79	11.95	4.29	206.60
ریحان Reyhan	16.82	31.71	10.25	0.65	9.86	4.64	277.13
صحرا Sahra	16.99	35.46	9.99	0.80	10.65	5.61	309.93
نیم‌روز Nimroz	30.88	46.59	19.04	0.51	9.33	6.62	407.20
ماهور Mahour	19.34	29.68	10.86	0.58	10.61	4.76	259.40
یوسف Yosef	17.07	31.78	8.87	0.74	11.07	5.41	277.73
خرم Khoram	41.72	69.01	24.42	0.63	10.27	10.79	603.11
میانگین Mean	20.09	34.36	11.38	0.67	10.78	5.48	300.29
$LSD_{0.05}$	6.18	9.09	4.10	0.23	1.89	1.75	79.72

NHI: شاخص برداشت نیتروژن (درصد)، NUE: کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم)، NU_tE: کارآیی تبدیل نیتروژن (گرم بر گرم)، NU_pE: کارآیی جذب نیتروژن (گرم بر گرم)، GP: پروتئین دانه (درصد)، GNC: مقدار نیتروژن دانه (گرم بر گرم) و GY: عملکرد دانه (گرم در مترمربع).

Nitrogen harvest index (NHI; %), Nitrogen use efficiency (NUE; gg^{-1}), Nitrogen utilization efficiency (NU_tE; gg^{-1}), Nitrogen uptake efficiency (NUpE; gg^{-1}), grain protein concentration (GPC ;%), Grain nitrogen concentration (GNC, gg^{-1}) and Grain yield (GY; gm^{-2}).

کارآیی مصرف نیتروژن از ۲۱/۱۵ گرم بر گرم در رقم ترکمن تا ۶۹/۰۱ گرم بر گرم در رقم خرم متغیر بود (جدول ۴). ارقامی که دارای پایین‌ترین و بالاترین عملکرد بودند به‌ترتیب از پایین‌ترین و بالاترین کارآیی مصرف نیتروژن برخوردار بودند. به‌عبارت دیگر، ارقام جدید از قبیل خرم نسبت به ارقام قدیم از قبیل ترکمن ازکارآیی مصرف نیتروژن بالاتری برخوردار بودند (جدول ۴). متوسط مقدار کارآیی مصرف نیتروژن در این آزمایش ۳۴/۳۶ گرم برگرم بود. به هر حال مقدار نیتروژن استفاده شده در این پژوهش بر اساس آزمایش خاک و توصیه‌ی مرکز تحقیقات در حد مطلوب در نظر گرفته شد یعنی برای تمام ارقام یک نوع تراکم و نیاز کودی در نظر گرفته شد و همین امر باعث شد که مقایسه‌ی دقیقی بین ارقام صورت نگیرد چون در بسیاری از آزمایشات مقایسه ارقام، برای هر رقم تراکم و مقدار کود مشخص توصیه می‌شود (Zand et al., 2014).

شکل (۲-الف) یک رابطه‌ی خطی قوی بین عملکرد دانه با کارآیی مصرف نیتروژن (R^2=الف**) را نشان می‌دهد بنابراین، یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه را می‌توان افزایش کارآیی مصرف نیتروژن دانست. شکل ۲ ب و ج، رابطه‌ی کارآیی مصرف نیتروژن با کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی تبدیل نیتروژن را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، بین کارآیی مصرف نیتروژن و کارآیی جذب نیتروژن یک رابطه‌ی منفی اما بسیارضعیف وجود دارد در حالی‌که بین کارآیی

تبدیل نیتروژن با کارآیی مصرف نیتروژن یک رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار مشاهده می¬شود (R^2=۰/۹۵**). از آنجایی که کارآیی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی تبدل نیتروژن است درنتیجه، افزایش در کارآیی مصرف نیتروژن بیش‌تر به‌دلیل بهبود در کارآیی تبدیل نیتروژن می‌باشد. در مطالعه‌ای توسط بتی و همکاران (Beatty et al., 2010) بر روی ارقام جو در کانادا بیان داشتند که کارایی مصرف نیتروژن بالا در ارقام جو به دلیل بالا بودن کارایی تبدیل نیتروژن در این ارقام بود. همچنین در پژوهشی ۱۶ ساله بر روی جو در چکسلواکی بیان شد که مصرف کود دامی نسبت به مصرف منابع مختلف کود شیمیایی نیتروژن و عدم استفاده از کود، سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن گردید (Shejbalova et al., 2014). بهبود مدیریت نیتروژن و استفاده از ارقام کارآمد در جو می‌تواند سبب افزایش کارایی مصرف نیتروژن و در نهایت افزایش عملکرد دانه در جو گردد (Anbessa & Juskiw, 2012). آنبسا و همکاران (Anbessa et al., 2009) در مطالعه‌ای بر روی ارقام جو بهاره دریافتند که هم عوامل محیطی و هم ژنتیکی بر روی کارایی مصرف نیتروژن تأثیرگذار هستند. در بررسی دیگر بر روی جو بهاره در چهار سطح نیتروژن (صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط اردبیل توسط حاجی حسینلو (Haji Hoseinlou et al., 2013) دامنه کارایی مصرف نیتروژن از ۴۳/۵۳ در شرایط عدم مصرف نیتروژن تا ۲۵/۸۱ گرم بر گرم گزارش کردند. بنابراین، با توجه به نتایج این پژوهش در آینده یکی از راه‌های افزایش کارآیی مصرف نیتروژن در جو علاوه بر بهبود بیش‌تر کارآیی تبدیل نیتروژن، بهبود در کارآیی جذب نیتروژن باشد.

غلظت پروتئین دانه

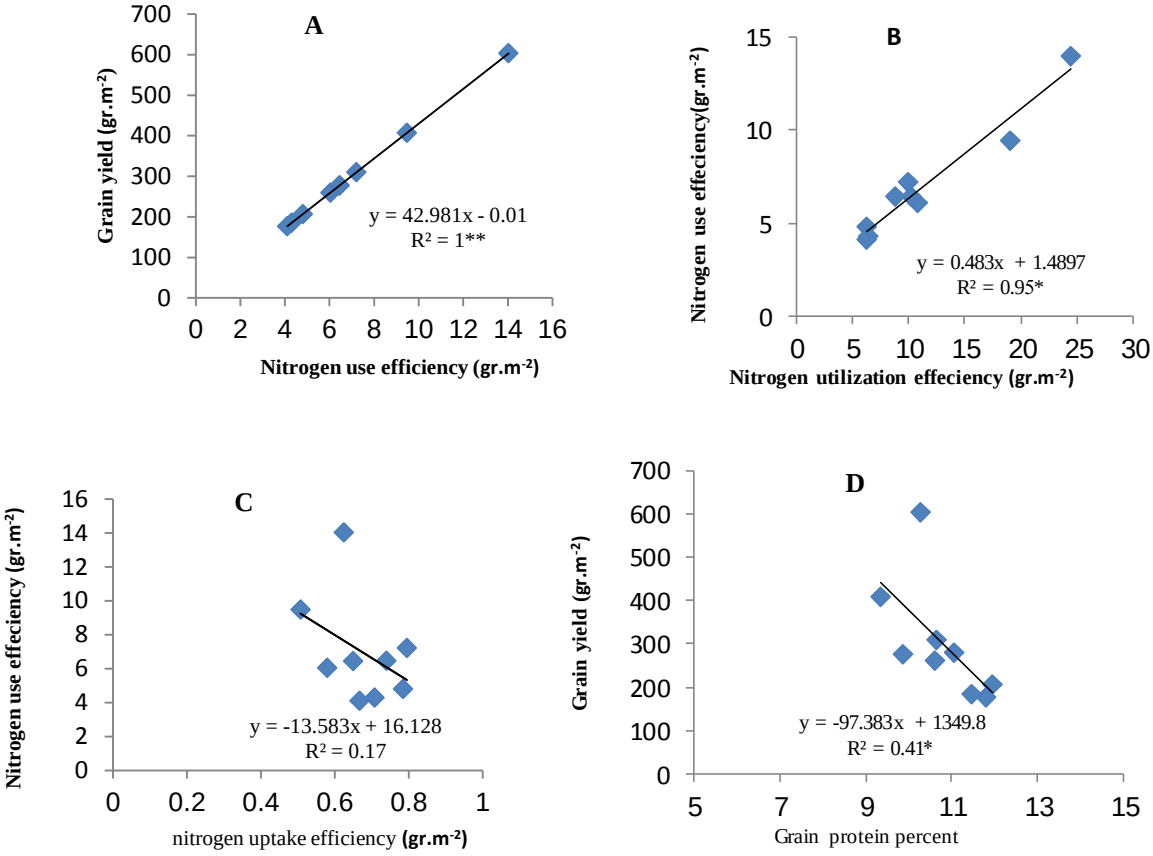
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام از نظر غلظت پروتئین دانه و مقدار نیتروژن دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول۳). دامنه تغییرات نیتروژن دانه از ۳/۶۴ در رقم ترکمن تا ۱۰/۷۹ گرم در متر مربع در رقم خرم مشاهده شد (جدول ۴). متوسط مقدار نیتروژن دانه ۵/۴۸ گرم در متر مربع بود. از آنجایی که یک همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه، شاخص برداشت نیتروژن و کارآیی مصرف نیتروژن با مقدار نیتروژن دانه وجود داشت (جدول ۵) و از طرفی بررسی نشان داد که این صفات در طی سال‌های آزادسازی ارقام جو بهبود یافته‌اند، بنابراین بهبود این صفت متأثر از صفات مذکور می‌باشد.

دامنه تغییرات درصد پروتئین دانه بین ۹/۳۳ درصد در رقم نیمروز (از ارقام حدواسط) و ۱۱/۹۵ درصد در رقم دشت (از ارقام قدیم) متغیر بود اما این تغییرات از روند مشخصی پیروی نکرد، به عبارتی بین اکثر ارقام تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد (جدول ۴). متوسط غلظت پروتئین دانه ارقام ۱۰/۸۹ درصد بود. به نظر می‌رسد در طی ۵۰ سال آزادسازی ارقام مورد مطالعه تغییرات در جهت بهبود درصد پروتئین دانه صورت نگرفته است. به عبارتی تلاش در جهت افزایش شاخص برداشت دانه نسبت به شاخص برداشت نیتروژن در فرایندهای اصلاحی بیش‌تر مدنظر قرارگرفته است و این مساله می‌تواند تا حدودی عدم تغییر در درصد پروتئین دانه و حتی کاهش این صفت را توجیه نماید. همچنین یکی از دلایل دیگر را می‌توان نیاز به میزان گلوکز بیش‌تر جهت سنتز پروتئین نسبت به کربوهیدرات دانست (Rahemi-Karizaki et al., 2014). ابلدو و همکاران (Abeledo et al., 2008) در آزمایشی بر روی ارقام آزاد شده جو طی سال‌های ۱۹۴۴ تا ۱۹۹۸ در آرژانتین بیان داشتند که شاخص برداشت نیتروژن در ارقام جدید (۰/۷۶) نسبت به ارقام قدیم (۰/۶۷) بالاتر بود و همچنین دریافتند که ارقام جدید از غلظت نیتروژن بالاتری در خوشه نسبت به ارقام قدیم برخوردار بودند.

بررسی رابطه‌ی بین پروتئین دانه و عملکرد دانه نشان داد که بین این دو صفت یک رابطه معکوس وجود دارد (شکل ۲-د) به‌نحوی که با افزایش عملکرد دانه، پروتئین دانه کاهش یافت. این رابطه نشان می‌دهد که افزایش عملکرد دانه نسبت به افزایش درصد پروتئین دانه در جریان انتخاب بیش‌تر مورد نظر بوده است. مطالعات بر روی ارقام مختلف گندم (Rahemi-Karizaki et al., 2014) و جو (Murrinen et al., 2006) این نتایج را تأیید می‌کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در طی سال‌های آزادسازی ارقام، کارآیی مصرف نیتروژن به‌همراه عملکرد دانه افزایش یافته است. از آنجا که کارآیی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارآیی جذب نیتروژن و کارآیی تبدیل نیتروژن است درنتیجه، افزایش در کارآیی مصرف نیتروژن بیش‌تر به‌دلیل بهبود در کارآیی تبدیل نیتروژن می‌باشد. همچنین، به نظر می‌رسد در طی ۵۰ سال آزادسازی ارقام جو مورد مطالعه، تغییر در جهت بهبود درصد پروتئین دانه صورت نگرفته است. به‌عبارت دیگر، تلاش در جهت افزایش شاخص برداشت دانه نسبت به شاخص برداشت نیتروژن در فرآیندهای اصلاحی بیش‌تر مدنظر قرار گرفته است و این مساله می‌تواند تا حدودی عدم تغییر در درصد پروتئین دانه و حتی کاهش این صفت را توجیه نماید.



شکل ۲- الف) رابطه‌ی کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) و عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)، ب) رابطه‌ی کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) با کارآیی جذب نیتروژن (گرم بر گرم)، ج) رابطه‌ی کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم) با کارآیی تبدیل نیتروژن (گرم بر گرم). د) رابطه‌ی درصد پروتئین دانه (درصد) با عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)

Fig. 2- (A) Relationships between nitrogen use efficiency ($g.g^{-1}$) and grain yield ($g.m^{-2}$); (B) Relationships between nitrogen use efficiency ($g.g^{-1}$) and nitrogen uptake efficiency ($g.g^{-1}$); (C) Relationships between nitrogen use efficiency ($g.g^{-1}$) and nitrogen utilization efficiency ($g.g^{-1}$); (D) Relationships between grain yield ($g.m^{-2}$) and grain protein percent

جدول ۵- همبستگی عملکرد، کارآیی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام مختلف جو

Table 5- Correlation of yield, nitrogen use efficiency and related traits in barely cultivars

صفات Traits	GNC	NHI	GP	NUtE	NUpE	NUE	GY
GNC	1						
NHI	0.80**	1					
GP	0.006	-0.416*	1				
NUtE	.0.64**	0.953**	0.636**	1			
NUpE	0.127	-0.435**	0.733**	-0.567**	1		
NUE	0.910**	0.923**	-0.376*	0.945**	-0.176	1	
GY	0.911**	0.922**	-0.376*	0.878**	-0.175	1.000*	1

GY: عملکرد دانه (گرم در مترمربع)، NU_tE: کارآیی تبدیل نیتروژن (گرم بر گرم)، NU_pE: کارآیی جذب نیتروژن (گرم بر گرم)، NUE: کارآیی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم)، GNC: مقدار نیتروژن دانه (گرم بر گرم)، GP: پروتئین دانه (درصد)، NHI: شاخص برداشت نیتروژن (درصد).

Grain yield (GY; gm^{-2}), nitrogen utilization efficiency (NU_tE; gg^{-1}), nitrogen uptake efficiency (NUpE; gg^{-1}), nitrogen use efficiency (NUE; gg^{-1}), grain nitrogen concentration (gg^{-1}), grain protein concentration (GPC;%), nitrogen harvest index (NHI; %),

منابع

Abeledo, L.G., Calderini, D.F., and Slafer, G.A. 2008. Nitrogen economy in old and modern malting barley. Field Crops Research 106: 171–178.

Ahmadi, K., Gholizade, H., Ebadzade, H.R., Hossinpour, R., Hatami, F., fazli, B., Kazemiyan, A., and Rafiei, M. 2015. Agricultural statistics. Ministry of Agriculture p169. (In Persian)

Anbessa, Y., and Juskiw, P. 2012. Strategies to increase nitrogen use efficiency of spring barley. Canadian Journal of Plant Science 92: 617-625.

Anbessa, Y., Juskiw, P., Good, A., Nyachiro, J., and Helm, J. 2009. Genetic variability in nitrogen use efficiency of spring barley. Crop Science 49: 1259–1269.

Ayadi, S., Karmous, C., Hammami, Z., Trifa, Y., and Rezgui, S. 2014. Variation of durum wheat yield and nitrogen use efficiency under Mediterranean rain fed environment. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 7(10): 693-699.

Beatty, P.H., Anbessa, Y., Juskiw, P., Carroll, R.T., Wang, J., and Good, A.G. 2010. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber. Annals of Botany 105: 1171–1182.

Chen, Y., Xiao, C., Wu, D., Xia, T., Chen, Q., Chen, F., Yuan, L., and Mi, G. 2015. Effects of nitrogen application rate on grain yield and grain nitrogen concentration in two maize hybrids with contrasting nitrogen remobilization efficiency. European Journal of Agronomy 62: 79-89.

Foulkes, M.J., Reynolds, M.P., and Sylvester-Bradley, R. 2009. Genetic Improvement of Grain Crops: Yield Potential. PP 355–386 in: Sadras, V.O., Calderini, D.F. (Eds.), Crop Physiology Applications for Genetic Improvement and Agronomy. Academic Press, Amsterdam.

Ghasemi, A., Ghanbari, A., Fakheri, B.A., and Fanaie, H.R. 2016. Effect of different fertilizer resources on yield and yield components of grain maize (*Zea mays* L.) influenced by tillage managements. Journal of Agroecology 7(4): 499-512. (In Persian with English Summery)

Giambalwo, D., Ruisi, P.G., and Miceli D. 2010. Nitrogen use efficiency and nitrogen fertilizer recovery of durum wheat genotypes as affected by interspecific competition. Agronomy Journal 102(2): 707-715.

Haji Hoseinlou, S., Ebadi, A., Ghaffari, M., and Mostafaei, E. 2013. Nitrogen use efficiency under water deficit condition in spring barley. International Journal of Agronomy and Plant Production 4: 3681-3687.

Ju, C., Buresh, R.J., Wang, Z., Zhang, H., Liu, L., Yang, J., and Zhang, J. 2015. Root and shoot traits for rice varieties with higher grain yield and higher nitrogen use efficiency at lower nitrogen rates application. Field Crops Research 175: 47-55.

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizade, Y. 2015. Evaluation of yield and nitrogen use efficiency of maize and cotton intercropping under different nitrogen levels. Iranian Journal of Field Crops Research 13(1): 1-13. (In Persian with English Summery)

Li, P., Chen, F., Cai1, H., Liu, J., Pan, Q., Liu, Z., Gu, R., Mi, G., Zhang, F., and Yuan, L. 2015. A genetic relationship between nitrogen use efficiency and seedling root traits in maize as revealed by QTL analysis. Journal of Experimental Botany 66(20): 1-14.

Li, Z., Li, B., and Tong, Y. 2008. The contribution of distant hybridization with decaploid *Agropyron elongatum* to wheat improvement in China. Journal of Genet. Genomics 35: 451–456.

Ma, W., Li, J., Ma, L., Wang, F., Sisak, I., Cushman, G., and Zhang, F. 2009. Nitrogen flow and use efficiency in production and utilization of wheat, rice, and maize in China. Agricultural Systems 99: 53–63.

Muurinen, S., Kleemola, J., and Peltonen-Sainio, P. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. Agronomy Journal 99: 441–449.

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.

Nakhzari Moghaddam, A. 2016. Effect of nitrogen and different intercropping arrangements of barley (*Hordeum vulgare* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) on forage yield and competitive indices. Journal of Agroecology 8(1): 47-58. (In Persian with English Summery)

Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., and de Tourdonnet, S. 2010. Does under sowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield. Field Crops Research 115: 9–18.

Rahemi Karizaki, A., Galeshi, S., and Soltani, A. 2015. Compare of nitrogen economy between new and old varieties of wheat in 38 last years in Golestan Province. Journal of Crop Production 7(3):17-32. (In Persian with English Summery)

Shanahan, J.F., Kitchen, N.R., Raun, W.R., and Schepers, J.S. 2008. Responsive in-season nitrogen management for cereals. Computers and Electronics in Agriculture 61: 51–62.

Shejbalová, Š., Černý, J., Vašák, F. Kulhánek, M., and Balík, J. 2014. Nitrogen efficiency of spring barley in long-term experiment. Plant, Soil and Environmental 60(7): 291–296.

Soleymani, F., and Ahmadvand, G. 2016. The effect of chemical, biological and organic nutritional treatments on sunflowers yield and yield components under water deficit stress. Journal of Agroecology 8(1): 107-119. (In Persian with English Summery)

Soltani, A. 2007.Application of SAS in statistical analysis. Jehad Daneshgahi Publisher. p182.

Syeidi, M., and Rezvani Moghadm, P. 2011. Study yield, its components and nitrogen use efficiency using of compost mushroom, biological and urea fertilizer in wheat. Journal of Agroecology 3(3): 313-323. (In Persian with English Summery)

Zand, N., Shakiba, M.R., Moghaddam-Vahed, M., and Dabbagh-Mohammadai-nasab, A. 2014.Response of sorghum to nitrogen fertilizer at different plant densities. International Journal of Farming and Allied Sciences 3: 71-74.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1149-1160

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۱۶۰-۱۱۴۹

Evaluation of Nitrogen Use Efficiency Indices of New and Old Barley Cultivars in Climatic Conditions of Golestan Province (Case Study: Gonbad Kavoos)

A.A. Mirzaei[1], A. Rahemi-Karizaki[2*], A. Nakhzari-Moghadam[3] and E. Gholizadeh[4]

Submitted: 10-03-2017
Accepted:29-11-2017

Mirzaei, A.A., Rahemi-Karizaki, A., Nakhzari-Moghadam, A., and Gholizadeh, E. 2019. Evaluation of nitrogen use efficiency indices of new and old barley cultivars in climatic conditions of Golestan province (Case study: Gonbad Kavoos). Journal of Agroecology. 10(4): 1149-1160.

Introduction

Among all the fertilizers applied in the field, nitrogen (N) is the most important element for plant growth, plant productivity and grain quality. It is important to define the complex trait of nitrogen-use efficiency (NUE) before considering its improvement through breeding and N management strategies. NUE defined as grain dry matter yield per unit of available N (from the soil and/or fertilizer) divided it into two components, including (i) N-uptake efficiency (crop N uptake/N available; UPE) and (ii) N-utilization efficiency (grain dry matter yield/crop N uptake; UTE). N utilization efficiency (UTE) divided into two components, including harvest index (HI) and biomass production efficiency (BPE). Nitrogen utilization efficiency comprises harvest index (HI) and biomass production efficiency (BPE). The objective of this study was to determine the significance and magnitude of variation in N content, NUE, NUpE, NUtE, and grain protein concentration among diverse barely genotypes in years of release. Specifically, we wanted to determine if there was a positive correlation between these factors and grain yield.

Materials and Methods

This field experiment was conducted under optimal condition, at the Gonbad University of Agricultural Sciences Research Farm, during the growing seasons of 2014-2015. The eight cultivars were sown in a randomized complete block design with four replications. Plots consisted of 5 rows with 5 m long and 0.20 m apart. Seeding rate was calculated for each cultivar using percentage germination and 1000-seed weight to achieve a density of 270 plant m^{-2}. Plant samples were separated in two components at anthesis (leaf + culm and chaff-flowered spikes) and three components at maturity [leaf + culm, chaff (rachis, glumes, awns), and grain]. Samples were dried at 70°C for 3 d and dry matter (DM) were weighed. N content of the plant parts was measured using a modified version of the Kjeldahl procedure. At harvest, a 1.5 m^2 portions at the center of each wheat plot was sampled to determine their biomass and harvest index. Statistical analysis was carried out using the SAS software package. Differences among the treatments were evaluated with the least significant difference (LSD).

Results and Discussion

Analysis of variance for grain yield, NUE, NUtE and NHI traits showed that cultivars had significant differences in %1 level while protein percent and NUpE was significant in %5 levels. Nitrogen use efficiency ranged from 4.30 to 14.13 g m^{-2}, depending on cultivar. Low yielding cultivars had the lowest NUE values. Average value for NUE was 6.99 g m^{-2}. Relationships between NUE measurements with NUtE and NUpE were evaluated by linear regression. There was a strong and statistically significant relationship between NUE with NUtE and NUpE for all barely cultivars. Grain yield ranged from 184.87 to 603.11 gr m^{-2}. Grain yield positively correlated with NUE and a negatively correlated with grain protein concentration.

Conclusion

1- M.Sc. Student, Agroecogology, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
2, 3 and 4- Assistant Professor, Department of palnt production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavoos University, Golestan, Iran
(* Corresponding Author Email: alirahemi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i4.62525

The results revealed that during breeding activities for barely yield improvement, NUE and nitrogen utilization efficiency (NUtE) were increased; while there was no changes for nitrogen uptake efficiency (NUpE). Because NUE divided into two components of NUtE and NUpE, most of the breeding effects on NUE were associated with change in nitrogen utilization efficiency (NUtE). It seems that during year of release of barely cultivars no changes was observed for improvement of protein concentration. It appears that in studied cultivars, grain harvest index increased more rapidly than nitrogen harvest index which means no changes or decline of grain protein percent.

Keywords: Grain protein concentration, Nitrogen uptake efficiency, Nitrogen use efficiency, Nitrogen utilization efficiency