ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن در ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.)

غلامرضا خلیل زاده[۱]، یوسف ارشد[۲]، محمد رضائی[۳] و علیرضا عیوضی[۳]

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن در گندم نان این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۲۰ تیمار با دو سطح کود اوره (صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نیتروژن بطور معنی‌داری صفات شاخص برداشت و کارآیی جذب نیتروژن را تحت تاثیر قرار داد. در بین ژنوتیپ‌ها نیز اختلاف آماری معنی‌داری (**P<0.01**) برای عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد نیتروژن در دانه و کاه و کلش و کارآیی جذب و مصرف نیتروژن وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ× نیتروژن بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد پنجه و کارآیی مصرف نیتروژن در سطح (**P<0.05**) و کارآیی جذب و عملکرد نیتروژن دانه و کاه و کلش در سطح (**P<0.01**) تاثیر معنی‌داری نشان دادند. مقایسه میانگین عملکرد دانه برتری ارقام قوبوستان و قیرمزی گول از جمهوری آذربایجان و ارقام کوهدشت و چمران از ایران را نشان داد. بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن مربوط به ارقام قوبوستان و کوهدشت و بالاترین کارآیی جذب نیتروژن مربوط به ارقام قوبوستان و مغان-۳ بود. متوسط کارآیی جذب نیتروژن ۴۷/۵٪ و کارآیی مصرف نیتروژن ۱۷٪ بود. تجزیه کلاستر برای صفات مرتبط با نیتروژن، کارآیی جذب و مصرف، کودپذیری، عملکرد نیتروژن دانه و کاه و کلش ژنوتیپ ها را به سه دسته متمایز یعنی کارآیی جذب و مصرف بالا، متوسط و پایین تفکیک نمود. انتخاب ژنوتیپ مانند کوهدشت (کارآیی جذب و مصرف بالا) از کلاستر اول با ژنوتیپی مانند نورلو-۹۹ (کارآیی جذب و مصرف پایین) از کلاستر سوم در یک طرح کراسینگ بلوک مفید خواهد بود. وجود تنوع ژنتیکی ارقام کلاسترهای دور از هم، استفاده از این ارقام را در یک طرح دورگ‌گیری جهت دستیابی به ارقام جدید با کارآیی جذب بالا سودمند خواهد ساخت.

کلمات کلیدی: *اوره، کارآیی جذب نیتروژن، کارآیی مصرف نیتروژن، عملکرد دانه، شاخص برداشت.*

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

۱- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی (نویسنده مسئول).

E- mail: g.khalilzade@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات کشاورزی اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا بوده و غذای اصلی بیش از ۳۰ درصد مردم جهان را تامین می‌کند و اهمیت آن بیشتر به تنوع ژنتیکی و قدرت تطابق وسیع به شرایط محیطی و خواص فیزیکی و شیمیائی موادی همچون گلوتن است که دانه از آن تشکیل یافته است (Khodabande, 1992). گندم با سطح زیر کشت نزدیک به ۶/۶ میلیون هکتار در سال بالاترین مقدار پروتئین گیاهی را در کشور فراهم می‌کند (Anonymus, 2012). گندم واریته‌های اصلاح شده زیادی دارد و واکنش آن‌ها در محیط‌های مختلف کشت به کود مصرفی متفاوت است.

نقش نیتروژن در رشد و نمو عملکرد گندم بسیار حائز اهمیت است. نیتروژن باعث افزایش پروتوپلاسم و اندازه سلول و سطح بزرگتر برگ شده و در نهایت باعث افزایش فعالیت فتوسنتز می‌گردد. نیتروژن یکی از نهاده‌های اصلی گندم در سیستم‌های کشاورزی با پتانسیل تولید بالا می‌باشد. میزان مصرف کودهای نیتروژنه در دنیا رو به افزایش می‌باشد. بر اساس تحقیقات به عمل آمده از طرف گود و همکاران (Good et al., 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. حدود نصف این مقدار در کشورهای توسعه یافته مصرف می‌شود (FAO, 2010). متاسفانه به دلایل عدم مدیریت صحیح زراعی، آبشویی کود اوره و عدم شناخت توانایی جذب و مصرف واقعی گیاه کودهای نیتروژنه به صورت موثر استفاده نشده و کارایی آن برای غلات در دنیا حدود ۳۳ درصد می‌باشد (Byerlee and Siddiq, 1994). لذا فقدان نیتروژن از گسترده‌ترین مشکلات تغذیه‌ای در تولید گندم آبی است.

اصلاح‌گران گندم باید واریته‌هایی را معرفی نمایند که علاوه بر عملکرد بالا، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن آن‌ها بالا بوده و نیتروژن مصرف شده بیشتر صرف تولید دانه گردد (Le Gouis et al., 2000). بالا بردن کارآیی مصرف نیتروژن با افزایش عملکرد، جذب و مصرف نیتروژن، بهبود وضعیت حاصل‌خیزی خاک به خصوص مدیریت صحیح مصرف نیتروژن امکان‌پذیر می‌باشد (Alcozn and Haby, 1993). این در حالی است که بیشتر خاک‌های ایران به دلیل کمبود مواد آلی دارای سطوح پایین نیتروژن می‌باشند (Malakooti and Homaiy, 2004).

تنوع ژنتیکی برای کارآیی جذب و مصرف نیتروژن در گندم توسط محققین زیادی گزارش شده است (Ortiez-Monasterio et al., 1997; Van Sanford and Mackown, 1986; Dhugga and Waines, 1989). در تحقیقات انجام گرفته بر روی گندم‌های بهاره هگزاپلوئید و دیپلوئید کارآیی جذب نیتروژن مهم‌تر از کارآیی مصرف نیتروژن بوده است (Dhugga and Waines, 1989). با اصلاح ارقام تحت شرایط نیتروژن بالا تا متوسط، عملکرد دانه ارقام گندم بهاره آبی از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۸۵ بهبود و روند افزایشی داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir

کارآیی مصرف یا راندمان زراعی بصورت مقدار محصول تولید شده به ازای هر واحد عناصر غذایی مصرف شده تعریف شده است (Cooke, 1987). کارآیی جذب عناصر غذایی نیز به عنوان میزان افزایش عملکرد قسمت برداشت شده گیاه به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده به صورت کود تعریف شده است. تفاوت‌های ژنتیکی ارقام در جذب نیترات به مقدار زیادی ناشی از تفاوت آن‌ها در میزان رشد و اندازه گیاهچه به ویژه اندازه ریشه است. تنوع ژنتیکی ناشی از اندازه گیاهچه در ارقام جو گزارش شده است (Perly and Jensens, 1983). علاوه بر اندازه ریشه، تفاوت ارقام جو در جذب خالص یون ممکن است ناشی از میزان تبادل آن به داخل ریشه باشد (Glass and pereley, 1980). دستیابی به واریته‌های با کارآیی جذب و مصرف بالا جهت کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی و حفظ محیط زیست، پایداری تولید و سلامت محصولات کشاورزی از ضروریات چنین تحقیقی می‌باشد. لذا ارزیابی تنوع ژنتیکی این صفات (کارآیی جذب و مصرف نیتروژن) و پایداری عملکرد یک رقم و مقاومت آن در مقابل کاهش نیتروژن و صفات مرتبط با آن از جمله اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل (دشت مغان) اجرا گردید. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم، میانگین حداکثر دمای سالیانه منطقه ۲۰/۱ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالیانه ۹/۳ درجه سلسیوس، میانگین بارندگی سالیانه ۲۸۱/۳ میلی‌متر می‌باشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۶۰ متر می‌باشد. بافت خاک لومی رسی و pH آن به طور متوسط بین ۷/۵ تا ۸/۱ می‌باشد (جدول ۱).

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

Table 1- Results of soil analysis in experimental site prior to planting

عمق Depth (cm)	اسیدیته گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی (Ec)	فسفر قابل جذب P(Ppm)	پتاسیم قابل جذب K(Ppm)	درصد اشباع (SP%)	کربن آلی (OC%)	نیتروژن کل (N%)	آهک (CaCo3)	بافت (Texture)
0-30	7.46	0.42	20	350	52	1.2	0.15	28	لومی رسی Clay Loam

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۲۰ تیمار اجرا شد. دو سطح کود نیتروژن از منبع اوره (صفر و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و ارقام گندم نان به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. ارقام مورد استفاده شامل ۱۰ رقم ایرانی و ۱۰ رقم وارداتی از جمهوری آذربایجان (جدول ۲) بودند که به

Archive of SID

www.SID.ir

صورت تصادفی در پلات‌های فرعی قرار گرفتند. هر پلات آزمایشی شامل ۴ خط ۲/۵ متری با فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متر و با تراکم کشت ۴۰۰ دانه در مترمربع بود. فواصل کرت‌ها یک متر و فواصل بلوک‌ها از همدیگر دو متر بود. ۵۰ کیلوگرم اوره به عنوان کود پایه در زمان کاشت و بقیه در سه نوبت به‌صورت سرک طی مراحل پنجه‌دهی، سنبله رفتن و پرشدن دانه هر نوبت ۵۰ کیلوگرم پخش گردید. آبیاری مزرعه در طول فصل رشد به نحوی صورت گرفت که گیاه با تنش کم آبی مواجه نگردید و با توجه به شرایط آب و هوائی و مراحل فنولوژیکی گیاه و پس از کود سرک (در صورت عدم بارندگی) انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از سم 2,4–D به میزان یک و نیم لیتر در هکتار انجام گردید.

جدول ۲- منشاء و نام ۲۰ رقم مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Origin and name of 20 used cultivars in experiment

ردیف Row	رقم Cultivar	مبداء Origin	ردیف Row	نام رقم Cultivar	مبداء Origin
1	Nurlo-99	Azerbaijan Rp.	11	Hirmand	Iran
2	Gobustan	Azerbaijan Rp.	12	Arta	Iran
3	Ruzi-84	Azerbaijan Rp.	13	Atrak	Iran
4	Gunashli	Azerbaijan Rp.	14	Darya	Iran
5	Girmizigul-1	Azerbaijan Rp.	15	Tajan	Iran
6	Pirshahin-1	Azerbaijan Rp.	16	Shiroodi	Iran
7	Gimatli2/17	Azerbaijan Rp.	17	Chamran	Iran
8	Akinchi-84	Azerbaijan Rp.	18	Zagros	Iran
9	Azamatli-95	Azerbaijan Rp.	19	Koohdasht	Iran
10	Tale-38	Azerbaijan Rp.	20	Moghan-3	Iran

صفات مورد ارزیابی شامل، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه، غلظت نیتروژن کاه و کلش، کودپذیری، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن بودند. غیر از صفات عملکرد دانه و وزن هزار دانه بقیه صفات با استفاده از نمونه‌برداری (۱۰ نمونه تصادفی از هر پلات) اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری میزان غلظت نیتروژن دانه و کاه و کلش از روش کجلدال (Walinga et al., 1989) استفاده گردید. نیتروژن کل جذب شده از حاصلضرب غلظت نیتروژن در وزن ماده خشک محاسبه شد.

$$\text{کودپذیری (درصد)} = \frac{\text{عملکرد دانه در تیمار شاهد} - \text{عملکرد دانه در تیمار کودی}}{\text{عملکرد دانه در تیمار شاهد}} \times ۱۰۰$$

$$\text{کارآیی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)} = \frac{\text{کل نیتروژن جذب شده در تیمار کودی}}{\text{میزان نیتروژن مصرف شده}}$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)} = \frac{\text{عملکرد دانه در تیمار کودی}}{\text{میزان نیتروژن فراهم شده در خاک}}$$

تجزیه واریانس و مقایسات آماری صفات با استفاده از برنامه Mstat-C و SPSS صورت گرفت. مقایسه میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری یک و پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر نیتروژن بطور معنی‌داری صفات شاخص برداشت، عملکرد نیتروژن دانه و کاه و کلش و کارآیی جذب را تحت تاثیر قرار داد. در بین ژنوتیپ‌ها نیز اختلاف آماری معنی‌داری ($p<0.01$) در صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد نیتروژن در دانه و کاه و کلش، کارآیی جذب نیتروژن وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن نیز صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد پنجه، کارآیی جذب نیتروژن و محتوای نیتروژن دانه و کاه و کلش در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان دادند.

وزن هزار دانه: اثر نیتروژن بر وزن هزار دانه گندم معنی‌دار نبود. چنین نتیجه‌ای توسط مای و همکاران (Mi et al., 2000) و لی‌گوئیس و همکاران (Le Gouise et al., 2000) نیز گزارش گردیده است. این پژوهشگران نتیجه گرفتند، کمبود نیتروژن باعث کاهش تعداد سنبله و تعداد دانه در سنبله شد، اما تاثیر معنی‌داری بر وزن دانه نداشت. استفاده از کود نیتروژنه به دلیل افزایش تعداد پنجه و اندام‌های هوایی گیاه باعث کاهش وزن هزار دانه گردید.

بین ژنوتیپ‌ها از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری وجود داشت. ارقام قیمت لی و کوهدشت (۴۸/۲ گرم) بیشترین وزن هزار دانه و نورلو-۹۹، قیرمزی گول-۱ و اترک (بترتیب با ۳۷، ۴۱ و ۴۱ گرم) دارای کمترین وزن هزار دانه بودند. چنین به نظر می‌رسد که ارقام زودرسی که دارای طول دوره پرشدن دانه بالایی بودند فرصت کافی برای استفاده از کود نیتروژن، در مقایسه با ارقام دیررس داشته‌اند ضمن این‌که تنش گرمای آخر فصل در منطقه مغان نیز وجود دارد. طبق تحقیقات بعمل آمده توسط دوپونت و آلتن باچ (Dupont and Altenbach, 2003) اندازه دانه در گندم پس از سنبله رفتن، می‌تواند به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کمبود نیتروژن قرار گرفته و کاهش چشم‌گیری را نشان بدهد. لذا اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح کودی معنی‌دار بود. این بدین معنی است که ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی را به سطوح مختلف نیتروژن نشان می‌دهند. کمترین واکنش در مقابل مصرف کود نیتروژن در ارقام شیروری، چمران، زاگرس و مشاهده شد. با توجه به این‌که این ارقام از تعداد پنجه بیشتر و در نتیجه تعداد سنبله در مترمربع

Archive of SID

www.SID.ir

بالاتری برخوردار بودند لذا به نظر می‌رسد با افزایش مصرف کود، تعداد سنبله در مترمربع آن‌ها بالا رفته اما تاثیر معنی‌داری روی وزن هزار دانه نگذاشته است. ارقام گونش لی، قیمت لی ۲/۱۷، کوهدشت و مغان-۳ بدلیل بالا بودن وزن هزار دانه بیشترین واریانس اثر متقابل ژنوتیپ در سطوح کودی را به خود اختصاص دادند.

تعداد دانه در سنبله: با توجه به این‌که مصرف نیتروژن در حد مناسب علاوه بر پنجه‌زنی و ریشه‌دهی مطلوب، سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد (Malakooti, 2000) ولی در این آزمایش با وجود اختلاف تعداد دانه در سنبله بین دو سطح کودی، به دلیل عدم وجود تعداد تکرار و سطوح کودی بالا، اثر نیتروژن اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد. تری‌پاتی و همکاران (Tripathi et al., 2010) و لی‌گوئیس و همکاران (Le Gouise et al., 2000) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. بین ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. بطوری‌که مقایسه میانگین ارقام نشانگر برتری نورلو-۹۹، پیرشاهین-۱، طالع-۳۸، اترک، تجن و مغان-۳ با ۵۴ دانه در سنبله و ارقام هیرمند، شیرودی، چمران و زاگرس کمترین تعداد دانه در سنبله را نشان دادند. در صورتی‌که این ارقام دارای بیشترین وزن هزار دانه بودند. با توجه به این‌که ارقام ایرانی استفاده شده بهاره آبی و منشاء نیمه پاکوتاه مکزیکی دارند و این ارقام کود پذیری بالایی دارند، لذا تعداد دانه در شرایط کمبود نیتروژن کاهش پیدا می‌کند (Martre et al., 2003; Demotes-Mainard et al., 1999). با توجه به یکسان بودن اثر نیتروژن روی ارقام در دو سطح کودی، اثر متقابل ژنوتیپ در نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

تعداد سنبله در مترمربع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت تعداد سنبله نشان داد اثر نیتروژن و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌داری بود (جدول ۳). در آزمایشی که لی‌گوئیس و همکاران (Le Gouise et al., 2000) بر روی ۲۰ رقم گندم با دو سطح (۰ و ۱۷۰ کیلوگرم کود اوره) انجام داده بودند اثر کود بر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن معنی‌دار بود. دسترسی به نیتروژن در گیاهان بسیاری از فرایندهای توسعه‌ای را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. بر اساس واریته، تعداد برگ‌ها، تعداد گره‌ها (Mae, 1997; Sagan et al., 1993) و تعداد پنجه (Vos and Biemond, 1992; Trapani and Hall, 1996) تحت شرایط نیتروژن پایین، کاهش پیدا می‌کنند. بر اساس گزارش ملکوتی و همکاران مصرف نیتروژن در حد مناسب موجب پنجه‌زنی مناسب می‌گردد (Malakooti, 2000). بیشترین بازدهی کود اوره روی ارقام نورلو-۹۹، قیمت لی ۲/۱۷، عظمت لی-۹۵، اترک و زاگرس بود. مقایسه میانگین نشان داد ارقام نورلو-۹۹، دریا، تجن، چمران و زاگرس دارای بالاترین تعداد سنبله در مترمربع بودند. بیشترین اثر متقابل کود روی ژنوتیپ در ارقام نورلو-۹۹، قیمت لی ۲/۱۷ و

Archive of SID

www.SID.ir

زاگرس دیده شد. ارقامی که دارای قدرت پنجه‌دهی بالایی بودند، بازدهی پایینی را برای تعداد سنبله در واحد سطح نشان دادند که از آن جمله می‌توان به قیرمزی گول-۱، آرتا، تجن و شیرودی اشاره کرد.

شاخص برداشت: مصرف کود نیتروژنه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گذاشت، ولی اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود. مصرف کود نیتروژنه باعث کاهش شاخص برداشت در اکثر ارقام گردید. در آزمایشی که توسط ناکلانگ و هارن پیچیت ویتایا (Naklang and Harnpichitvitaya, 2006) انجام گرفت، افزایش قسمت‌های هوایی در شرایط کود داده شده بیش از افزایش عملکرد دانه و در نتیجه کاهش شاخص برداشت را سبب گردید. کود نیتروژنه با افزایش بیشتر اندام‌های هوایی گیاه نسبت به دانه باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد. بیشترین کاهش شاخص برداشت در ارقام هیرمند، روزی- ۸۴، عظمت لی- ۹۵ و اکینچی- ۸۴ مشاهده شد. ارقام جدید پرمحصول، اغلب دارای تعداد دانه در سنبله بیشتر و شاخص برداشت ۶۰-۵۰٪ برخوردارند (Feil, 1992). بالاترین شاخص برداشت را ارقام اترک و شیرودی نشان دادند. از ارقامی مانند عظمت لی-۹۵ که هم عملکرد بالائی داشته و هم دارای کاه و کلش بیشتری هستند می‌توان در مناطقی که دامپروری رونق بیشتری دارد استفاده نمود.

عملکرد بیولوژیک: اثر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش مصرف کود باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. رقم قوبوستان بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در بین ارقام دارا بود (جدول ۴). ساوادا و همکاران (Sawada et al., 1995) در تحقیقات خود افزایش عملکرد بیولوژیک را در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژن گزارش کرده بودند. اشرف و همکاران (Ashraf et al., 2003)، مقدم و همکاران (Moghaddam et al., 1997) انتخاب ژنوتیپ‌های برخوردار از عملکرد بیولوژیک بالا را راه حل مناسبی جهت گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد دانه بالا پیشنهاد کردند. با توجه به این‌که عملکرد بیولوژیک رابطه مستقیمی با عملکرد دانه دارد، بنابراین در این آزمایش، با بالا رفتن عملکرد بیولوژیک عملکرد دانه نیز بیشتر شد. بنا به نظر محققین مختلف از جمله آلن (Allan, 1983)، بوکر و راسمسن (Boukerro and Rsmusson, 1990) و اکمن (Ekmen, 1981) افزایش عملکرد دانه تابعی از افزایش عملکرد بیولوژیک بوده و ارقام با عملکرد بیولوژیک بالا توان بالائی در استفاده از مواد حاصل از فتوسنتز را داشته‌اند (Berdhal et al., 1972). اثر نیتروژن و ژنوتیپ برای تعداد پنجه معنی‌دار نبود، ولی واکنش ژنوتیپ‌ها در دو سطح کودی یکسان نبود و اثرات متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

بیولوژیک در N200 به ارقام دریا، طالع-۳۸ و گونش اختصاص داشت.

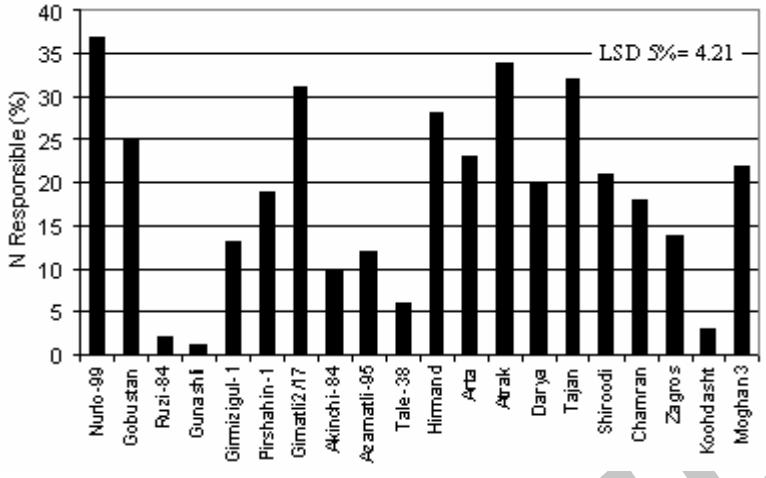
عملکرد دانه: عملکرد دانه بطور معنی‌داری برای ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن تحت تاثیر سطوح کودی قرار گرفت (جدول ۳). مصرف کود اوره باعث افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها گردید. گزارشات مدحج و همکاران (Modhej et al., 2009)، ناکلانگ و همکاران (Naklang and Harnpichitvitaya, 2006)، اهدایی و وینز (Ehdaie and Waines, 2001)، کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2000) و محمود و همکاران (Mahmud et al., 2003) افزایش عملکرد را در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژن تایید کرده‌اند. مقایسه میانگین عملکرد دانه برتری ارقام قوبوستان و کوهدشت را بترتیب با ۷/۶۱۰ و ۷/۲۹۰ تن در هکتار را نشان داد. وجود اثرات متقابل معنی‌دار ژنوتیپ × نیتروژن برای عملکرد دانه توسط لی‌گوئیس و همکاران (Le Gouis et al., 2000)، (Le Gouis and Pluchard, 1996) و (May et al., 1991) گزارش شده است. آن‌ها در آزمایش خود نشان دادند که واکنش ارقام گندم در سطوح مختلف کودی، متفاوت بود. اما آئوستین و همکاران (Austin et al., 1993) ارتباط بسیار نزدیک بین ژنوتیپ‌ها در دو شرایط با و بدون مصرف کود پیدا کرده و این نتیجه را به تمامی ژنوتیپ‌هایی که در شرایط نرمال عملکرد بالایی دارند بکار بردند. ارقام قیرمزی گول-۱ و پیرشاهین در هر دو شرایط با و بدون مصرف کود یکسان بود. ارقامی مانند قوبوستان و مغان-۳ در شرایط بدون کود عملکرد پایین و در شرایط کوددهی عملکرد بالا و رقمی مثل عظمت لی-۹۵ در هر دو شرایط عملکرد بالایی داشت. با توجه به منشاء متفاوت ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی تنوع استفاده از کود نیتروژن در بین ارقام، بویژه در شرایط عدم استفاده از کود، واکنش ارقام در سطوح کودی متفاوت بود. تنوع ژنتیکی برای کارآیی استفاده از نیتروژن در گندم توسط محققین زیادی گزارش شده است (Ortiz-Monasterio et al., 1997 : Van Sanford and Mackown, 1986). Le Gouis و همکاران (۲۰۰۰) تایید کردند که برای عملکرد دانه تنوع ژنتیکی بالایی در سطوح پایین نیتروژن موجود بوده و اثر متقابل سطوح نیتروژن در ژنوتیپ معنی‌دار است. این وضعیت، تعیین صفات مورفولوژیکی (بویژه در ریشه‌ها)، فیزیولوژیکی و مولکولی را در رابطه با سازگاری به خاک‌های تهی از نیتروژن، امکان‌پذیر خواهد ساخت (Toledo Marchado and Silvestre Fernandes, 2000).

کود پذیری: کودپذیری نشان دهنده واکنش ژنوتیپ نسبت به مصرف کود بوده و میزان بازدهی مصرف کود را نشان می‌دهد (شکل ۱). هر چقدر اختلاف عملکرد دانه تیمار کود داده شده با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) بیشتر باشد به همان میزان کودپذیری آن ژنوتیپ بالا خواهد بود. دامنه تغییرات بالای (از ۲ تا ۳۲٪) این صفت نشان دهنده تنوع زیاد کودپذیری ارقام است (شکل ۱). بیشترین مقدار بازدهی مصرف کود یا کودپذیری در

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام نورلو-۹۹ و اترک و کمترین آن مربوط به گونش لی، قیرمزی گول-۱ و کوهدشت بود.



شکل ۱- میزان کود پذیری ارقام مورد مطالعه

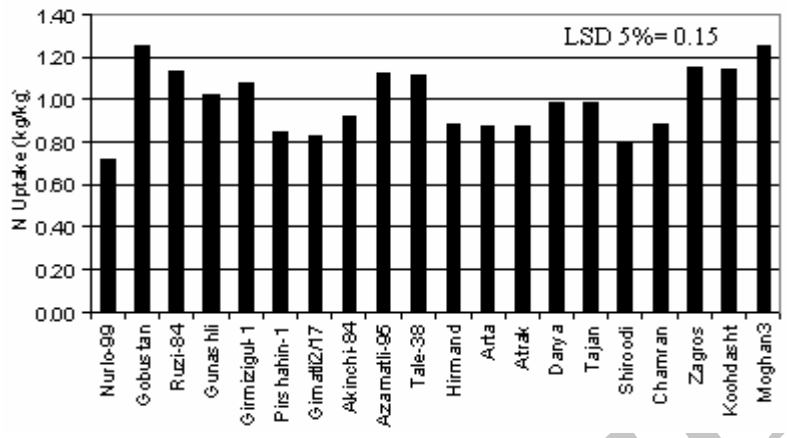
Fig 1- Amount of manure responsible in studied cultivars

کارآیی جذب نیتروژن: اثر نیتروژن بر صفت کارآیی جذب در سطح احتمال ۵٪ و اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). کارآیی جذب نیتروژن با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره ۴۷/۵٪ افزایش نشان داد. این نتایج با گزارشات اورتیز موناستریو و همکاران (Ortiz Monasterio et al., 1997)، لی‌گوئیس و همکارن (Le Gouis et al., 2000) و تری‌پاتی و همکاران (Tripathi et al., 2010) مطابقت داشت. بیشترین کارآیی جذب نیتروژن در ارقام قوبوستان و مغان-۳ دیده شد (شکل ۲). اصلاح‌گران گندم در دهه‌های گذشته بر افزایش عملکرد دانه بیش از کارآیی جذب نیتروژن تاکید داشتند. در صورتی‌که در حال حاضر از نظر یک اصلاح‌گر، بالا بودن توان جذب کودی در سطوح پایین کوددهی و کاهش نیاز به کود نیتروژنه از جمله صفات مطلوب در کاهش مصرف کود و افزایش بهره‌وری آن مد نظر می‌باشد. طبق پژوهش‌های به عمل آمده در مرکز تحقیقات بین المللی گندم و ذرت (CIMMYT) ارقام اصلاح شده نیمه پاکوتاه گندم قدرت جذب بالا و واکنش بهتری نسبت به جذب نیتروژن نشان داده‌اند. در حقیقت آن‌ها اغلب برای تولید همان مقدار عملکرد دانه به نیتروژن کمتری در مقایسه با ارقام پا بلند نیاز دارند (Ortiz-Monsterio et al, 1997). به نظر می‌رسد این خصوصیت ناشی از گستردگی سیستم ریشه در این ارقام باشد. مقایسه میانگین ارقام در شرایط عدم استفاده از کود برتری ارقام روزی-۸۴، عظمت لی-۹۵ و کوهدشت در مقایسه با دیگر ارقام بود. میسینجر (Meisinger, 1995) اظهار کرده که تعیین میزان نیتروژن جذب شده بوسیله یک گیاه زراعی زمانی‌که گیاه هیچ‌گونه کودی دریافت نکرده

Archive of SID

www.SID.ir

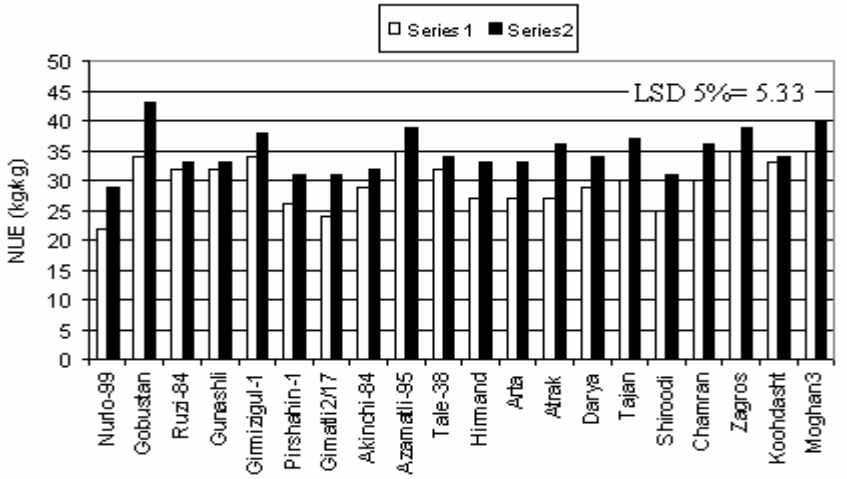
نیز می‌تواند متد موفقیت‌آمیزی برای تعیین نیتروژن فراهم شده در خاک باشد. زیرا این روش می‌تواند رشد گیاه و نیتروژن دینامیک خاک را تحت شرایط طبیعی و یکجا فراهم آورد.



شکل ۲- کارآیی جذب نیتروژن در ارقام مورد مطالعه

Fig 2- Nitrogen uptake efficiency in studied cultivars

کارآیی مصرف نیتروژن: اثر نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن بر کارآیی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۳). کارآیی مصرف نیتروژن با مصرف کود اوره کاهش یافت. این نتایج با مطالعات گریف (Greef, 1994)، لی‌گوئیس و پلوچارد (Le Gouise and Pluchard, 1996) و مدحج و همکاران (Modhej et al., 2009) مطابقت داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در شکل ۳ آورده شده است. بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن در ارقام قوبوستان و کوهدشت و کمترین کارآیی مصرف نیتروژن در ارقام نورلو-۹۹ و مغان-۳ دیده شد (جدول ۴).



شکل ۳- کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم مورد آزمایش در شرایط کودی و عدم مصرف کود نیتروژن

Fig 3- NUE in studied cultivars in with and without nitrogen applied condition

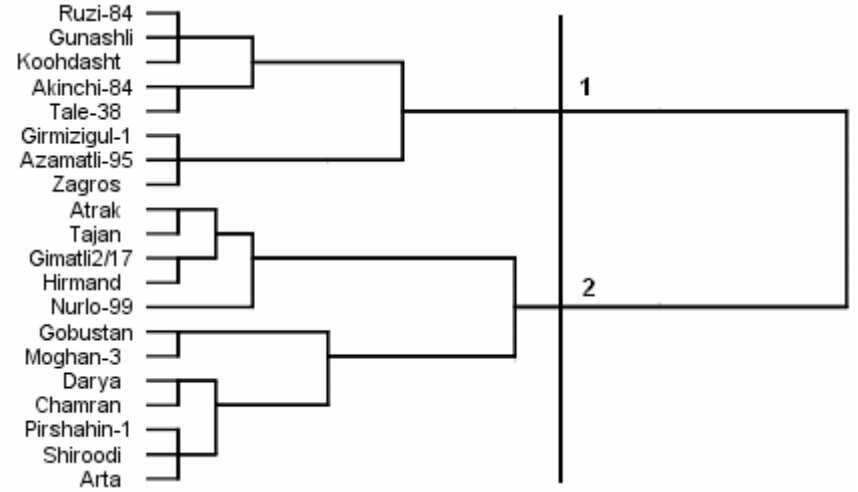
www.SID.ir

بالاترین کارآیی مصرف نیتروژن به طور معمول با مصرف اولین واحد کودی حاصل می‌شود (Modhej and Fathi, 2008) ولی با افزایش واحدهای بعدی کارآیی مصرف نیتروژن افزایش کمتری را نشان می دهد. دویل و هالفورد (Doyle and Holford, 1993) دلیل کاهش کارآیی مصرف نیتروژن را با افزایش مصرف نیتروژن را تسریع سرعت از دست رفتن نیتروژن در اثر آب‌شویی، تصعید و یا عدم جذب آن توسط گیاه مرتبط دانست. بیشترین کارآیی مصرف نیتروژن به ارقام قوبوستان و اترک اختصاص داشت (شکل ۳).

تجزیه خوشه‌ای: به منظور گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه نسبت به صفات مرتبط با کارآیی جذب و مصرف نیتروژن از تجزیه کلاستر با روش حداقل وارد با فاصله اقلیدسی انجام گردید. برای این منظور از صفات کودپذیری، کارآیی جذب و مصرف نیتروژن، محتوای نیتروژن دانه و کاه و کلش استفاده شد. این گروه‌بندی (شکل ۴) ۲۰ رقم را به دو دسته متمایز تفکیک نمود. کلاستر اول که شامل ۸ رقم (روزی-۸۴، گونش لی، قیرمزی گول-۱، عظمت لی-۹۵، طالع-۳۸، زاگرس و کوهدشت) و کلاستر دوم شامل ۱۲ رقم (بقیه ارقام) بودند. کلاستر اول شامل ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات کارآیی جذب و مصرف نیتروژن و محتوای نیتروژن در دانه و کاه وکلش بالا و کود پذیری پایین بود. از جمله ژنوتیپ‌های شاخص این کلاستر می‌توان به روزی-۸۴، طالع-۳۸ و کوهدشت اشاره نمود (جدول ۵). کلاستر دوم شامل ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات کارآیی جذب، مصرف، محتوای نیتروژن دانه و کاه و کلش پایین و کود پذیری بالا بود که می توان به ژنوتیپ‌های نورلو-۹۹ و قیمت لی۲/۱۷ اشاره کرد. با وجود تفاوت‌های ژنتیکی در کلاسترهای متفاوت و استفاده از والدین دور از هم در یک طرح کراسینگ بلوک می‌توان از این ارقام استفاده نمود. Saric and momcilovic در سال ۲۰۰۴ با بررسی ۱۵ رقم گندم در ارتباط با جذب عناصر غذایی P, K, Ca, Mg, N و Zn دریافتند که تنوع ژنتیکی زیادی در بین ارقام گندم از لحاظ راندمان جذب عناصر غذایی وجود دارد و بعضی ارقام تحمل زیادی به کمبود عناصر غذایی خاک دارند. وجود تنوع در کارآیی جذب و مصرف نیتروژن در بین ژنوتیپ‌های گندم توسط محققین دیگر مانند اورتیز (Ortiz-Monsterio et al., 1997) و دوگا و وینز (Dhugga and Waines, 1989) نیز به اثبات رسیده است. با استفاده از نتایج حاصله از گروه‌بندی ارقام، جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های با کارآیی مصرف نیتروژن بالا، انتخاب والدینی از کلاستر اول با کلاستر سوم مثل کوهدشت و نورلو-۹۹ مفید خواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه برای صفات مرتبط با کارآیی جذب و مصرف نیتروژن با استفاده از روش حداقل مینیمم وارد

Fig 4- Grouping of cultivars for relatives characteristic to nitrogen use and uptake efficiency with Minimum Ward method

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه آزمایش

Table 3- Analysis of variance of effects of nitrogen and genotype on experimental traits

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه TKW	دانه در سنبله Seed no.	سنبله در مترمربع Spike/m^2	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index	محتوای نیتروژن دانه Grain nitrogen concentration	محتوای نیتروژن کاه و کلش Stable nitrogen concentration	کارآیی جذب نیتروژن N uptake efficiency	کارآیی مصرف N use efficiency
Rep.	تکرار	2	5.09	94.90	24.51	12750	15.81	7612.32	1.26	0.036	1.34	127.25
Nitrogen	نیتروژن	1	10.04^{ns}	35.21^{ns}	85.86^{ns}	67650*	25.7^{ns}	17321.4*	18.24**	0.262**	7.29**	251.10^{ns}
Ea	اشتباه ۱	2	0.88	8.13	25.34	3577.7	5.52	402	0.58	0.007	0.025	22.00
Genotype	ژنوتیپ	19	3.67**	15.82**	29.42*	18669**	2.56**	42.34*	0.166**	0.066**	0.145**	91.75**
G×N	نیتروژن× نوتیپ	19	0.91*	5.33*	8.12^{ns}	13968*	0.12^{ns}	20.1^{ns}	0.181**	0.078**	0.032**	22.75*
Eb	اشتباه ۲	76	0.43	2.49	15.58	6651	0.82	20.25	0.005	0.002	0.016	10.74
Total SS	ss کل	119	149	822	2083	1225884	8.97	5350	28.9	3.24	14.6	1687.1

*، ** و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪، ۱ ٪ و غیر معنی‌دار

*** , ** and ns : Significant at 5% , 1% and nin- significant , respectively.**

توجه: در مواردی که اثر متقابل ژنوتیپ در مکان معنی‌دار نشد، ss این منبع با ss اشتباه ادغام شده است.

Note: where genotype x location was not significant, sum of squares are pooled with experimental errors.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سطوح کود اوره بر صفات مورد مطالعه

Table 4- Mean comparison of urea manure effect on experimental traits

سطوح کودی Manure levels	رقم Cultivar	عملکرد دانه (Kg/ha) Grain yield	وزن هزار دانه (g) TKW	دانه در سنبله Seed/Spike	سنبله در مترمربع Spike/m^2	عملکرد بیولوژیک (g) Biological yield	شاخص برداشت (٪) Harvest Index	محتوای نیتروژن دانه (٪) Grain nitrogen concentration	محتوای نیتروژن کاه و کلش (٪) Stable nitrogen concentration	کارآیی جذب (kg/kg) Nitrogen uptake efficiency	کارآیی مصرف نیتروژن (kg/kg) Nitrogen Use efficiency
N0	G1	3818	39.7	52	550	8.11	57	1.97	0.33	0.54	22
	G2	6767	47.5	52	594	8.021	56	2.02	0.34	0.87	34
	G3	6628	46.5	41	506	7.11	53	2.14	0.48	0.93	32
	G4	6057	50.5	46	594	9.8	52	1.99	0.45	0.85	32
	G5	6439	42.5	42	550	7.45	54	1.79	0.77	0.89	34
	G6	4776	48.1	50	462	7.5	55	1.90	0.50	0.63	26
	G7	4531	50.3	43	462	8.65	53	2.00	0.40	0.63	24
	G8	5442	47.5	51	462	9.08	45	2.13	0.59	0.86	29
	G9	6517	45.5	41	440	7.84	46	2.04	0.60	0.96	35
	G10	6174	48.5	50	418	9.94	44	1.99	0.55	0.91	32
	G11	4917	47.8	37	528	8.69	50	1.95	0.53	0.73	27
	G12	5054	46.7	43	550	8.69	58	2.18	0.46	0.75	27
	G13	4903	42.7	51	440	6.75	62	2.07	0.49	0.72	27
	G14	5698	43.7	48	616	9.5	48	2.12	0.63	0.87	29
	G15	4630	42.3	49	594	7.95	58	1.99	0.60	0.77	30
	G16	5554	48.5	40	528	7.23	62	1.97	0.35	0.62	25
	G17	6389	45.5	41	550	7.11	53	2.13	0.28	0.77	30
	G18	5972	50.8	41	550	8	54	2.01	0.39	0.84	35
	G19	7190	50.2	42	484	7.89	52	2.01	0.48	0.94	33
	G20	4561	44.8	52	484	8.64	56	2.10	0.39	0.86	35
N200	G1	5223	33.7	56	638	9.13	51	2.64	0.33	0.9	29
	G2	8434	41.9	51	506	9.93	54	3.14	0.34	1.62	43
	G3	6793	41.5	37	418	7.75	49	2.96	0.48	1.32	33
	G4	6144	44.5	50	506	10.96	52	3.12	0.45	1.18	33
	G5	7302	37.9	45	550	8.45	58	2.7	0.77	1.24	38
	G6	5684	41.5	53	506	8.95	53	2.99	0.50	1.04	31

Archive of SID

www.SID.ir

	G7	5949	46.3	45	550	9.51	55	2.86	0.40	1.03	31
	G8	5978	44.5	50	506	10.1	49	2.71	0.59	0.97	32
	G9	7284	41.9	46	506	9.22	51	2.72	0.60	1.27	39
	G10	6547	44.1	54	462	10.96	46	3.13	0.55	1.3	34
	G11	6284	45.8	48	484	10.12	55	2.39	0.53	1.02	33
	G12	6207	46.7	46	572	10.48	55	2.42	0.46	0.98	33
	G13	6578	38.7	53	506	8.43	56	2.43	0.49	1.01	36
	G14	6823	44	54	528	11.94	47	2.66	0.63	1.1	34
	G15	6091	42.3	58	572	10.51	53	2.74	0.60	1.18	37
	G16	6727	44.1	43	550	9.63	57	2.42	0.35	0.95	31
	G17	7551	40.5	42	616	8.97	58	2.31	0.28	0.98	36
	G18	6789	44.8	42	660	9.23	50	3.16	0.39	1.46	39
	G19	7390	46.2	48	550	9.57	47	3.07	0.48	1.34	34
	G20	5579	40.8	55	550	10.74	53	3.52	0.39	1.63	40
LSD at 5%	G	0.754	1.82	4.54	72.6	1.04	5.18	0.085	0.056	0.15	3.77
	N×G	1.066	2.57	6.42	98.8	1.47	7.32	0.121	.085	0.21	5.33
Mean		6084	44.6	47.2	527.8	8.97	52.9	2.42	0.49	1.01	32.7

جدول ۵- میانگین کلاسترها برای صفات استفاده شده در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها

Table 5- Mean of clusters for the used characters in grouping genotypes.

ژنوتیپ در کلاستر Genotypes in cluster		کارآیی مصرف نیتروژن (kg/kg) Nitrogen use efficiency	کارآیی جذب نیتروژن (kg/kg) N uptake efficiency	محتوای نیتروژن دانه (%) Grain N concentration	محتوای نیتروژن کاه و کلش (%) Stable N concentration	کود پذیری (%) Nitrogen response
Cluster 1	3, 4, 5, 8, 9, 10, 18, 19	34	1.08	2.48	0.54	8
Cluster 2	1, 2, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20	31.3	0.93	2.37	0.44	26
Mean		32.7	1.01	2.42	0.49	17

Archive of SID
www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

✓ Aghaee, M., and H. Asadi. 2010. The impact of improved varieties in yield increase in Iran. Key articles" 11th Iranian crop science congress". Beheshti University, Tehran. Pp: 1- 34. (In Persian)

✓ Alcozn, F. M., and V. A. Haby. 1993. Nitrogen fertilization Timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual soil nitrogen. Agronomy Journal. 85: 1198- 1203.

✓ Allan, R. E. 1983. Harvest indices of backcross derived wheat lines differing in culm height. Crop Science. 23: 1029- 1032.

✓ Anonymous. 2012. Wheat newsletter. Jahade Keshavarzi. Vol 199. Pp: 3. Tehran, Iran.

✓ Ashraf, M., A. Ghafoor., N. A. Khan, and M. Yonsaf. 2002. Path coefficient in wheat under rain fed conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research. 17: 1- 6.

✓ Austin, R. B., M. A. Ford., C. L. Morgan, and D. Yeoman. 1993. Old and modern wheat cultivars compared to broad balk wheat experiment. European Journal of Agronomy. 2 (2): 141- 147.

✓ Berdhal, J., D. C. Rasmusson, and D. N. Moss. 1972. Effect of leaf area and photosynthetic rate, light penetration and gram yield in barley. Crop Science. 12: 177- 180.

✓ Byerlee, D., and A. Siddiq. 1994. Has the green revolution been sustained? The quantitative impact of the seed-fertilizer revolution in Pakistan revisited. World Development. 22 (9): 1345- 1361.

✓ Boukerrou, L., and D. C. Rsmusson. 1990. Breeding for high biomass yield in spring barley. Crop Science. 20: 31- 35.

✓ Cooke, G. W. 1987. Maximizing fertilizer efficiency by overcoming constraints. Journal of Plant Nutrition. 10: 1357- 1369.

✓ Demotes-Mainard, S. D., M. H. Jeufrroy, and S. Robin. 1999. Spike and dry matter accumulation before anthesis in wheat as affected by nitrogen fertilizer: Relationship to kernel per spike. Field Crops Research. 64: 249- 259.

✓ Dhugga, K. S., and J. G. Waines. 1989. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat. Crop Science. 29: 1232- 1239.

✓ Doyle, A. D., and I. C. R. Holford. 1993. The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their relationship to soil and nitrogen fertilizer. Australian Journal of Agricultural Research. 44: 1245- 1258.

✓ Dupont, F. M., and S. B. Altenbach. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. Journal of Cereal Science. 38: 133- 146.

✓ Ehdaie, B., and J. G. Waines. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dey matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. Field Crop Research. 73 (1): 47- 61.

✓ Ekmen, R. 1981. Biomass component studies in barley, their correlation to some yield characters and estimation of durable effect from 50 years of barley breeding. In M.J.C. Ashr (Ed) Proc. 4th– Inc. Barley Genetics Symps. Edinburgh, Scotland. Edinburgh press. Pp: 101- 104.

✓ FAO. 2010. FAO Database collections. Rome: http://apps.fao.org/default.jsp.

✓ Feil, B. 1992. Breeding progress in small grain cereal: A comparison of old and modern cultivars . Plant Breeding. 108: 1- 10.

✓ Glass, A. D. M., and J. E. Pereley. 1980. Varietal differences in potassium uptake by barley. Plant Physiol. 65: 160- 164.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Good, A. G., and P. H. Beatty. 2011. Fertilizing Nature: A Tragedy of Excess in the Commons. PLOS Biology 9(8): e1001124. doi: 10.1371/journal.pbio.1001124.

✓ Greef, J. M. 1994. Productivity of maize in relation to morphological physiological characteristics under varying amounts of nitrogen supply. Journal of Agronomy and Crop Science. 74: 317- 326.

✓ Kazemi Arbat, H., F. Rahimzadeye Khoyi., M. Mogaddam, and A. Khosrangi. 2000. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers and water irrigation periods on biomass of speed feed forage sorghum. Journal of Iranian Agricultural Science. 31 (4): 713- 723. (In Persian)

✓ Khodabande, N. 1992. Cereals. Tehran University Publication, Iran. (In Persian)

✓ Le Gouis, J., D. Beghin., E. Heumez, and P. Pluchard. 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat. European Journal of Agronomy. 12: 163- 173.

✓ Le Gouis, J., and P. Pluchard. 1996. Genetic variation for use efficiency in winter wheat (*T. asestivum* L.). Euphytica. 92: 221- 224.

✓ Mae, T. 1997. Physiological nitrogen efficiency in rice: Nitrogen utilization, photosynthesis, and yield potential. In: Ando, T, ed. Plant nutrition for sustainble food production and environment. Dordrecht, the Nederlands: Kluwer Academic Publishers. 51- 60.

✓ Mahmud, Kh., I. Ahmad, and M. Ayrub. 2003. Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars. Pakistan Journal of Agricultural Research. 61- 63.

✓ Malakooti, M. J., and M. Homaiy. 2004. Fertility of soils in arid and semi-arid regions. 2ed printed. Pubished by University of Tarbiyate Modarres. Tehran, Iran. (In Persian)

✓ Malakooti, J. 2000. Balance nutrition in wheat. Publishing of Nashre Keshavarzi, Karaj. Iran. (In Persian)

✓ Martre, P., J. R. Porter., P. D. Jamieson, and E. Triboi. 2003. Modeling grain nitrogen accumulation and protein composision to understand the sink/source regulations of nitrogen utilization in wheat. Plant Physiology. 133: 1959- 1967.

✓ May, L., D. A. Van Standford., C. T. Mackown, and P. L. Cornelius. 1991. Genetic variation for nitrogen use in soft red × hard red winter wheat populations. Crop Science. 31: 626- 630.

✓ Meisinger, J. J. 1984. Plant available N in soil-crop systems. In R.H. Hauck, ed. Nitrogen in crop production, P. 391-416. Madison, WI, USA, ASA, CSSA, SSSA.

✓ Mi, G., L. Tanga., F. Zhanga, and J. Zhang. 2000. Is nitrogen uptake after anthesis in wheat regulated by sink size? Field Crop Research. 68 (3): 183- 190.

✓ Modhej, A., A. Naderi., Y. Emam., A. Ayeneband, and G. Nurmohammadi. 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. (In Persian)

✓ Modhej, A., and G. Fathi. 2008. Wheat physiology. Islamic Azad University publishing. 317 Pp. (In Persian)

✓ Moghaddam, M., B. Ehdaie, and J. D. G. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. Euphytica. 95: 361- 369.

✓ Naklang, K., D. Harnpichitvitaya., S. T. Amarante., L. J. Wade, and S. M. Haefele. 2006. Internal efficiency, nutrient uptake, and the relation to field water resources in rainfed lowland rice of northeast Thailand. Plant Soil. 286: 193- 208.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Ortiz-Monasterio, R. J., K. D. Sayre., S. Rajaram, and M. McMahon. 1997. Genetic progress in wheat yield and nitrogen use efficiency under four N rates. Crop Science. 37 (3): 898- 904.

✓ Perly, H., and P. Jensen. 1983. Varietal differences in uptake and utilization of nitrogen and other macro-elements in seedling of barley (*Hordeum vulgar*). Physiology of Plant. 58: 223- 230.

✓ Sagan, M., B. Ney, and G. Duc. 1993. Plant symbiotic mutants as a tool to analyse nitrogen nutrition and yield relationship in field-grown Peas (*Pisum Sativum* L.). Plant and Soil. 153: 33- 45.

✓ Saric, M. R., and V. Momcilovic. 2004. Genetic diversity among wheat cultivars in relation to concentration of the nutrition elements. Proceeding of the International Congress of plant physiology New Delhi, India. 2: 1169- 1171.

✓ Sawada, O., J. Itoh, and K. Fojita. 1995. Characteristics of photosynthesis and translocation of clabeled photosynthate in husk of sweet corn. Crop Science. 35: 480- 485.

✓ Toledo Marchado, A., and M. Silvestre Fernandes. 2000. Participatory maize breeding for low nitrogen tolerance. Euphytica. 122: 567- 573.

✓ Trapani, N., and A. J. Hall. 1996. Effects of leaf position and nitrogen supply on the extension of leaves of field-grown sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant and Soil. 184: 331- 340.

✓ Tripathi, S. C., K. D. Sayre, and J. N. Kaul. 2010. Genotypic effects on yield, N uptake, NUTE and NHI of spring wheat. File://I:/ ICSC2004.

✓ Van Sanford, D. A., and C. T. MacKown. 1986. Variation in nitrogen use efficiency among soft red winter wheat genotypes. Theory of Application Genetic. 72: 158- 163.

✓ Vos, J., and H. Biemond. 1992. Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 1. Leaf appearance, expansion growth, life span of leaves and stem branching. Annals of Botany. 70: 27- 35.

✓ Walinga, I., W. Van Vark., V. J. G. Houba, and J. J. Vanderlee. 1989. Plant analysis procedures. Department of soil science and plant nutrition. Wageninigen Agricultural University, Wanegingen, the Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir