

بررسی توده‌های بومی گندم نان در جذب و بهره‌وری نیتروژن

غلامرضا خلیل زاده^{۱*}، ابراهیم عزیزاف^۲، جواد مظفری^۳

۱-بخش تحقیقات نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲-آکادمی ملی علوم آذربایجان، باکو، جمهوری آذربایجان

۳=بخش بانک ژن، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی توده‌های بومی گندم نان در جذب و بهره‌وری نیتروژن، این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ با استفاده از ۴۲ توده بومی گندم نان با مصرف تقسیط ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و شاهد (بدون مصرف کود) بصورت اسپلیت پلات برپایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی در بین توده‌های بومی مورد ارزیابی برای کارایی جذب و مصرف نیتروژن وجود داشت. تجزیه واریانس اختلاف آماری بسیار معنی‌داری برای ژنوتیپ‌ها در صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، عملکرد نیتروژن دانه شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب و مصرف نیتروژن نشان داد. اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در تمام صفات به استثنای صفت شاخص برداشت معنی‌دار بود. استفاده از کود باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، کارایی جذب نیتروژن و کاهش شاخص برداشت و وزن هزار دانه گردید. توده‌های بومی G۱۹، G۲۶، G۲۹، G۳۷ و G۴۱ عملکرد دانه بالاتری داشتند. در مقابل، توده‌های G۱۱، G۱۲ و G۱۴ در نیتروژن کمتر عملکرد بالایی نشان دادند. بیشترین غلظت نیتروژن دانه در توده‌های G۱۹، G۲۱، G۲۹ و بالاترین غلظت نیتروژن در کاه و کلش در توده‌های G۱۲، G۱۵، G۲۸ به اثبات رسید. بالاترین کارایی مصرف نیتروژن در سطح شاهد و مربوط به توده‌های بومی G۱۹، G۲۶، G۳۷ و G۴۱ بود. در بین اجزاء کارایی مصرف نیتروژن (کارایی جذب نیتروژن، شاخص برداشت و کارایی استفاده از نیتروژن)، کارایی جذب نیتروژن با ۸۵٪ در هر دو سطح نیتروژن بیشترین سهم را از واریانس کل نسبت به شاخص برداشت و کارایی استفاده از نیتروژن (۱۵-۲٪) به خود اختصاص داد. بهترین توده‌های بومی برای کارایی جذب نیتروژن مربوط به G۹، G۱۱، G۲۷، G۳۷ بود. از نظر پتانسیل عملکرد دانه توده‌های بومی G۱۹، G۲۶، G۲۷، G۳۷ و G۴۱ در مقایسه با دیگر توده‌ها بیشترین میزان را داشتند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، توده‌های بومی، تنوع ژنتیکی، نیتروژن، کارایی جذب و مصرف نیتروژن

مقدمه

کمبود نیتروژن بیشتر از هر عنصر دیگری عامل محدود کننده تولیدات زراعی است و به همین دلیل نیز بصورت کودهای شیمیایی در سطح وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد (Semenov *et al.*, 2007). نیتروژن باعث افزایش پروتوپلاسم و اندازه سلول و سطح بزرگتر برگ شده و در نهایت باعث افزایش سرعت فتوسنتز می‌گردد. بر اساس تحقیقات به عمل آمده از طرف گود و به آتی (Good and Beatty, 2011) تخمین زده می‌شود کل مصرف کود نیتروژنه از ۷۵/۸ میلیون تن در سال ۱۹۸۷ به ۱۵۱/۶ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ برسد. با وجود این، کودهای ازته به صورت موثر استفاده نشده و کارایی مصرف آن برای غلات در دنیا حدود ۳۳ درصد می‌باشد (Sharpe *et al.*, 2001). کارایی مصرف نیتروژن (NUE) در گیاهان صفت پیچیده ای است. اصلاح کارایی مصرف نیتروژن در گندم به دلیل متنوع بودن صفات فیزیولوژیکی دخیل در این صفت بسیار کند و در عین حال تاثیر مقادیر مختلف استفاده از نیتروژن روی مراحل توسعه‌ای گیاه و اثرات متقابل آن با ژنوتیپ و نیز مشکلات ارزیابی صفات مرتبط با عملکرد و ساختمان ریشه این مسئله را پیچیده تر نموده است (Hall and Richards, 2013). مول و همکاران (۱۹۸۲) کارایی مصرف نیتروژن (NUE) را به دو گروه از عوامل تقسیم نمودند:

۱- ویژگیهای گیاه در رابطه با کارایی جذب نیتروژن که نشانگر نسبت نیتروژن جذب شده به میزان نیتروژن مصرف شده می‌باشد. ۲- عواملی که در ارتباط با کارایی بهره‌وری نیتروژن بوده و بیانگر

نسبت عملکرد دانه به میزان نیتروژن جذب شده است.

راهکار استراتژیک جهت پیشرفت سیستم‌های کشاورزی پایدار بهبود کارایی مصرف نیتروژن است که برای رسیدن به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل نهاده‌ها و جلوگیری از هدر رفت نیتروژن می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). تعداد زیادی از آزمایشات (Calderini *et al.*, 1995; Gan *et al.*, 2008) در مورد غلات پاییزه نشان داده‌اند که تعدیل در کاربرد مقادیر کود نیتروژنه و یا تقسیط آن استراتژی‌هایی مناسب برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن هستند (Arregui and Quemada, 2008). بالا بردن کارایی مصرف نیتروژن در گیاهان با افزایش عملکرد دانه، جذب و مصرف نیتروژن، بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک به خصوص مدیریت صحیح مصرف نیتروژن امکان پذیر می‌باشد (Alcozen and Haby, 1993). کارایی مصرف نیتروژن در غلات، علاوه بر شرایط محیطی و میزان عناصر غذایی خاک به وضعیت توسعه سیستم ریشه و توزیع آن در خاک و مراحل رشد گیاه نیز بستگی دارد. کاربرد کود، توسعه ریشه‌ها را افزایش داده و تا حدودی تعادل بین میزان عناصر غذایی محلول در خاک را تحت کنترل قرار می‌دهد (Whu *et al.*, 2005). کودهای نیتروژنی اغلب از طریق افزایش عمق توسعه ریشه گندم علاوه بر افزایش کارایی استفاده بهینه از نیتروژن مصرفی، باعث افزایش کارایی مصرف آب نیز می‌گردد (Wang *et al.*, 2004). مطالعات انجام گرفته بر مورفولوژی سیستم ریشه با کاربرد کودهای نیتروژنی نشان داد که مصرف کود روی صفات طول ریشه، فراوانی تعداد

و عملکرد تحت شرایط کود دهی محدود گزارش شد. لیکن تجزیه‌های بیشتر داده‌های این آزمایش وجود یک رابطه منفی بین عملکرد و تعداد ریشه، عمدتاً در شرایط نهاده کم نیتروژن را نشان داد (Gallais and Coque, 2005). این مشاهدات می‌تواند وجود رقابت بین دو منبع ذخیره نیتروژن، یعنی ریشه و ساقه را به عنوان یک فرضیه، زمانیکه منبع نیتروژن محدود است را توجیه کند. وجود تنوع ژنتیکی ابزار کار اصلاح‌گران می‌باشد. توده‌های بومی گندم منابع جدید ژرم پلاسما برای برنامه‌های اصلاحی را فراهم می‌آورند. امروزه دانشمندان به دنبال آزادسازی واریته‌هایی هستند که کارایی مصرف نیتروژن بالایی داشته باشند تا این که میزان مصرف کود را کاهش و ریسک آلودگی اکوسیستم را پایین نگهدارند (Le Gouis et al., 2000). در این راستا ضمن مطالعه تنوع ژنتیکی توده‌های بومی گندم نان از نظر جذب و مصرف نیتروژن صفات مرتبط با آن‌ها نیز در این بررسی مورد ارزیابی قرار گرفته است. تاثیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نیز هدف دیگر این مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۴۲ توده بومی گندم نان (*Triticum aestivum* L.) که از بانک ژن موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بود در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید.

آب و هوا و خاک محل آزمایش: نوع خاک محل آزمایش لومی رسی با pH حدود ۷/۶ و هدایت

ریشه‌های مویی و تراکم ریشه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kando et al., 2003; Wang et al., 2004).

در تحقیقات انجام گرفته توسط صوفی زاده و همکاران (۱۳۸۵) روی ۶ رقم گندم که طی پنجاه سال اخیر در ایران معرفی شده‌اند، بیان داشتند ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیم از نظر کارایی مصرف نیتروژن برتر بودند، ولی ارقام مختلف از نظر کارایی جذب و شاخص برداشت نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشتند. با اصلاح ارقام تحت شرایط نیتروژن بالا تا متوسط، عملکرد دانه ارقام گندم بهاره آبی از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۸۵ بهبود یافته و روند افزایشی داشته است. در ارقام نیمه پاکوتاه این افزایش در عملکرد دانه اتفاق افتاده است. در سطوح کودی بالا تا متوسط هر دو جزء کارایی جذب و کارایی مصرف نیتروژن افزایش یافته ولی در سطوح پایین کودی، این افزایش تنها برای کارایی جذب مفید بوده است (Ortez-Monasterio et al., 1997). عبدالمهی قره کند (۱۳۸۸) ضمن ارزیابی اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات ریشه ارقام گندم دیم نشان داد که با کاربرد نیتروژن، وزن تر ریشه تا ۱۵۷ درصد، حجم ریشه تا ۱۱۴ درصد، تعداد ریشه‌های طوقه‌ای تا ۶۰ درصد و عملکرد دانه نیز تا ۴۷ درصد افزایش یافته است. بیشترین اثر مثبت در عملکرد دانه مربوط به وزن ریشه، حجم ریشه و تعداد ریشه‌های طوقه‌ای توسط همان محققان گزارش گردید.

در نخستین مطالعه تجزیه ژنتیکی صفات ریشه که در لاین‌های ذرت بر اساس ژنتیکی کارایی مصرف نیتروژن انجام گرفت همبستگی ضعیف ولی معنی‌داری بین برخی از صفات ریشه با تولید بیوماس

از کشت و پس از برداشت آزمایش بترتیب حاوی ۵۷ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار تا عمق ۶۰ سانتیمتری بود (اطلاعات بیشتر در جدول ۱ آورده شده است).

الکتریکی خاک حدود ۰/۴ دسی زیمنس بر متر و میزان ماده آلی خاک ۱۳ گرم بر کیلوگرم بود. نمونه بردای از خاک به روش مرکب از هر کرت انجام گرفت. میزان نیتروژن معدنی موجود در خاک، قبل

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک قبل از کاشت محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	اسید	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	درصد اشباع	کربن آلی	نیتروژن کل	آهک	بافت خاک
Depth (cm)	PH	EC	P	K	SP %	OC	TN	CaCo3	Texture
۰-۶۰	۷/۶۲	۰/۴۰	۲۰	۳۳۰	۵۰	۱/۳	۰/۰۱۶	۳۰	لوم رسی

نمی‌باشد. بذور قبل از کشت با قارچ کش کاربوکسی تیرام به نسبت دو در هزار ضد عفونی و در تاریخ ۱۷ آبان ماه ۱۳۸۸ در عمق ۴ سانتی متری کشت شدند.

عملیات خاک ورزی و کاشت، مصرف کودهای دیگر بر اساس دستورالعمل توصیه شده منطقه انجام گرفت. در مرحله شروع ساقه دهی، به منظور مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ از سموم علف کش تو فور دی و پوماسوپر بترتیب به میزان ۱/۵ و ۱/۲ لیتر در هکتار استفاده گردید. برخی از صفات فنولوژیک اندازه گیری شده در جدول ۲ آورده شده است.

تاریخ سنبله‌دهی از مجموع روزهای کاشت تا ۵۰٪ ظهور سنبله‌ها و تاریخ رسیدن فیزیولوژیک از زمان حصول حداکثر وزن دانه و قوه نامیه بذر محاسبه شد. ۲۰ بوته بطور تصادفی از سطح هر کرت آزمایشی برداشت و جهت اندازه گیری وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و غلظت نیتروژن کاه و کلش استفاده گردید.

جهت ایجاد حداکثر اختلاف در استفاده از نیتروژن در بین ارقام از کود اوره در دو سطح، بدون کود (شاهد) و با کود (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) استفاده گردید. میزان کود توصیه شده قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل، ۶۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم اوره خالص در چهار مرحله (هر مرحله ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) شامل کود پایه (بصورت جایگذاری در زیر بذر) و سه مرحله پنجه دهی، سنبله دهی و مرحله پر شدن دانه به صورت سرک اعمال شد. بعد از هر کود دهی به منظور نفوذ بهتر آبیاری تکمیلی در چهار نوبت تا عمق ۳۰ سانتی متر صورت گرفت. بر اساس نتایج تحقیقات انجام گرفته پیشین با توجه به اینکه رابطه بین میزان نیتروژن با عملکرد دانه در گندم آبی تا حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار خطی تعریف شده است، لذا مصرف مقادیر بیش از این برای تکمیل منحنی و مشاهده افت عملکرد در این پژوهش ضروری بود و این به معنی توصیه ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن

جدول ۲- اطلاعات و صفات مورفولوژیکی تاریخ سنبله دهی، تاریخ رسیدن و ارتفاع بوته در ۴۲ توده بومی گندم نان مورد ارزیابی

ردیف	منشاء	خلاصه	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدن	ارتفاع بوته (cm)
۱	Kc-۲۱۹	G۱	۱۶۴	۲۰۵	۱۲۰
۲	Kc-۲۰۶	G۲	۱۶۷	۲۰۹	۱۱۵
۳	Kc-۲۱۲	G۳	۱۷۶	۲۱۱	۱۲۵
۴	Kc-۲۱۶	G۴	۱۶۶	۲۱۲	۱۱۸
۵	Kc-۲۵۶	G۵	۱۷۴	۲۱۰	۱۲۵
۶	Kc-۲۵۷	G۶	۱۷۵	۲۱۰	۱۲۳
۷	Kc-۲۵۹	G۷	۱۷۷	۲۱۱	۱۲۰
۸	Kc-۲۶۴	G۸	۱۷۴	۲۱۱	۱۲۰
۹	Kc-۳۵۴	G۹	۱۷۳	۲۰۶	۱۲۲
۱۰	Kc-۶۷۷	G۱۰	۱۷۴	۲۰۹	۱۲۵
۱۱	Kc-۱۱۹۶	G۱۱	۱۶۹	۲۰۹	۱۲۰
۱۲	Kc-۱۲۰۰	G۱۲	۱۶۷	۲۰۹	۱۱۷
۱۳	Kc-۳۷۱۹	G۱۳	۱۶۸	۲۱۱	۱۲۵
۱۴	Kc-۱۲۹	G۱۴	۱۷۲	۲۱۰	۱۲۷
۱۵	Kc-۴۷۰۸	G۱۵	۱۶۶	۲۱۲	۱۱۰
۱۶	Kc-۵۵۱۴	G۱۶	۱۷۴	۲۰۹	۱۳۷
۱۷	Kc-۶۴۶۱	G۱۷	۱۷۶	۲۱۰	۱۲۸
۱۸	Kc-۶۵۱۴	G۱۸	۱۶۸	۲۱۲	۱۲۰
۱۹	Kc-۸۶۸	G۱۹	۱۶۸	۲۰۵	۱۲۲
۲۰	Kc-۴۳۵	G۲۰	۱۸۱	۲۱۲	۱۱۵
۲۱	Kc-۸۵۷	G۲۱	۱۶۴	۲۰۵	۱۲۰
۲۲	Kc-۹۸۷	G۲۲	۱۶۸	۲۰۵	۱۲۵
۲۳	Kc-۱۶۵۶	G۲۳	۱۷۰	۲۱۰	۱۳۰
۲۴	Kc-۱۶۹۱	G۲۴	۱۶۸	۲۰۹	۱۱۸
۲۵	Kc-۱۷۵۰	G۲۵	۱۶۶	۲۰۴	۱۲۰
۲۶	Kc-۲۴۷۴	G۲۶	۱۶۹	۲۱۰	۱۱۸
۲۷	Kc-۲۶۸۲	G۲۷	۱۷۶	۲۱۳	۱۴۰
۲۸	Kc-۲۹۱۹	G۲۸	۱۶۷	۲۱۰	۱۲۳
۲۹	Kc-۳۱۵۵	G۲۹	۱۷۳	۲۰۸	۱۴۷
۳۰	Kc-۳۱۶۷	G۳۰	۱۷۰	۲۰۹	۱۲۵
۳۱	Kc-۴۶۱۷	G۳۱	۱۶۱	۲۰۲	۱۰۰
۳۲	Kc-۴۶۸۰	G۳۲	۱۷۳	۲۱۰	۱۳۵
۳۳	Kc-۴۷۱۳	G۳۳	۱۶۷	۲۰۶	۱۲۵
۳۴	Kc-۵۰۳۲	G۳۴	۱۷۸	۲۱۲	۱۱۰
۳۵	Kc-۵۵۹۶	G۳۵	۱۷۷	۲۱۵	۱۳۵
۳۶	Kc-۵۸۰۱	G۳۶	۱۷۵	۲۱۱	۱۳۵
۳۷	Kc-۶۱۲۷	G۳۷	۱۶۸	۲۰۹	۱۲۷
۳۸	Kc-۶۳۶۰	G۳۸	۱۷۷	۲۱۱	۱۳۰
۳۹	Kc-۳۸۸	G۳۹	۱۶۹	۲۰۹	۱۳۵
۴۰	Kc-۱۶۵۲	G۴۰	۱۶۷	۲۰۹	۱۲۸
۴۱	Kc-۳۳۶۶	G۴۱	۱۶۸	۲۰۷	۱۳۲
۴۲	Kc-۶۱۴۳	G۴۲	۱۷۰	۲۰۸	۱۴۰

نمونه برداری و درصد نیتروژن با روش کجگلدال اندازه گیری شد (Sharpe et al., 2001). صفات

به منظور اندازه گیری نیتروژن در مرحله رسیدگی دانه به تفکیک از دانه و کاه و کلش (ساقه و برگ)

کارایی جذب) = $\log(\text{کارایی مصرف نیتروژن}) + \log(\text{کارایی استفاده از نیتروژن}) + \log(\text{شاخص برداشت})$

Log(عملکرد دانه) = $\log(\text{عملکرد نیتروژن دانه}) + \log(\text{غلظت نیتروژن دانه})$

Log(کارایی) = $\log(\text{کارایی مصرف نیتروژن دانه}) + \log(\text{شاخص برداشت نیتروژن}) + \log(\text{جذب نیتروژن})$

برای تجزیه صفات و رسم نمودارهای لازم از برنامه‌های نرم افزاری MSTST-C و SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشانگر اختلاف آماری معنی‌داری برای ژنوتیپ‌ها در صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، عملکرد نیتروژن دانه شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب و مصرف نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بود، ولی برای صفت تعداد سنبله در متر مربع این اختلاف معنی‌دار نبود. ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن در صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب و مصرف نیتروژن معنی‌دار بود، در حالیکه برای صفات عملکرد دانه، عملکرد نیتروژن دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اختلاف بین دو سطح نیتروژن در صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در متر مربع، غلظت نیتروژن در کاه و کلش و شاخص برداشت نیتروژن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد (جدول ۳).

مورد ارزیابی علاوه بر عملکرد و اجزای عملکرد، شامل صفات شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، شاخص برداشت، عملکرد نیتروژن دانه، کارایی جذب و استفاده از نیتروژن بود. شاخص برداشت نیتروژن (NHI)، کارایی مصرف نیتروژن (NUE)، کارایی استفاده از نیتروژن یا کارایی بیولوژیکی، کارایی بیوماس، کارایی جذب و کارایی مصرف عملکرد دانه (NUEgn) از روابط زیر محاسبه شدند (May et al., 1991; Ortiz-Monasterio and Graham, 2000).

کود استفاده شده / عملکرد دانه = کارایی مصرف نیتروژن

نیتروژن کل قسمتهای هوایی / عملکرد دانه = کارایی بیولوژیکی

عملکرد نیتروژن کل قسمتهای هوایی / عملکرد نیتروژن دانه = شاخص برداشت نیتروژن

کود داده شده / کل نیتروژن قسمتهای هوایی = کارایی جذب نیتروژن

کود استفاده شده / عملکرد نیتروژن دانه = کارایی مصرف عملکرد دانه

بمنظور ارزیابی محاسبه سهم واریانس اجزای صفات از متد مول و همکاران (۱۹۸۲) و دهوگا و وینز (۱۹۸۹) استفاده شد. بدین صورت که برای عملکرد Y داریم. $Y_n = X_{1n} + X_{2n}$ که X_{1n} و X_{2n} دو جزء عملکرد و لگاریتم‌های $\sum (X_{1n}Y_n) / \sum Y_n^2$ و $\sum (X_{2n}Y_n) / \sum Y_n^2$ سهم واریانس هر کدام از صفات وابسته به عملکرد را نشان می‌دهند. لذا اجزای عملکرد هر کدام و سهم نسبی میزان واریانس هر کدام از صفات وابسته بشرح زیر می‌باشد.

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

عملکرد دانه: نتیجه تجزیه واریانس در صفت عملکرد دانه نشانگر اختلاف آماری معنی دار برای سطوح نیتروژن و ژنوتیپ بود. اما برای اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن اختلاف معنی داری در این صفت مشاهده نشد (جدول ۲). مصرف کود باعث افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها گردید. گزارشات مدحج و همکاران (۲۰۰۹)، ناکلانگ و همکاران (۲۰۰۶)، خلیل زاده و همکاران (۱۳۹۰)، سهرابی و همکاران (۱۳۹۳) افزایش عملکرد دانه را در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژن تایید کرده‌اند. استفاده از کود نیتروژن سبب افزایش ۲۲۸۷ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه تحت تیمار کودی گردید. مقایسه میانگین عملکرد دانه تحت کاربرد کود، برتری ژنوتیپ‌های G۱۹، G۲۶ و G۴۱ را با متوسط عملکردی در حدود ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نشان داد. دامنه تغییرات عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تیمار شاهد N0 از ۱۳۶۶ تا ۳۶۶۹ کیلوگرم در هکتار در نوسان بود (جدول ۴). ارزیابی کود پذیری که نشان دهنده واکنش ژنوتیپ‌ها به مصرف کود می‌باشد نشان داد که بیشترین کود پذیری در ژنوتیپ‌های G۱۰، G۲۰، G۲۳ و G۲۷ دیده شد. با وجود عدم معنی داری بین اثر متقابل $G \times N$ برای عملکرد دانه، ژنوتیپ‌ها رفتارهای متفاوتی را در دو سطح نیتروژن نشان دادند. برای مثال تنوع موجود بین ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون کاربرد نیتروژن بیش از تنوع موجود با کاربرد کود بود. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای منشاء ایرانی بودند و هیچگونه کار اصلاحی روی آن‌ها صورت نگرفته عکس العمل آنها در شرایط مختلف کودی یکسان و اثر متقابل $G \times N$

معنی دار نشد. لی گوئیس و همکاران (۲۰۰۰) تایید کرده‌اند که تنوع ژنتیکی بالایی برای عملکرد دانه در سطوح پایین نیتروژن وجود داشته و این وضعیت، تعیین صفات مورفولوژیکی (به ویژه در ریشه‌ها)، فیزیولوژیکی و مولکولی را در رابطه با سازگاری به خاک‌های تهی از نیتروژن، امکان پذیر خواهد ساخت (Toledo Marchado and Silvestre) (Fernandes, 2000).

تعداد دانه در سنبله: تجزیه واریانس صفت تعداد دانه در سنبله برای ژنوتیپ اختلاف معنی دار و برای سطوح نیتروژن و اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن عدم معنی داری نشان داد. با توجه به اینکه مصرف کود نیتروژن در حد مناسب علاوه بر پنجه زنی و ریشه دهی مطلوب، سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد (Malakooti, 2000) ولی به دلیل پایین بودن تعداد تکرار و سطوح کودی در این آزمایش اثر سطوح کودی اختلاف آماری معنی داری نشان نداد. تری پاتی و همکاران (۲۰۱۰) و لی گوئیس و همکاران (۲۰۰۰) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نمودند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد توده‌های بومی G۱۵، G۲۱، G۴۰ و G۴۲ بترتیب با ۱۵، ۲۱، ۴۰ و ۴۲ دانه در سنبله دارای بیشترین و توده‌های بومی G۱۸، G۳۱ و G۳۳ بترتیب با ۳۰، ۳۳ و ۳۳ دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بودند. با توجه به یکسان بودن اثر نیتروژن روی ژنوتیپ‌ها در دو سطح کودی، اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۳).

تعداد سنبله در متر مربع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در این صفت نشانگر اختلاف آماری معنی دار بین سطوح نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ ولی برای

ژنوتیپ و اثر متقابل $G \times N$ اختلاف معنی دار وجود نداشت. تعداد سنبله در متر مربع در سطح $N+$ با ۵۵۳ بیشتر از سطح $N0$ با ۴۶۶ سنبله در واحد سطح بود (جدول ۳). ژنوتیپ‌های $G7$ ، $G33$ و $G17$ بترتیب با ۵۷۶، ۵۷۰ و ۵۷۰ سنبله در متر مربع بالاترین تعداد سنبله در واحد سطح را دارا بودند (جدول ۴).

وزن هزار دانه: نتیجه تجزیه واریانس صفت وزن هزار دانه نشانگر اختلاف آماری معنی دار برای سطوح نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن بود. بطوریکه وزن هزار دانه بطور معنی داری از $N0$ (۴۳/۹ گرم) به $N+$ (۳۹/۷ گرم) کاهش نشان داد. استفاده از نیتروژن باعث تعداد پنجه و افزایش تعداد سنبله گردیده و در نتیجه به دلیل افزایش اندام‌های هوایی کاهش وزن هزار دانه را سبب شده است. بین ژنوتیپ‌ها از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری وجود داشت. ژنوتیپ‌های $G13$ ، $G28$ ، $G33$ و $G39$ دارای بیشترین وزن هزار دانه و $G19$ و $G23$ بترتیب با ۳۶ و ۳۷ گرم دارای کمترین وزن هزار دانه (متوسط هر دو سطح) بودند. ژنوتیپ‌های با وزن هزار دانه بالا سهم عمده‌ای را در واریانس اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن داشتند. این ژنوتیپ‌ها در هر دو سطح نیتروژن از وزن هزار دانه بالایی برخوردار بودند. معنی دار بودن اثر متقابل بدین معنی است که ژنوتیپ‌ها واکنش متفاوتی در سطوح مختلف نیتروژن نشان دادند.

شاخص برداشت: مصرف کود نیتروژنه باعث کاهش ۶ درصدی شاخص برداشت گردید. با وجود اختلاف بین دو سطح کودی و به دلیل پایین بودن تعداد تکرار و سطوح نیتروژن از نظر آماری این اختلاف در تجزیه واریانس معنی داری نبود ولی

اثرات ژنوتیپ و ژنوتیپ \times نیتروژن معنی دار بود (جدول ۳). افزایش توسعه بخش‌های هوایی تحت شرایط استفاده از کود در توده‌های بومی بیش از افزایش عملکرد دانه بوده که سبب کاهش شاخص برداشت گردید. در آزمایشی که توسط ناکلانگ و همکاران (۲۰۰۶) انجام گرفت، نتیجه مشابهی را بدست آوردند. بیشترین شاخص برداشت در شرایط بدون استفاده از کود ۳۸ درصد بود که مربوط به ژنوتیپ‌های $G4$ ، $G8$ ، $G10$ ، $G19$ و $G24$ بود. ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد دانه بالایی بودند شاخص برداشت بالایی را نشان دادند.

کارایی مصرف، کارایی جذب و شاخص

کارایی مصرف نیتروژن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف نیتروژن، اثرات ژنوتیپ و اثر متقابل $G \times N$ اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۳). در توده‌های بومی گندم کارایی مصرف نیتروژن بطور نسبی به دلیل پایین بودن عملکرد دانه کمتر از ارقام اصلاح شده بود. با وجود این، تنوع بالایی بین توده‌های بومی مورد ارزیابی برای این صفت وجود داشت. معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن بدین معنی است که عکس العمل ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف کود نیتروژن متفاوت است. به عبارت دیگر ارزش ژنوتیپ‌ها در شاهد و تحت استفاده از کود از ته یکسان نبود (Cormier et al., 2013). بطوریکه بهترین ژنوتیپ در شرایط نیتروژن بالا بهترین ژنوتیپ سطح نیتروژن شاهد نبود. احتمالاً این مسئله به کودپذیری این ژنوتیپ‌ها بر می گردد. در بر اساس نتایج مقایسه میانگین، با مصرف نیتروژن در تیمار کودی ($N+$) کارایی مصرف نیتروژن کاهش پیدا

معنی دار بودن اثر ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بود. کارایی جذب نیتروژن در کل ژنوتیپ‌ها تنوع بالایی نشان داد بطوریکه کارایی جذب در N_0 (۰/۸۷) بطور معنی داری بالاتر از کارایی جذب آن در $N+$ (۰/۷۰) بود (جدول ۳ و ۴). تفاوت بین نیتروژن کل سطح العرضی خاک در ۶۰-۰ سانتیمتری و کل نیتروژن سطح خاک در مرحله رسیدگی بترتیب ۶۹ و ۵۷ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. لذا میزان نیتروژن جذب شده از سطح N_0 از مواد آلی خاک و بقایای نیتروژن موجود در خاک بوده است. ارزیابی کارایی جذب نیتروژن نشان داد که بیشتر واریانس مشارکتی کارایی مصرف نیتروژن مربوط به کارایی جذب نیتروژن است (جدول ۶). لی گوئیس (۲۰۰۰) و اورتیز موناستریو و همکارانش (۱۹۹۷) در آزمایشات خود نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. تجزیه اجزای کارایی مصرف نیتروژن نشان داد که تاثیر کارایی جذب نیتروژن بسیار بیشتر از شاخص برداشت و کارایی استفاده از نیتروژن بود. زمانی که نیتروژن خاک محدود است، خصوصیات ریشه‌ای نقش مهمی در جذب نیتروژن بازی می‌کنند (Carvalho et al., 2014). به عبارت دیگر در نسبت‌های پایین نیتروژن، کارایی جذب نسبت به کارایی استفاده از نیتروژن بطور نسبی غالبیت پیدا می‌کند. تفاوت شاخص کارایی جذب نیتروژن بین شاهد (عدم مصرف کود) و مصرف کود (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۲۵ درصد است. ژنوتیپ G_{37} بیشترین کارایی جذب نیتروژن را در بین ژنوتیپ‌ها در هر دو سطح نیتروژن دارا بود. ارزیابی ژنوتیپ‌های پابلند توده‌های بومی ایران و

کرد بطوریکه دامنه تغییرات تیمار کودی از ۶/۶ تا ۱۱/۷ گرم در گرم نیتروژن در سطح $N+$ و ۵/۴ تا ۱۸/۴ گرم در گرم نیتروژن در تیمار شاهد N_0 نشان داد. در بین ژنوتیپ‌ها بالاترین کارایی مصرف نیتروژن در تیمار شاهد مربوط به ژنوتیپ‌های G_{19} ، G_{26} ، G_{37} و G_{41} و برای تیمار کودی ژنوتیپ‌های G_{21} ، G_{23} ، G_{25} و G_{27} بودند (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهند که با مصرف کود نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن بین عدم مصرف کود و مصرف حداکثری کود در حدود ۳۸ درصد است. به عبارت دیگر تفاوت موجود در کارایی مصرف نیتروژن در شرایط بدون کود و کاربرد حداکثر کود در حدود ۹ تا ۱۲/۴ گرم در گرم نیتروژن می‌باشد (جدول ۳). در آزمایشی مشابه که هاگینز و پن (۱۹۹۳) و حسینی و همکاران (۱۳۹۲) انجام داده‌اند نتایج مشابهی بدست آمده است. همچنین در آزمایش اورتیز موناستریو و همکاران (۲۰۰۲) در مرکز تحقیقات بین المللی گندم و ذرت (سیمیت) روی ده رقم گندم (دو رقم پابلند قدیمی با هشت رقم جدید پاکوتاه) انجام شده نیز نتیجه مشابهی را بدست آوردند. آن‌ها دریافتند که میزان کارایی مصرف نیتروژن ارقام قدیمی در مقایسه با ارقام اصلاح شده جدید کمتر است. بعنوان مثال افزایش کمی کارایی مصرف نیتروژن به مقدار ۰/۱۳ کیلوگرم ماده خشک در کیلوگرم نیتروژن بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ که روی ۱۹۵ لاین خالص گندم پاییزه در فرانسه نمونه ای از بهبود روند افزایشی کارایی مصرف نیتروژن در ارقام جدید می‌باشد (Cormier et al., 2013).

کارایی جذب نیتروژن: ارزیابی نتایج حاصل از تجزیه واریانس کارایی جذب نیتروژن نشانگر

چین در مقایسه با ارقام اصلاح شده پاکوتاه مکزیکی نشانگر طول ریشه عمیق و بیوماس ریشه‌ای بالای این توده‌ها بودند (Ehdaie and Waines, 1997). با توجه به اینکه طول زیاد و دانسیته بالای ریشه در جذب نیتروژن موثر است (Foulkes *et al.*, 2009) لذا توده‌های بومی یا بلند قادر به بهبود کارایی جذب نیتروژن می‌باشند. به خصوص که تنوع کافی برای جذب و مصرف نیتروژن در آنها وجود دارد. بیشترین کارایی جذب نیتروژن برای میانگین شاهد و سطح کودی در ژنوتیپ‌های G₉، G₁₁، G₂₇ و G₃₇ مشاهده شد (جدول ۴). این ژنوتیپ‌ها یک سوم از واریانس اثر متقابل G×N را تشکیل دادند. بیشترین افزایش کارایی جذب نیتروژن از N+ به N0 مربوط به ژنوتیپ‌های G₁، G₁₄، G₁₇ و G₂₉ برتیب با ۰/۳۹، ۰/۴۰، ۰/۴۳ و ۰/۴۴ درصد نشان دادند. همانطوریکه نتایج نشان داد به موازات افزایش کاربرد کود نیتروژن کارایی جذب نیتروژن کاهش یافت. نتیجه حاصل از این آزمایش با نتایج هاگینز و پن (۱۹۹۳) و سهرابی و همکاران (۱۳۹۳) مشابه بود. آنها دریافتند که در سطوح بالای مصرف کود نیتروژن، جذب نیتروژن در دسترس به آهستگی انجام گرفته که سبب کاهش در کارایی جذب و مصرف نیتروژن شد (Semenov *et al.*, 2007).

شاخص برداشت نیتروژن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت نیتروژن، سطوح نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل G×N برتیب در سطح احتمال ۵٪، ۵٪ و ۱ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین بین دو سطح کودی بیشترین (۷۸/۵ درصد) و سطح بدون کود (شاهد) کمترین (۷۰/۸ درصد) را نشان دادند. مقایسه میانگین

ژنوتیپ‌ها برای شاخص برداشت نیتروژن نشانگر برتری ژنوتیپ‌های G₁، G₆، G₇ و G₁₀ در هر دو سطح نیتروژن بود. توده‌های بومی G₁، G₄، G₈ و G₁₉ دارای شاخص برداشت نیتروژن بالایی داشتند ولی اختلاف آماری معنی‌داری بین دو سطح نداشتند. بیشترین کاهش مصرف نیتروژن در ژنوتیپ‌ها برای دو سطح کودی متعلق به ژنوتیپ‌های G₁₈، G₂₀، G₂₂ و G₃₂ بود (جدول ۴). طبق تحقیقات به عمل آمده بهبود سالیانه در روند افزایش شاخص برداشت ۱۵/۰+ درصد (Brancourt-Hulmert *et al.*, 2003) و ۱۲/۰+ درصد (Cormier *et al.*, 2013) گزارش شده است. این کاهش در ارتباط با کاهش محتوای نیتروژن در کاه و کلش در زمان برداشت محصول می‌باشد (Gooding *et al.*, 2012).

عملکرد نیتروژن دانه: نتیجه تجزیه واریانس صفت عملکرد نیتروژن دانه نشانگر اختلاف آماری معنی‌دار برای سطوح نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن بود. میانگین عملکرد نیتروژن دانه در N+ (۴۰/۹ گرم در متر مربع) بیشتر از میانگین آن در شاهد N0 (۲۹/۷ گرم در متر مربع) بود. بیشترین عملکرد نیتروژن دانه در ژنوتیپ‌های G₁₁، G₁₅، G₁₉، G₂₇ و G₃₇ وجود داشت. سه ژنوتیپ G₃₇، G₄ و G₁₄ حدود ۲۴٪ از واریانس اثر متقابل را بخود اختصاص دادند. ژنوتیپ G₃₇ بالاترین عملکرد نیتروژن دانه در هر دو سطح و G₄ و G₁₄ دارای پایین‌ترین عملکرد نیتروژن دانه در هر دو سطح شاهد و تیمار کودی را داشتند (جدول ۳ و ۴).

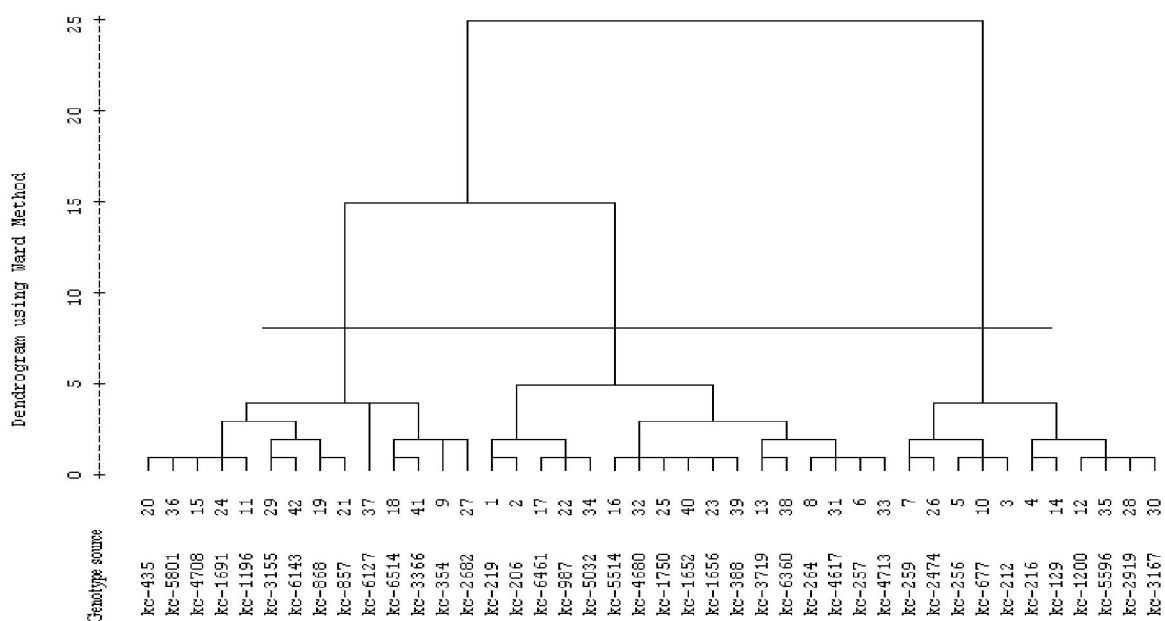
صفت غلظت نیتروژن دانه برای ژنوتیپ و اثر متقابل اختلاف معنی‌داری نشان داد. با وجود اختلاف غلظت نیتروژن در دو سطح نیتروژن N0 (۲/۳۵ درصد) و

(جدول ۵). نتایج ارزیابی نشان داد که ۴۲ ژنوتیپ در سه گروه ۱۴، ۷ و ۱۱ فردی دسته بندی شدند. گروه یک شامل ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات کارایی جذب و کارایی مصرف دانه بالا، مانند توده‌های بومی G۱۱، G۱۵، G۲۰، G۲۷ و G۳۶ بودند. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌هایی بود با میانگین متوسط صفات مورد ارزیابی برخوردار بودند. خوشه سوم دارای ژنوتیپ‌هایی با میانگین پایین در اکثر صفات بخصوص کارایی جذب و مصرف نیتروژن مانند G۴، G۱۲، G۱۴، G۲۸ و G۳۰ بود (شکل ۱). با توجه به اینکه در یک پروژه اصلاحی انتخاب والدینی که از نظر ژنتیکی دور از هم باشند در بروز حداکثر هتروزیس موثر است، لذا برای صفات کارایی جذب و مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های کلاستر اول با کلاستر سوم جهت ایجاد نسل جدید با کارایی جذب نیتروژن بالا مفید خواهد بود.

N+ (۲/۸۷ درصد)، اختلاف آماری معنی داری نداشتند (جدول ۳). دامنه تغییرات این صفت در N0 از ۲/۰۳ تا ۲/۷۰ درصد و در N+ از ۲/۴۷ تا ۳/۳۰ درصد در نوسان بود. غلظت نیتروژن دانه در تمام ژنوتیپ‌ها در تیمار بدون کود (شاهد) میزان پایینی نشان دادند. بیشترین غلظت نیتروژن دانه در ژنوتیپ‌های G۱۹، G۲۱، G۲۹ و G۴۰ مشاهده گردید. ارزیابی واریانس اثر متقابل نشان داد که ۵۰٪ از این واریانس مربوط به ژنوتیپ‌های G۱۵، G۱۹، G۲۱، G۲۷، G۲۹، G۴۰ و G۴۲ بود. تمامی این ژنوتیپ‌ها غلظت نیتروژن بالا در هر دو سطح نیتروژن و حساسیت کم نسبت به کاهش نیتروژن از خود نشان دادند.

تجزیه خوشه ای

به منظور ارزیابی گروهی ژنوتیپ‌های مشابه از نظر صفات مرتبط با جذب و مصرف نیتروژن از تجزیه خوشه‌ای با روش مینیمم وارد استفاده گردید



شکل ۱- دندروگرام مربوط به دسته بندی ۴۲ ژنوتیپ بر اساس صفات غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش، کارایی مصرف نیتروژن دانه، کارایی جذب نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی مصرف دانه و کارایی استفاده از نیتروژن

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و شاخص برداشت در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان

منبع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	دانه در سنبله	سنبله در متر مربع	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۶۴۵ns	۲۲/۱ns	۲۷/۸۳ns	۷۲۶۴۹ns	۱۱۰/۱ns
نیترژن	۱	۳۲۹/۶**	۱۱۱۴/۷*	۳۷۴/۷ns	۵۱۵۷۱۴*	۰/۱۱۱ns
اشتباه ۱	۲	۸/۰۹۱	۱۵/۲۹	۴۳/۶۷	۶۶۱۴/۳	۱۳/۴۵
ژنوتیپ	۴۱	۴/۰۱**	۶۱/۵**	۱۴۸/۷**	۷۵۹۳ns	۴۵/۳**
ژنوتیپ × نیترژن	۴۱	۰/۲۱۱ns	۵/۰۴**	۴۳/۱۳ns	۸۰۳۶ns	۳۷/۱**
اشتباه ۲	۱۶۴	۰/۲۷۸	۲/۳۰۴	۳۱/۳۷	۵۹۳۷/۴	۱۸/۳۲
میانگین		۴/۲۳	۴۱/۸	۴۱/۳	۵۰۸	۳۳/۴
ضریب تغییرات %		۱۲/۵	۳/۶	۱۳/۶	۱۲/۷	۱۲/۹

ns عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P \geq 0.05$: * اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$: ** اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.01$

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کارایی جذب، استفاده، شاخص برداشت نیترژن، غلظت نیترژن دانه و کاه و کلش و عملکرد نیترژن دانه در ۴۲ ژنوتیپ گندم نان

منبع تغییر	درجه آزادی	غلظت نیترژن دانه	غلظت نیترژن کاه و کلش	عملکرد نیترژن دانه	شاخص برداشت نیترژن	کارایی جذب نیترژن	کارایی استفاده نیترژن
تکرار	۲	۰/۷۹ ns	۰/۰۰۲ ns	۱۶۸/۸ ns	۳۲۸/۵ ns	۰/۱۸۳ ns	۱۲۶/۳ ns
نیترژن	۱	۱۷/۳ ns	۱/۰۰۷ *	۷۹۳۴ ns	۳۵۸۸/۹ *	۱/۸ ns	۴۶۶/۹ ns
اشتباه ۱	۲	۲/۰۲۲	۰/۰۱۳	۸۱۹/۷	۱۷۳/۸	۰/۳۰۱	۹۶/۶۲
ژنوتیپ	۴۱	۰/۲۴ **	۰/۰۵ **	۱۰۸/۱ **	۳۱/۲ *	۰/۰۵۷ **	۳۵/۴۷ **
ژنوتیپ × نیترژن	۴۱	۰/۰۲ ns	۰/۰۱۴ **	۵۷/۱ **	۳۶/۷ **	۱/۰۳۱ **	۸/۸۸ **
اشتباه ۲	۱۶۴	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱	۲۰/۸۱	۲۰/۴	۰/۰۱۲	۵/۰۹
میانگین		۲/۶۱	۰/۴۶	۳۵/۳	۷۴/۶	۰/۷۹	۲۹
ضریب تغییرات %		۶/۷	۸/۴	۱۲/۹	۶/۱	۱۳/۸	۷/۸

ns عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P \geq 0.05$: * اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.05$: ** اختلاف معنی دار در سطح احتمال $P < 0.01$

جدول ۴ - میانگین صفات عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه، غلظت نیتروژن کاه و کلش، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب و استفاده از نیتروژن در دو سطح نیتروژن.

اثر متقابل	ژنوتیپ	عملکرد دانه (kg/plot)	وزن هزار دانه (gT)	سنبله در متر مربع	دانه در سنبله	شاخص برداشت (%)	غلظت نیتروژن دانه (%)	غلظت نیتروژن کاه و کلش (%)	شاخص برداشت نیتروژن (%)	عملکرد نیتروژن دانه (gT/m ²)	کارایی جذب نیتروژن (gT gT ⁻¹)	کارایی مصرف نیتروژن (gT gT ⁻¹)
N.	G1	۳/۴۸	۴۰/۰	۴۸۶	۴۸	۳۹	۲/۰۳	۰/۵۳۳	۷۶	۲۵	۰/۹۵	۱۳/۹
	G2	۲/۹۰	۴۱/۷	۴۹۳	۳۹	۳۶	۲/۱۰	۰/۴۴۳	۷۲	۲۷	۰/۹۲	۱۱/۶
	G3	۲/۶۶	۴۴/۰	۴۹۳	۳۵	۳۵	۲/۰۰	۰/۴۷۳	۶۷	۲۱	۰/۸۸	۱۰/۶
	G4	۲/۳۷	۴۰/۷	۴۶۰	۳۷	۳۸	۲/۱۰	۰/۴۰۳	۷۷	۲۱	۰/۷۶	۹/۵
	G5	۲/۴۳	۴۱/۷	۵۵۳	۴۵	۳۵	۲/۱۳	۰/۴۸۳	۷۳	۳۰	۰/۷۵	۹/۷
	G6	۲/۷۶	۴۲/۷	۴۰۶	۳۶	۳۷	۲/۳۳	۰/۴۶۷	۷۵	۲۸	۰/۸۹	۱۱/۰
	G7	۲/۶۸	۴۴/۰	۵۵۳	۴۰	۳۷	۲/۱۰	۰/۳۵۷	۷۳	۳۰	۰/۶۹	۱۰/۷
	G8	۳/۸۳	۴۳/۳	۴۹۳	۳۶	۳۸	۲/۱۷	۰/۲۸۰	۷۵	۲۹	۰/۷۳	۱۵/۳
	G9	۱/۷۱	۴۱/۷	۵۰۰	۳۵	۳۱	۲/۰۶	۰/۴۷۷	۶۲	۳۴	۰/۹۹	۶/۸
	G10	۱/۸۳	۴۳/۰	۵۴۰	۳۶	۳۸	۲/۰۷	۰/۴۳۳	۷۴	۲۹	۰/۷۷	۷/۳
	G11	۲/۹۸	۴۳/۳	۵۰۶	۴۶	۳۶	۲/۵۷	۰/۳۰۳	۷۵	۳۶	۱/۰۷	۱۱/۹
	G12	۳/۸۸	۴۳/۰	۳۹۳	۳۳	۳۴	۲/۴۰	۰/۴۷۰	۶۸	۲۸	۰/۶۷	۱۵/۵
	G13	۲/۷۳	۵۰/۳	۴۷۳	۳۲	۳۴	۲/۲۷	۰/۳۸۳	۷۱	۲۷	۰/۸۳	۱۰/۹
	G14	۳/۴۲	۴۵/۷	۵۲۶	۴۲	۳۴	۲/۲۳	۰/۳۰۷	۷۰	۱۷	۰/۸۲	۱۳/۷
	G15	۳/۸۶	۴۶/۷	۴۵۳	۴۵	۳۴	۲/۵۳	۰/۴۸۷	۷۲	۳۱	۱/۰۳	۱۵/۴
	G16	۳/۵۲	۴۶/۳	۴۲۶	۴۱	۳۰	۲/۴۰	۰/۳۴۳	۶۶	۲۷	۰/۹۲	۱۴/۱
	G17	۲/۰۵	۴۱/۰	۵۱۳	۴۲	۳۶	۲/۲۷	۰/۳۵۰	۷۲	۲۴	۰/۹۹	۸/۲
	G18	۱/۹۹	۴۶/۰	۴۲۰	۲۵	۳۲	۲/۴۷	۰/۳۹۷	۶۱	۳۲	۰/۸۶	۸/۰
	G19	۴/۵۹	۳۸/۷	۴۷۳	۴۸	۳۸	۲/۶۳	۰/۲۴۳	۷۵	۳۷	۰/۹۰	۱۸/۴
	G20	۱/۳۵	۴۱/۳	۵۰۰	۴۷	۳۷	۲/۳۳	۰/۳۶۰	۶۷	۳۵	۰/۹۲	۵/۴
	G21	۲/۵۸	۴۱/۷	۴۰۰	۴۶	۳۳	۲/۷۰	۰/۵۱۰	۷۷	۳۷	۰/۸۸	۱۰/۳
	G22	۳/۳۲	۴۳/۳	۴۲۰	۴۲	۳۲	۲/۳۰	۰/۳۴۷	۶۹	۳۳	۰/۸۴	۱۲/۹
	G23	۱/۸۸	۳۹/۷	۳۹۳	۴۸	۳۲	۲/۵۰	۰/۲۸۰	۷۱	۳۱	۰/۹۰	۷/۵
	G24	۳/۷۹	۴۳/۰	۴۶۰	۴۱	۳۸	۲/۲۳	۰/۳۷۷	۷۴	۳۱	۰/۹۵	۱۵/۲
	G25	۳/۱۶	۴۲/۰	۳۶۶	۴۰	۳۳	۲/۴۰	۰/۴۸۳	۷۰	۲۹	۰/۸۸	۱۲/۶
	G26	۴/۴۲	۴۵/۰	۳۸۶	۴۵	۳۷	۲/۲۳	۰/۳۲۰	۷۲	۲۸	۰/۷۱	۱۷/۷
	G27	۱/۹۹	۴۴/۷	۴۴۰	۴۸	۳۰	۲/۶۳	۰/۴۵۳	۶۷	۳۳	۱/۱۲	۸/۰
	G28	۲/۲۷	۴۹/۷	۵۷۳	۳۸	۳۴	۲/۲۷	۰/۶۷۷	۷۲	۲۷	۰/۷۰	۹/۱
	G29	۴/۱۸	۴۱/۷	۵۱۳	۴۷	۳۲	۲/۷۰	۰/۳۳۷	۷۵	۲۸	۱/۰۸	۱۶/۷
	G30	۲/۶۲	۴۵/۳	۴۳۳	۳۸	۳۵	۲/۳۷	۰/۴۶۳	۷۳	۲۲	۰/۷۷	۱۰/۵
	G31	۳/۶۸	۴۴/۷	۴۸۶	۲۸	۳۶	۲/۲۳	۰/۶۱۳	۷۱	۳۰	۰/۸۴	۱۴/۷
	G32	۳/۲۰	۴۶/۰	۴۰۶	۴۴	۳۴	۲/۵۷	۰/۲۵۷	۶۵	۲۶	۰/۸۴	۱۲/۸
	G33	۳/۲۵	۴۹/۷	۵۰۰	۳۶	۳۴	۲/۵۰	۰/۳۵۳	۷۱	۲۹	۰/۸۴	۱۳/۰
	G34	۳/۵۵	۴۶/۰	۴۰۶	۴۰	۳۵	۲/۴۰	۰/۲۹۷	۷۳	۳۰	۰/۹۵	۱۴/۲
	G35	۳/۰۱	۴۵/۷	۴۴۶	۴۳	۳۰	۲/۲۷	۰/۴۲۳	۶۸	۲۵	۰/۷۷	۱۲/۰
	G36	۳/۷۸	۴۵/۷	۵۶۶	۴۱	۳۴	۲/۳۷	۰/۳۴۰	۷۳	۳۳	۱/۰۲	۱۵/۱
	G37	۴/۳۰	۴۱/۰	۴۵۳	۴۰	۳۳	۲/۴۳	۰/۳۱۳	۷۱	۴۱	۱/۱۲	۱۷/۲
	G38	۴/۱۲	۴۵/۰	۴۲۶	۳۵	۳۵	۲/۴۰	۰/۲۴۰	۶۷	۳۲	۰/۷۴	۱۶/۵
	G39	۳/۵۰	۴۸/۰	۴۴۰	۲۹	۳۷	۲/۳۰	۰/۵۲۰	۶۸	۳۴	۰/۷۹	۱۴/۰
	G40	۲/۴۲	۴۳/۳	۳۶۰	۴۹	۳۵	۲/۷۰	۰/۳۳۳	۶۹	۳۶	۰/۷۱	۹/۷
	G41	۴/۴۱	۴۲/۳	۴۸۰	۳۶	۳۴	۲/۳۰	۰/۲۵۳	۶۷	۳۵	۰/۹۰	۱۷/۶
	G42	۴/۰۴	۴۴/۳	۴۴۰	۴۶	۳۷	۲/۶۷	۰/۳۱۳	۷۰	۲۹	۱/۰۰	۱۶/۲

اثر مقابل	ژنوتیپ	عملکرد دانه (kg/plot)	وزن هزار دانه (gr)	سنبله در متر مربع	دانه در سنبله	شاخص برداشت (%)	غلظت نیتروزن دانه (%)	غلظت نیتروزن کاه و کلیش (%)	شاخص برداشت نیتروزن (%)	عملکرد نیتروزن دانه (gr/m ²)	کارایی جذب نیتروزن (gr gr ⁻¹)	کارایی مصرف نیتروزن (gr gr ⁻¹)
N ₂₀₀	G1	۵/۵۵	۳۵/۰	۵۸۶	۴۲	۳۱	۲/۷۷	۰/۵۰۷	۸۱	۴۷	۰/۵۶	۸/۳
	G2	۵/۴۵	۳۸/۷	۵۴۰	۳۷	۳۳	۲/۵۳	۰/۵۵۰	۸۲	۴۵	۰/۶۳	۱۰/۲
	G3	۴/۷۰	۳۸/۳	۵۶۶	۴۲	۳۱	۲/۷۰	۰/۴۶۳	۷۵	۴۰	۰/۵۳	۸/۲
	G4	۴/۴۳	۳۷/۰	۵۰۰	۳۹	۳۱	۲/۶۳	۰/۵۳۳	۷۵	۳۴	۰/۴۵	۸/۲
	G5	۴/۱۰	۳۷/۰	۵۷۳	۴۰	۳۰	۲/۴۷	۰/۵۲۰	۷۳	۳۲	۰/۶۹	۶/۷
	G6	۴/۵۱	۳۸/۳	۴۹۳	۴۴	۳۲	۲/۸۰	۰/۵۷۰	۷۶	۴۱	۰/۶۳	۷/۰
	G7	۴/۷۴	۳۷/۳	۶۰۰	۴۴	۳۳	۲/۷۳	۰/۴۳۷	۷۷	۳۲	۰/۶۸	۸/۲
	G8	۵/۹۶	۳۸/۳	۵۸۰	۳۹	۳۲	۲/۷۰	۰/۵۲۷	۷۸	۳۵	۰/۶۴	۸/۵
	G9	۳/۷۵	۳۶/۷	۵۴۰	۴۱	۲۴	۲/۷۰	۰/۶۵۳	۷۳	۴۴	۰/۹۱	۸/۲
	G10	۴/۴۲	۳۹/۷	۵۴۶	۴۵	۳۳	۲/۴۳	۰/۵۰۰	۷۴	۳۴	۰/۶۶	۱۰/۴
	G11	۴/۷۱	۴۰/۷	۵۶۰	۴۳	۳۰	۳/۰۳	۰/۳۵۷	۷۶	۴۸	۰/۷۹	۶/۹
	G12	۵/۶۳	۳۹/۷	۶۰۰	۳۸	۳۱	۲/۹۰	۰/۶۵۰	۷۹	۳۲	۰/۶۹	۷/۰
	G13	۵/۲۲	۴۷/۰	۵۸۰	۳۹	۳۰	۲/۹۳	۰/۶۸۰	۷۷	۳۸	۰/۶۳	۹/۷
	G14	۵/۰۷	۴۲/۷	۵۱۳	۳۷	۲۹	۲/۵۷	۰/۴۵۰	۷۷	۳۸	۰/۴۲	۶/۶
	G15	۵/۸۵	۴۳/۰	۵۶۶	۵۱	۳۱	۳/۱۷	۰/۷۶۰	۷۹	۴۹	۰/۷۴	۸/۰
	G16	۶/۰۶	۴۳/۷	۵۹۳	۵۱	۲۶	۳/۱۷	۰/۳۶۰	۷۸	۴۳	۰/۶۸	۱۰/۲
	G17	۴/۳۶	۳۵/۷	۶۲۶	۴۶	۳۰	۲/۸۸	۰/۳۶۰	۸۲	۴۹	۰/۵۶	۹/۲
	G18	۳/۷۳	۴۳/۷	۴۶۶	۳۸	۲۵	۲/۹۰	۰/۴۳۰	۸۳	۴۳	۰/۸۹	۷/۰
	G19	۷/۲۱	۳۲/۷	۴۷۳	۴۵	۳۳	۳/۲۷	۰/۳۸۲	۸۱	۴۳	۰/۸۳	۱۰/۵
	G20	۳/۸۰	۳۹/۷	۵۴۰	۴۰	۲۸	۲/۹۰	۰/۴۵۱	۸۲	۴۵	۰/۸۷	۹/۸
	G21	۵/۳۷	۳۳/۳	۵۳۳	۵۰	۳۰	۳/۳۰	۰/۵۶۴	۸۱	۴۳	۰/۸۵	۱۱/۲
	G22	۵/۴۹	۳۶/۳	۵۴۰	۴۲	۳۱	۲/۷۷	۰/۴۶۱	۸۸	۴۲	۰/۷۹	۹/۰
	G23	۴/۷۴	۳۴/۰	۵۲۰	۴۳	۲۸	۳/۰۰	۰/۷۰۰	۷۶	۴۱	۰/۷۴	۱۱/۴
	G24	۵/۷۳	۴۰/۳	۵۴۶	۳۷	۳۰	۲/۸۷	۰/۶۱۰	۷۹	۴۵	۰/۶۹	۷/۸
	G25	۶/۰۶	۳۴/۷	۵۸۰	۴۸	۲۸	۳/۱۷	۰/۵۳۲	۸۱	۴۲	۰/۶۹	۱۱/۶
	G26	۶/۷۴	۴۱/۷	۵۱۳	۴۴	۳۵	۲/۸۰	۰/۳۶۴	۸۱	۳۴	۰/۶۴	۹/۲
	G27	۴/۹۲	۳۷/۳	۵۶۶	۴۵	۲۵	۳/۰۷	۰/۶۱۱	۷۴	۴۹	۰/۸۱	۱۱/۷
	G28	۴/۴۲	۴۷/۰	۵۲۶	۳۵	۳۰	۲/۵۷	۰/۷۵۰	۷۵	۳۲	۰/۶۳	۸/۶
	G29	۶/۳۶	۳۵/۷	۵۴۰	۴۴	۲۹	۳/۱۰	۰/۴۸۵	۷۷	۵۰	۰/۶۴	۸/۸
	G30	۵/۰۳	۴۱/۷	۶۰۶	۴۲	۳۰	۲/۷۳	۰/۶۳۱	۷۷	۳۶	۰/۵۲	۹/۶
	G31	۶/۲۶	۴۴/۷	۴۹۳	۳۱	۳۰	۲/۶۷	۰/۷۳۰	۷۹	۴۰	۰/۷۱	۱۰/۳
	G32	۵/۵۴	۴۵/۳	۶۶۰	۵۱	۲۶	۳/۰۷	۰/۵۱۴	۸۳	۴۲	۰/۶۸	۹/۴
	G33	۵/۴۷	۴۵/۰	۶۴۰	۴۱	۲۹	۳/۰۳	۰/۴۵۲	۸۱	۴۱	۰/۶۸	۸/۹
	G34	۶/۰۵	۴۲/۰	۵۸۰	۵۲	۳۰	۳/۱۰	۰/۴۹۵	۷۹	۴۴	۰/۶۸	۱۰/۰
	G35	۵/۶۸	۴۰/۷	۴۹۳	۴۷	۲۵	۲/۷۳	۰/۵۹۲	۷۵	۳۴	۰/۶۲	۱۰/۷
	G36	۵/۹۴	۴۳/۳	۵۳۳	۳۶	۲۷	۲/۸۳	۰/۵۱۴	۷۷	۴۷	۰/۷۵	۸/۷
	G37	۶/۲۶	۳۶/۷	۵۴۰	۴۷	۳۰	۳/۱۰	۰/۳۸۷	۷۷	۵۱	۰/۹۶	۷/۸
	G38	۶/۳۴	۴۱/۷	۴۷۳	۳۴	۲۹	۲/۷۳	۰/۵۰۱	۷۸	۳۴	۰/۷۹	۸/۹
	G39	۵/۶۱	۴۵/۰	۶۱۳	۳۷	۳۱	۲/۸۰	۰/۵۲۳	۷۸	۳۷	۰/۸۳	۸/۴
	G40	۵/۱۵	۳۶/۷	۵۹۳	۵۲	۲۹	۳/۱۳	۰/۳۶۵	۸۲	۳۵	۰/۸۶	۱۰/۹
	G41	۶/۶۸	۳۷/۰	۵۰۶	۴۰	۳۵	۲/۸۳	۰/۳۹۵	۷۶	۴۱	۰/۸۶	۹/۱
	G42	۶/۰۱	۳۹/۳	۶۲۰	۵۲	۳۰	۳/۱۰	۰/۵۳۸	۸۱	۴۸	۰/۶۹	۷/۹
LSD	نیتروزن	۱۰۲/۸	۱۹۴/۲	۵۵۴/۸	۸۴۰/۱	۹۸	۲۵/۶۹	۰/۱۷۵	۱۰۴/۱۵	۲۲۰/۸	۳/۸۳	۳/۵۰
۵%	ژنوتیپ	۰/۶۰	۱/۷۳	۶/۳۹	۸۷/۸۴	۳/۵۶	۰/۲۰۱	۰/۰۳۷	۵/۱۵	۵/۲۰	۰/۱۲۵	۱/۹۵
	نیتروزن × ژنوتیپ	۰/۸۵	۲/۴۵	۹/۳	۱۲۴/۲	۵/۹۵	۰/۲۸۴	۰/۰۵۱	۷/۲۹	۷/۳۵	۰/۱۷۷	۲/۱۴

جدول ۵- میانگین کل و میانگین کلاسترها برای صفات غلظت نیتروژن دانه، غلظت نیتروژن کاه و کلش، کارایی مصرف نیتروژن دانه، کارایی جذب نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی مصرف دانه و کارایی استفاده از نیتروژن دانه

نویپ	میانگین	صفات						
		غلظت نیتروژن دانه	غلظت نیتروژن کاه و کلش	کارایی مصرف نیتروژن دانه	کارایی جذب	شاخص برداشت نیتروژن	کارایی مصرف دانه	کارایی استفاده از نیتروژن دانه
۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۵، ۱۱، ۹	کلاستر ۱	۲/۷۴	۰/۴۴	۶۷/۱	۰/۹۰	۷۴/۳	۲۴/۴	۱۱/۲
۴۲، ۴۱، ۳۷، ۳۶، ۲۹، ۲۷، ۲۴		۲/۶۲	۰/۴۵	۵۸/۸	۰/۷۷	۷۵/۱	۲۲/۰	۱۰/۶۸
۲۲، ۱۷، ۱۶، ۱۳، ۸، ۶، ۲، ۱	کلاستر ۲	۲/۶۳	۰/۴۹	۴۹/۹	۰/۶۷	۷۳/۹	۲۰/۴	۹/۱۲
۳۸، ۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱، ۲۵، ۲۳		۲/۶۱	۰/۴۶	۵۹/۲	۰/۷۹	۷۴/۶	۲۲/۴	۱۰/۶۷
۴۰، ۳۹	کلاستر ۳	میانگین کل						
۲۶، ۱۴، ۱۲، ۱۰، ۷، ۵، ۴، ۳								
۳۵، ۳۰، ۲۸								

$NUE_{gdw} = \text{NUE grain dry weight (grain yield/N supply)}$

عوامل تعیین کننده هستند (Le gouis *et al.*, 2000; Moll *et al.*, 1982). ولی زمانیکه نیتروژن خاک محدود است توانایی جذب گیاه فاکتور مهمی تلقی می شود و آن هم به خصوصیات ریشه ای گیاه بستگی دارد. در نسبت های پایین کود نیتروژنه، کارایی جذب نیتروژن بطور نسبی به کارایی استفاده از نیتروژن غالبیت دارد در حالیکه با کود نیتروژنه بالا عکس این حالت را داریم (Ortiz-Monasterio *et al.*, 1997). در بین اجزای عملکرد نیتروژن دانه سهم غلظت نیتروژن دانه در تمام سطوح نیتروژن و اثر متقابل بیشتر از عملکرد دانه بود بطوریکه برای سطوح N_0 ، N_+ و اثر متقابل $G \times N$ ترتیب ۲۲، ۱۹ و ۵۲٪ اما برای صفت غلظت نیتروژن دانه این مقادیر ۷۷، ۷۹ و ۶۲٪ بود. سهم واریانس نسبی کارایی جذب نیتروژن بر روی کارایی مصرف دانه (NUE_{gn}) بسیار بیشتر از سهم شاخص برداشت نیتروژن (NHI) بود. بطوریکه میزان مشارکت کارایی

میزان مشارکت نسبی هر کدام از اجزای عملکرد

سه جزء تشکیل دهنده کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن^۱، کارایی مصرف استفاده کلی از نیتروژن^۲ (کارایی فیزیولوژیکی) و شاخص برداشت^۳ می باشد. میزان مشارکت نسبی کارایی جذب، عملکرد نیتروژن دانه و کارایی مصرف نیتروژن دانه (NUE_{gn}) در جدول ۶ ارائه شده است. در بین اجزای کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب بیشترین سهم واریانس (۹۱-۸۴٪) را بخود اختصاص داد. این در حالی است که دو صفت کارایی استفاده کل از نیتروژن و شاخص برداشت سهم کمی (۱۶-۹٪) در واریانس داشتند. زمانیکه فاکتور نیتروژن عامل محدود کننده نیست، کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده کل از نیتروژن

1-Nitrogen uptake efficiency
2-Total N utilization efficiency
3- Harves Index

دادند که وجود تنوع کارایی جذب و مصرف نیتروژن در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای برنامه‌های اصلاحی به قدر کافی وجود دارد.

جذب و شاخص برداشت نیتروژن در N_0 بترتیب ۹۵٪ و ۰۶٪- و در $N+$ بترتیب ۷۹٪ و ۲۱٪ و برای اثر متقابل $G \times N$ بترتیب ۶۲٪ و ۲۷٪ بود. نتایج نشان

جدول ۶- میزان مشارکت نسبی هر کدام از اجزای عملکردی کارایی مصرف نیتروژن در هر سطح نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن \times ژنوتیپ توده‌های بومی مورد ارزیابی

عامل مورد ارزیابی	اجزای عملکردی	سطوح نیتروژن		اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن
		بدون مصرف نیتروژن	با مصرف نیتروژن	
کارایی مصرف (Log (نیتروژن)	Log (کارایی جذب نیتروژن)	۰/۹۱	۰/۸۴	۰/۸۵
	Log (کارایی استفاده کل از نیتروژن)	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۱۴
	Log (شاخص برداشت)	۰/۰۳	-۰/۰۹	-۰/۰۲
Log (عملکرد نیتروژن دانه)	Log (عملکرد دانه)	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۵۲
	Log (غلظت نیتروژن دانه)	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۷۹
کارایی مصرف (Log (نیتروژن دانه)	Log (کارایی جذب نیتروژن)	۰/۹۵	۰/۷۹	۰/۶۲
	Log (شاخص برداشت نیتروژن)	-۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۳۷

$$NUE_{gn} = \frac{NUE_{grain}}{N_{supply}}$$

نتیجه گیری

نسبت‌های پایین نیتروژن، کارایی جذب نسبت به کارایی استفاده از نیتروژن بطور نسبی غالبیت پیدا می‌کند. با توجه به وجود تنوع کافی برای جذب و مصرف نیتروژن در ژنوتیپ‌ها احتمالاً بتوان از طریق تنوع گونه‌ای، تحت شرایط نیتروژن محدود، با افزایش دانسیته طول ریشه میزان جذب نیتروژن را بهبود بخشید. بهترین توده‌های بومی برای کارایی جذب نیتروژن G_9 ، G_{11} ، G_{27} ، G_{37} و بالاترین کارایی مصرف نیتروژن را توده‌های بومی G_{19} ، G_{26} ، G_{37} و G_{41} به خود اختصاص دادند. کارایی جذب نیتروژن بهترین شاخص برای ارزیابی توده‌های بومی حاضر بود.

در توده‌های بومی گندم کارایی مصرف نیتروژن بطور نسبی به دلیل پایین بودن عملکرد دانه کمتر از ارقام اصلاح شده بود. با وجود این تنوع بالایی بین توده‌های بومی مورد ارزیابی برای این صفت وجود داشت. عکس العمل ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف نیتروژن به دلیل وجود اختلاف معنی‌دار اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن برای کارایی مصرف نیتروژن یکسان نبود. نتیجه تجزیه علیت اجزای کارایی مصرف نیتروژن نشان داد که سهم کارایی جذب نیتروژن بسیار بیشتر از شاخص برداشت و کارایی استفاده از نیتروژن بود. زمانی که نیتروژن خاک محدود است، خصوصیات ریشه‌ای نقش مهمی در جذب نیتروژن بازی می‌کنند. به عبارت دیگر در

منابع

حسینی رقیه السادات، گاشی سراله، سلطانی افشین، کلاته مهدی، زاهد محبوبه. ۱۳۹۲. اثر کود نیتروژن بر شاخص‌های کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۱ شماره ۲. صفحات ۳۰۰-۳۰۶.

خلیل زاده غلامرضا، ارشد یوسف، رضایی محمد، عیوضی علیرضا. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی جذب و مصرف نیتروژن در ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهش در علوم زراعی. سال چهارم شماره ۱۴. صفحات ۱۳۸-۱۲۱.

عبداله‌ی قره کند جواد. ۱۳۸۸. بررسی اثرات کاربرد مقادیر و زمان مصرف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک ریشه ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد (رشته خاکشناسی). دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

سهرابی سیده سمانه، فاتح اسفندیار، آینه بند امیر، راهنما افراسیاب. ۱۳۹۳. برآورد شاخص‌های کارایی نیتروژن و تغییرات عناصر غذایی در گندم تحت تاثیر مدیریت بقایا و منابع مختلف کود نیتروژن. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۴ شماره ۳. صفحات ۳۳-۱۷.

صوفی زاده سعید، زند اسکندر، رحیمیان مشهدی حمید، دیهیم فرد رضا. ۱۳۸۵. مقایسه عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن و درصد پروتئین دانه برخی از ارقام قدیم و جدید گندم (*Triticum aestivum*). مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۱. صفحه: ۲۰-۱۳.

Alcozn FM, Haby VA. 1993. Nitrogen fertilization Timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency and residual soil nitrogen, *Agronomy Journal*, 85: 1198- 1203.

Arregui LM, Quemada M. 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under Rainfed conditions, *Agron. Journal*, 100: 277-284.

Brancourt-Hulmel M, Doussinault G, Lecomte C, Bérard P, LeBuanec B, Trottet M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992, *Crop Sci.*, 43: 37—45.

Calderini D, Torres- Leon F, Slafer GA. 1995. Consequences of wheat breeding on nitrogen and phosphorus yield, grain nitrogen and phosphorus concentration and associated traits, *Ann. Bot.*, 76: 315- 322.

Carvalho P, Azam-Ali S, Foulkes MJ. 2014. Quantifying relationships between rooting traits and water uptake under drought in Mediterranean barley and durum wheat, *Journal Integr. Plant Biol.*, 56: 455—469.

Cormier F, Faure S, Dubreuil P, Heumez E, Beauchêne K, Lafarge S, Praud S, Le Gouis J. 2013: A multi-environmental study of recent breeding progress on nitrogen use efficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.), *Theor. Appl. Genet.*, 126: 3035—3048.

Dhugga KS, Waines JG. 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat, *Crop Sci.*, 29: 1232-1239.

- Ehdaie B, Waines JG. 1997. Growth and evapotranspiration efficiency in landrace and dwarf spring wheats, *Journal Genet. Breed.*, 51: 201—209.
- Foulkes MJ, Hawkesford MJ, Barraclough PB, Holdsworth MJ, Kerr S, Kightley S, Shewry PR. 2009. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: recent advances and future prospects, *Field Crops Res.*, 114: 329—342.
- Gallais A, Coque M. 2005. Genetic variation and selection for nitrogen use efficiency in maize: a synthesis, *Maydica*, 50: 531—547.
- Gan Y, Malhi SS, Brandt S, Katepa-Mupondwa F, Stevanson C. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of juncea Canola under diverse environments, *Journal Agron.*, 100: 285-295.
- Good AG, Beatty PH. 2011. Fertilizing Nature: A Tragedy of Excess in the Commons, *PLOS Biology*, 9(8): e1001124. doi: 10.1371/journal.pbio.1001124.
- Gooding MJ, Addisu M, Uppal RK, Snape JW, Jones HE. 2012. Effect of wheat dwarfing genes on nitrogen-use efficiency, *Journal Agric. Sci.*, 150: 3—22.
- Hall A J, Richards RA. 2013. Prognosis for genetic improvement of yield potential and water-limited yield of major grain crops, *Field Crops Res.*, 143: 18—33.
- Huggins DR, Pan WL. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity, *Journal Agron.*, 85: 898-905.
- Kando M, Pablico PP, Aragonés DV, Agbisit R, Morita S, Courtois B. 2003. Genotypic and environmental variation in root morphology in rice genotypes under upland field conditions, *Journal Plant and Soil*, 255: 189-200.
- Le Gouis J, Beghin D, Heumez E, Pluchard P. 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat, *European Journal of Agronomy*, 12: 163-173.
- Malakooti J. 2000. Balance nutrition in wheat/Publishing of nashre keshavarzi, Karaj, Iran.
- May L, Van Standford DA, Mackown CT, Cornelius PL. 1991. Genetic variation for nitrogen use in soft red × hard red winter wheat populations, *Crop Sci.*, 31: 626-630.
- Modhej A, Naderi A, Emam Y, Ayeneband A, Nurmohammadi G. 2009. Effect of different nitrogen levels on grain yield, grain protein content and agronomic nitrogen use efficiency in wheat genotypes under optimum and post-anthesis heat stress condition. *Journal of Seed and Plant*, 25 (2): 353- 371.
- Moll RH, Kamprath EJ, Jackson WA. 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization, *Agron. Journal*, 74: 562-564.
- Naklang K, Harnpichitvitaya D, Amarante ST, Wade LJ, Haefele SM. 2006. Internal efficiency, nutrient uptake, and the relation to field water resources in rainfed lowland rice of northeast Thailand, *Plant Soil*, 286: 193-208.
- Ortiz-Monasterio R, Nurminen M, Madsen S, Rognil OA, Bjornstad A. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years, *Euphytica*, 126: 283-289.
- Ortiz-Monasterio R, Graham RD. 2000. Breeding for trace minerals in wheat, *UNU Food Nutr. Bull.*, 21: 392-396.
- Ortiz-Monasterio R, Sayre KD, Rajaram S, McMahon M. 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four N rates, *Crop Sci.*, 37(3): 898-904.
- Semenov MA, Jamieson PD, Martre P. 2007. Deconvoluting nitrogen use efficiency in wheat: A simulation study, *Eur. Journal Agron.*, 26: 283-294.

- Sharpe RR, Harper LA, Giddens JE, Langdale GW. 2001. Nitrogen use efficiency and nitrogen budget for conservation tilled wheat, *Soil sci. Journal*, 52: 1349 - 1398.
- Toledo Marchado A, Silvestre Fernandes M. 2000. Participatory maize breeding for low nitrogen tolerance, *Euphytica*, 122: 567- 573.
- Tripathi SC, Sayre KD, Kaul JN. 2010. Genotypic effects on yield, N uptake, NUTE and NHI of spring wheat, File://I:/ ICSC2004.
- Wang R, Tischner R, Gutie´rrez RA, Hoffman M, Xing X, Chen M, Coruzzi G. Crawford NM. 2004. Genomic Analysis of the Nitrate Response Using a Nitrate Reductase-Null Mutant of *Arabidopsis*, *Plant Physiol.*, 136: 2512–2522.

Evaluation of bread wheat landraces for nitrogen uptake and use efficiency

G.R. Khalilzadeh^{*1}, E. Azaizov², J. Mozaffari³

1-Agriculture and Natural Resources Research Center of East Azarbaijan, Agricultural, Research Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran

2-Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azarbaijan

3-Department of Gene bank, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

In order to evaluation of bread wheat landraces for uptake and nitrogen use efficiency, this experiment was conducted by using 200 kg N ha⁻¹ N fertilization and control (without using N) by split plot design based on RCBD with three replications in 2009-2010. The results indicated high genetic variation between native wheat landraces for nitrogen uptake and use efficiency were found. Use of nitrogen caused increasing of gain yield, number of seed per spike, spike number per m², nitrogen content in grain and straw, grain nitrogen, nitrogen uptake and use efficiency but decreasing of harvest index and 1000 kernel weight. Analysis of variance showed that significant differences were exist for genotypes in traits of grain yield, 1000 kernel weight, number of seed per spike, spike number per m², harvest index, nitrogen content in grain and straw, grain nitrogen, nitrogen harvest index, nitrogen uptake and use efficiency. The interaction of Genotypes and nitrogen for all characteristic were found significantly different, except harvest index. The highest grain yields belong to G19, G26, G29, G37 and G41 compared to others. Landraces of G19, G21, G29 and G40 compared to others had highest reaction for grain N concentration and G12, G15, G28 and G31 for straw N concentration. Among relative contribution of N use efficiency components, nitrogen uptake efficiency contribution was about 85% of variation at both N levels. While Contribution of total N utilization and Harvest Index was (2-15%). The better landraces for N uptake efficiency were G9, G11, G27 and G37. In addition, landraces of G19, G26, G27, 37 and G41 were the better genotypes with their charactersitic and high yielding potential.

Keywords: Bread wheat, genetic diversity, native landraces, nitrogen uptake and use efficiency

* Corresponding author: gkhalilzade@yahoo.com Received: 2017/02/01 Accepted: 2017/08/14