

ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی 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، کارایی 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 کارایی 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 کارایی جذب و مصرف نیتروژن وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد پنجه و کارایی مصرف نیتروژن در سطح ($P < 0.05$) و کارایی 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 کارایی مصرف نیتروژن مربوط به ارقام قوبوستان و کوهدشت و بالاترین کارایی جذب نیتروژن مربوط به ارقام قوبوستان و مغان-۳ بود. متوسط کارایی جذب نیتروژن ۴۷/۵٪ و کارایی مصرف نیتروژن ۱۷٪ بود. تجزیه کلاستر برای صفات مرتبط با نیتروژن، کارایی جذب و مصرف، کودپذیری، عملکرد نیتروژن دانه و کاه و کلش ژنوتیپ‌ها را به سه دسته متمایز یعنی کارایی جذب و مصرف بالا، متوسط و پایین تفکیک نمود. انتخاب ژنوتیپ مانند کوهدشت (کارایی جذب و مصرف بالا) از کلاستر اول با ژنوتیپی مانند نورلو-۹۹ (کارایی 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 کارایی جذب بالا سودمند خواهد ساخت.

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

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۰

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 هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

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). متأسفانه 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 (Ortuez-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.

تحقیقی می‌باشد. لذا ارزیابی تنوع ژنتیکی این صفات (کارایی 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).

کارایی مصرف یا راندمان زراعی بصورت مقدار محصول تولید شده به ازای هر واحد عناصر غذایی مصرف شده تعریف شده است (Cooke, 1987). کارایی 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 کارایی جذب و مصرف بالا جهت کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی و حفظ محیط زیست، پایداری تولید و سلامت محصولات کشاورزی از ضروریات چنین

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

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

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

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

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)

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 به صورت 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 نگردد و با توجه به شرایط آب و هوایی 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

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

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 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.

$$\text{عملکرد دانه در تیمار شاهد} - \text{عملکرد دانه در تیمار کودی} = \frac{\text{عملکرد دانه در تیمار شاهد}}{\text{عملکرد دانه در تیمار کودی}} \times 100$$

(درصد) کودپذیری

$$\text{کل نیتروژن جذب شده در تیمار کودی} = \frac{\text{کل نیتروژن جذب شده در تیمار کودی}}{\text{میزان نیتروژن مصرف شده}}$$

(کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی جذب نیتروژن

$$\text{عملکرد دانه در تیمار کودی} = \frac{\text{کارایی مصرف نیتروژن}}{\text{میزان نیتروژن فراهم شده در خاک}}$$

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 کارایی 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، کارایی جذب نیتروژن وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن نیز صفات عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد پنجه، کارایی 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 معنی‌داری 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 شیرووری، چمران، زاگرس و مشاهده شد. با توجه به این‌که این ارقام از تعداد پنجه بیشتر و در نتیجه تعداد سنبله در مترمربع

Demotes-Mainard et al., 1999). با توجه به یکسان بودن اثر نیتروژن روی ارقام در دو سطح کودی، اثر متقابل ژنوتیپ در نیتروژن اختلاف معنی داری نشان نداد.

تعداد سنبله در مترمربع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت تعداد سنبله نشان داد اثر نیتروژن و اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی داری بود (جدول ۳). در آزمایشی که لی گوئیس 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 \times نیتروژن معنی دار بود. دسترسی به نیتروژن در گیاهان بسیاری از فرایندهای توسعه‌ای را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. بر اساس وارپته، 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

بالاتری برخوردار بودند لذا به نظر می‌رسد با افزایش مصرف کود، تعداد سنبله در مترمربع آن‌ها بالا رفته اما تاثیر معنی داری 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 معنی داری نشان نداد. تری‌پاتی و همکاران (Tripathi et al., 2010) و لی گوئیس و همکاران (Le Gouise et al., 2000) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کردند. بین ژنوتیپ‌ها اختلاف آماری معنی داری 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;)

عملکرد بیولوژیک: اثر نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک ارقام مختلف گندم معنی دار 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 این که 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 Rasmusson, 1990) و اکمن (Ekmen, 1981) افزایش عملکرد دانه تابعی از افزایش عملکرد بیولوژیک بوده و ارقام با عملکرد بیولوژیک بالا توان بالایی در استفاده از مواد حاصل از فتوسنتز را داشته‌اند (Berdhal et al., 1972). اثر نیتروژن و ژنوتیپ برای تعداد پنجه معنی دار نبود، ولی واکنش ژنوتیپ‌ها در دو سطح کودی یکسان نبود و اثرات متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. بیشترین عملکرد

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 شیروودی اشاره کرد.

شاخص برداشت: مصرف کود نیتروژن از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گذاشت، ولی اثر متقابل ژنوتیپ \times نیتروژن بر این صفت معنی‌دار نبود. مصرف کود نیتروژن 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 نیتروژن 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 شیروودی نشان دادند. از ارقامی مانند عظمت لی-۹۵ که هم عملکرد بالایی داشته و هم دارای کاه و کلش بیشتری هستند می‌توان در مناطقی که دامپروری رونق بیشتری دارد استفاده نمود.

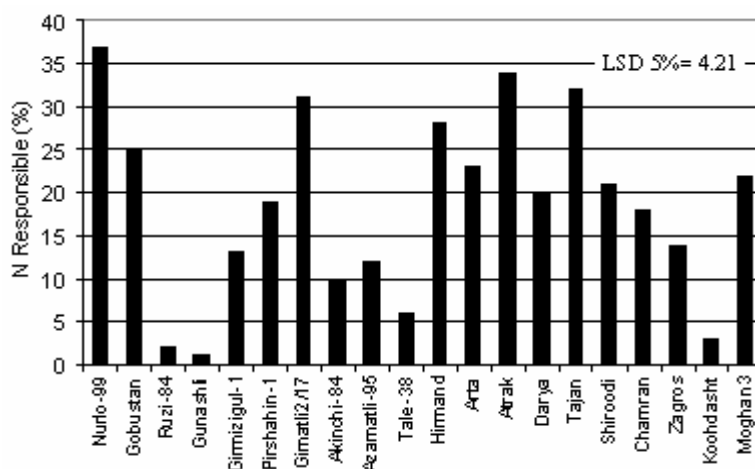
قوبوستان و مغان-۳ در شرایط بدون کود عملکرد پایین و در شرایط کوددهی عملکرد بالا و رقمی مثل عظمت لی-۹۵ در هر دو شرایط عملکرد بالایی داشت. با توجه به منشاء متفاوت ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی تنوع استفاده از کود نیتروژن در بین ارقام، بویژه در شرایط عدم استفاده از کود، واکنش ارقام در سطوح کودی متفاوت بود. تنوع 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

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

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



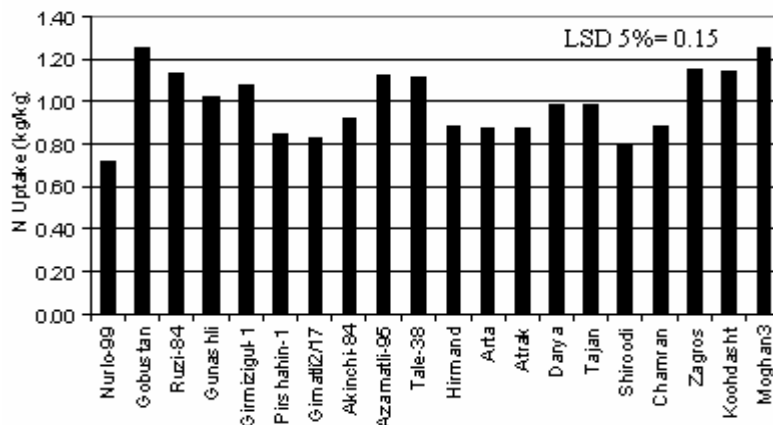
شکل ۱- میزان کود پذیری ارقام مورد مطالعه

Fig 1- Amount of manure responsible in studied cultivars

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 پابلند 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 زمانی که گیاه هیچ‌گونه کودی دریافت نکرده

کارایی جذب نیتروژن: اثر نیتروژن بر صفت کارایی جذب در سطح احتمال ۵٪ و اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). کارایی 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)، لی گوئیس و همکاران (Le Gouis et al., 2000) و تری‌پاتی و همکاران (Tripathi et al., 2010) مطابقت داشت. بیشترین کارایی جذب نیتروژن در ارقام قوبوستان و مغان-۳ دیده شد (شکل ۲). اصلاح‌گران گندم در دهه‌های گذشته بر افزایش عملکرد دانه بیش از کارایی جذب نیتروژن تاکید داشتند. در صورتی که در حال حاضر از نظر یک اصلاح‌گر، بالا بودن توان جذب کودی در سطوح پایین کوددهی و کاهش نیاز به کود نیتروژنه

نیز می‌تواند مدت 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.

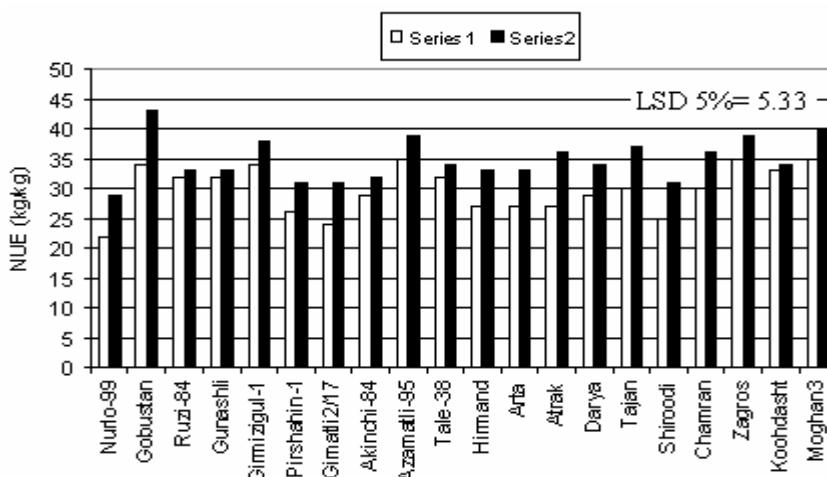


شکل ۲- کارایی جذب نیتروژن در ارقام مورد مطالعه

Fig 2- Nitrogen uptake efficiency in studied cultivars

Modhej et al., (1996) و مدحج و همکاران (2009) اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن در شکل ۳ آورده شده است. بیشترین کارایی مصرف نیتروژن در ارقام قوبوستان و کوهدشت و کمترین کارایی مصرف نیتروژن در ارقام نورلو-۹۹ و مغان-۳ دیده شد (جدول ۴).

کارایی مصرف نیتروژن: اثر نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۳). کارایی مصرف نیتروژن با مصرف کود اوره کاهش یافت. این نتایج با مطالعات گریف (1994, Greef)، لی گوئیس و پلوچارد (Le Gouise and Pluchard,)



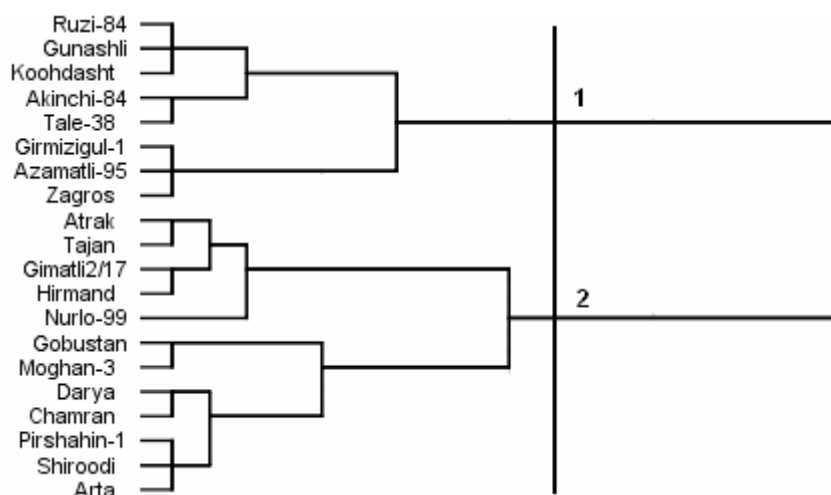
شکل ۳- کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم مورد آزمایش در شرایط کودی و عدم مصرف کود نیتروژن

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

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 می‌توان به ژنوتیپ‌های نورلو-۹۹ و قیمت لی ۲/۱۷ 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.

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 می‌دهد. دوپل و هالفورد (Doyle and Holford, 1993) دلیل کاهش کارآیی مصرف نیتروژن را با افزایش مصرف 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 و کلش بالا و کود پذیری پایین بود. از



شکل ۴- گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه برای صفات مرتبط با کارایی 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

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 معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و غیر معنی دار

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

توجه: در مواردی که اثر متقابل ژنوتیپ در مکان معنی دار 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.

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)	وزن هزار دانه (g)	دانه در سنبله	سنبله در مترمربع	عملکرد بیولوژیک (g)	شاخص برداشت (%)	محتوای نیتروژن دانه (%)	محتوای نیتروژن کاه و کلش (%)	کارآیی جذب (kg/kg)	کارآیی مصرف نیتروژن (kg/kg)
		Grain yield	TKW	Seed/Spike	Spike/m ²	Biological yield	Harvest Index	Grain nitrogen concentration	Stable nitrogen concentration	Nitrogen uptake efficiency	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

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	G	0.754	1.82	4.54	72.6	1.04	5.18	0.085	0.056	0.15	3.77
5%	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	کارایی مصرف نیتروژن (kg/kg)	کارایی جذب نیتروژن (kg/kg)	محتوای نیتروژن دانه (%)	محتوای نیتروژن کاه و کلش (%)	کود پذیری (%)
Genotypes in cluster	Nitrogen use efficiency	N uptake efficiency	Grain N concentration	Stable N concentration	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

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. Rasmusson. 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. Jeufroy, 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 dry 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.

-
- ✓ 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 Khoiyi., 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. aestivum* 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 sustainable food production and environment*. Dordrecht, the Netherlands: 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. Published 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 composition 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. Haeefe. 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. 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 vulgare*). *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. Wageningen Agricultural University, Wanegingen, the Netherlands.