مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

تأثیر کاربرد نیتروژن بر کارایی جذب و ذخیره سازی آن در ارقام گندم نان

غلامرضا خلیل زاده[1*]، یوسف ارشد[2]، عبدالله حس زاده قورت تپه[1]

۱ - عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ایران
۲ - عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۷/۲۱

چکیده

امروزه به دلایل اکولوژیکی و اقتصادی گرایش به سمت سیستم های کشاورزی پایدار و کم نهاده رو به افزایش است. نیتروژن یکی از نهاده های اصلی در این سیستم بوده که در آلودگی خاک و آبهای زیر زمینی نقش مهمی دارد. بنابراین به منظور ارزیابی تنوع جذب و مصرف و در نتیجه کاهش مصرف نیتروژن، این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ بصورت طرح کرت های یکبار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید که در آن کود نیتروژنه در دو سطح بدون مصرف و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به عنوان عامل اصلی و ۲۰ ژنوتیپ گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشانگر تنوع بالایی برای کاهش مصرف نیتروژن در بیشتر صفات بود. تجزیه واریانس اختلاف آماری بسیار معنی داری برای ارقام در صفات نشان داد. اثر متقابل ژنوتیپ × نیتروژن نشانگر اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال ۱٪ برای وزن هزاردانه، غلظت نیتروژن دانه، غلظت نیتروژن کاه و کلش، عملکرد نیتروژن دانه، کارایی جذب و کارایی مصرف نیتروژن و برای تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۵٪ و عدم معنی داری برای صفات عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، شاخص برداشت و شاخص برداشت نیتروژن بود. مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه نشان داد که ارقام کوهدشت، چمران و قوبوستان در هر دو سطح نیتروژن برتر از سایرین بودند. اما ارقام زاگرس، طالع-۳۸ و گونش لی در N0 عملکرد بالا و +N عملکرد پایین نشان دادند. کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن تنوع بالایی برای همه سطوح نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل نشان داد. مقایسه میانگین کارایی جذب ارقام قوبوستان، طالع-۳۸، زاگرس و کوهدشت در هر دو سطح نیتروژن برتر از سایر ارقام و اکینچی، آرتا، اترک و چمران در N0 کارایی بالایی نشان دادند. مقایسه میانگین کارایی مصرف نیتروژن ارقام گونش لی، طالع-۳۸ و دریا نشان داد هر سه این ارقام در هر دو سطح نیتروژن کارایی بالایی داشتند. رقم نورلو-۹۹ بیشترین حساسیت را نسبت به کاهش مصرف نیتروژن دارا بود. بررسی مقایسه میانگین عملکرد دانه، کارایی زراعی جذب و مصرف نیتروژن، در این آزمایش مشخص نمود که ارقام قوبوستان،کوهدشت و چمران برای اهداف اصلاحی برتر از سایرین می باشند.

واژه های کلیدی: عملکرد دانه، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی مصرف، غلظت نیتروژن دانه

* نگارنده مسئول (g.khalilzade@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

نیتروژن یکی از نهاده های اصلی گندم در سیستم های کشاورزی با پتانسیل تولید بالا می باشد. میزان مصرف کودهای نیتروژنه در دنیا از ۱۳/۵ میلیون تن در سال ۱۹۶۲ به ۸۴/۴ میلیون تن در سال ۲۰۰۱ رسیده است که نصف این مقدار در کشورهای توسعه یافته مصرف می‌شود (FAO, 2004). در طی انقلاب سبز عملکرد گندم در واحد سطح بطور قابل ملاحظه ای افزایش یافت و با روشهای اصلاحی ارقام نیمه پا کوتاه مکزیکی که کود پذیری بالا و سازگاری خوبی با سیستم های زراعی آن زمان داشتند معرفی شدند (Le Gouis & Pluchard, 1996). لاکن، امروزه دانشمندان به دنبال آزادسازی واریته هایی هستند که ریسک آلودگی اکوسیستم را پایین و میزان مصرف کود را کاهش دهد (Le Gouis *et al*., 2000). بخش مهمی از آلودگی های محیطی ناشی از آلودگی های زیر زمینی و دنیتریفیکاسیون[1] نیتروژن می باشد (Mariotti, 1997). در طی حداقل ۳۰ سال گذشته، محتوای نیترات آب در اراضی کشاورزی، افزایش یافته است (Mary *et al*., 1997). متأسفانه کودهای نیتروژنه به صورت مؤثر استفاده نشده و کارآیی مصرف آن برای غلات در دنیا حدود ۳۳ ٪ می‌باشد (Byerlee & Siddiq, 1994). با وجود این، فقدان نیتروژن از گسترده ترین مشکلات تغذیه‌ای در تولید گندم آبی است. اصلاحگران گندم باید واریته هایی را آزاد کنند که علاوه بر کاهش مصرف کود، حداقل آلودگی محیط زیست و حداکثر درآمد برای کشاورزان فراهم آوردند و واریته هایی را معرفی نمایند که کارآیی جذب و مصرف نیتروژن آنها، بیشتر صرف تولید دانه گردند (Le Gouis *et al*, 2000).

تنوع ژنتیکی برای کارآیی مصرف نیتروژن در گندم توسط محققین زیادی گزارش شده است (Ortez-Monasterio *et al.*, 1997; Van Sanford & Mackown, 1986; Dhugga & Waines, 1989). در تحقیقات انجام گرفته بر روی گندم های بهاره هگزاپلوئید و دیپلوئید کارآیی جذب نیتروژن مهمتر از کارآیی مصرف نیتروژن بوده است (Dhugga & Waines, 1989). با اصلاح ارقام در شرایط نیتروژن زیاد تا متوسط، عملکرد دانه ارقام گندم بهاره آبی از سال ۱۹۵۰ تا سال ۱۹۸۵ بهبود و روند افزایشی داشته است. در ارقام نیمه پاکوتاه این افزایش در عملکرد دانه اتفاق افتاده و در سطوح کودی متوسط و بالا هر دو جزء کارآیی جذب و کارآیی مصرف افزایش یافته است، ولی درسطوح پایین کودی، این افزایش تنها برای کارآیی جذب مفید بوده است (Ortez-Monasterio *et al*., 1997). راندمان مصرف عناصر غذایی را می توان بصورت نسبت میزان عملکرد گیاه به میزان عناصر غذایی مصرف شده تعریف نمود(Graswell & Godwin, 1984). کارآیی جذب عناصر غذایی نیز به عنوان میزان افزایش عملکرد قسمت های برداشت شده گیاه به ازاء هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف کرد. دو گروه از عوامل دخیل عبارتند از :

الف) خصوصیاتی از گیاه که در ارتباط با بازدهی جذب عناصر مؤثرند. یعنی چه مقدار از عناصر غذایی تامین شده به وسیله گیاه جذب شده است.

ب) عواملی که در ارتباط با راندمان استفاده عناصر غذایی مطرح بوده و بیانگر نسبت عملکرد به عناصر غذایی جذب شده است. دستیابی به واریته های با کارآیی جذب و مصرف بالا جهت کاهش مصرف نهاده های کشاورزی و حفظ محیط زیست، پایداری تولید و سلامت محصولات کشاورزی از ضروریات

1-Dentrification

Archive of SID

www.SID.ir

چنین تحقیقی می باشد. 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 می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با شرکت۲۰ ژنوتیپ گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در سال ۸۷-۱۳۸۶ انجام گردید. همه ژنوتیپهای مورد ارزیابی جزء ارقام تجاری ایران و جمهوری آذربایجان بودند که در برنامه های اصلاحی این کشورها از سالهای ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ معرفی شده اند. آزمایش در ۳۰ آبان ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی مغان کشت گردید. نوع خاک لومی رسی، با pH حدود ۷/۵ و Ec حدود ۰/۴۲ دسی زیمنس بر متر و میزان ماده آلی خاک ۱۲ گرم بر کیلوگرم بود. نمونه های خاک محل کشت آزمایش حاوی ۵۷ و ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن معدنی بترتیب قبل از کاشت و پس از برداشت آزمایش تا عمق ۶۰ سانتیمتری دارا بود (اطلاعات بیشتر در جدول ۱ آورده شده است).

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

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	درصد اشباع	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل	آهک (درصد)	عمق (cm)
لومی رسی	۷/۴۶	۰/۴۲	۲۰	۳۵۰	۵۲	۱/۲	۰/۱۵	۲۸	۰-۶۰

طرح پایه اسپلیت پلات در قالب بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بود که در آن نیتروژن به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شد و به منظور ایجاد حداکثر اختلاف در استفاده از نیتروژن بین ارقام از دو سطح کود اوره، بدون کود (N0) و با کود (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده گردید و ۲۰ ژنوتیپ گندم نان نیز به عنوان عامل فرعی مد نظر قرار گرفت که برخی صفات زراعی، پدیگری، سال معرفی ارقام مورد استفاده در جدول ۲ مشاهده می گردد. کود در چهار نوبت و بطور مساوی شامل کود پایه (۵۰ کیلوگرم قبل از کشت) و بقیه در سه مرحله پنجه دهی، سنبله رفتن و پر شدن دانه بصورت سرک استفاده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نام، سال معرفی و برخی صفات مورفولوژیکی ۲۰ رقم گندم نان مورد ارزیابی

ژنوتیپ	خلاصه	سال معرفی	تاریخ رسیدن	تاریخ سنبله دهی	ارتفاع بوته (cm)
نورلو-۹۹	Nur	۱۹۹۹	۲۰۲	۱۶۳	۷۵
قوبوستان	Gob	۲۰۰۳	۲۰۲	۱۶۶	۹۴
روزی-۸۴	Ruz	۱۹۸۴	۲۰۲	۱۶۱	۹۹
گونش لی	Gun	۱۹۹۹	۲۰۴	۱۶۳	۸۹
قیرمزی گول-۱	Gir	۱۹۹۸	۲۰۷	۱۶۴	۸۱
پیرشاهین-۱	Pir	۱۹۹۵	۲۰۷	۱۶۴	۸۹
قیمت لی۲/۱۷	Gim	۱۹۸۵	۲۰۳	۱۶۳	۷۸
اکینچی-۸۴	Aki	۱۹۸۷	۲۰۵	۱۵۹	۸۹
عظمت لی-۹۵	Aza	۱۹۹۵	۲۰۷	۱۶۶	۹۳
طالع-۳۸	Tal	۱۹۸۸	۲۱۱	۱۶۸	۹۱
هیرمند	Hir	۱۹۹۱	۲۰۴	۱۶۰	۹۱
آرتا	Art	۲۰۰۶	۲۰۰	۱۶۱	۷۷
اترک	Atr	۱۹۹۵	۲۰۰	۱۵۹	۷۷
دریا	Dar	۲۰۰۶	۲۰۵	۱۶۳	۹۴
تجن	Taj	۱۹۹۵	۲۰۱	۱۵۹	۸۰
شیرودی	Shi	۱۹۹۷	۲۰۰	۱۶۳	۸۱
چمران	Cha	۱۹۹۷	۲۰۱	۱۶۴	۸۵
زاگرس	Zag	۱۹۹۶	۲۰۰	۱۵۵	۷۸
کوهدشت	Koh	۲۰۰۰	۲۰۲	۱۶۳	۹۵
مغان-۳	Mog	۲۰۰۶	۲۰۲	۱۶۱	۹۴

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت ۵ متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر با تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع بود. تاریخ سنبله دهی که از تعداد روزهای کاشت تا ۵۰٪ ظهور سنبله ها و تاریخ رسیدن فیزیولوژیک از تعداد روز کاشت تا زرد شدن ساقه زیر سنبله محاسبه شد. قبل از برداشت کل از هر کرت ۲۰ بوته بطور تصادفی از سطح زمین برداشت و جهت اندازه گیری های وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، غلظت نیتروژن دانه و غلظت نیتروژن کاه و کلش استفاده گردید. محتوای غلظت نیتروژن با استفاده از از روش کجلدال تعیین گردید (Humphries, 1956). برای تجزیه صفات و رسم نمودارهای لازم از برنامه های نرم افزاری MSTSTC، SPSS و EXCELL استفاده گردید. شاخص براشت نیتروژن(NHI)، کارآیی مصرف نیتروژن (NUE)، کارآیی استفاده از نیتروژن یا

Archive of SID

www.SID.ir

کارآیی بیولوژیکی، کارایی بیوماس، کارایی جذب و کارایی مصرف عملکرد دانه (NUEgn) از روابط زیر محاسبه شدند (May *et al.*, 1991; Ortiz-monasterio Ortiz-monasterio & Graham, 2000).

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

کارایی مصرف نیتروژن = عملکرد دانه/ کود استفاده شده

کارایی بیولوژیکی = عملکرد دانه/ نیتروژن کل قسمتهای هوایی

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

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

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

به منظور ارزیابی دقیق تر اثرات متقابل کود با ژنوتیپ و زمانی که اثرات متقابل ژنوتیپ × نیتروژن برای یک صفت معنی دار باشد از اکی والان ریک (W^2g) می توان استفاده نمود (Wricke, 1962).

$$W^2_{g=}\sum_{n=1}^{N}(Xgn - Xg.. - X.n + X..)^2$$

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اختلاف معنی داری را بین ژنوتیپ ها در تمام صفات نشان داد (جدول ۳). اثر متقابل ژنوتیپ در نیتروژن برای بیشتر صفات به غیر ازشاخص برداشت (HI) و عملکرد دانه اختلاف معنی داری را نشان داد. اختلاف بین دو سطح نیتروژن در صفات تعداد سنبله در متر مربع، HI و کارایی استفاده از نیتروژن غیر معنی دار بود ولی سایر صفات اختلاف معنی داری نشان دادند. اجزای عملکرد اثرات متفاوتی در سطوح مختلف کودی نشان دادند. میانگین صفات و اثر متقابل به همراه LSD آنها در جدول ۴ آورده شده است.

نتیجه آزمایش نشانگر اختلاف آماری معنی داری برای عملکرد دانه، بدون استفاده از کود نیتروژن بود. میانگین عملکرد دانه از ۸۹۸ گرم در متر مربع در سطح +N به ۷۲۱ گرم در متر مربع در N0 کاهش یافت (شکل ۱a). دامنه تغییرات عملکرد دانه در سطح N0 از (۵۴۷ گرم در متر مربع) برای رقم نورلو-۹۹ تا (۱۰۶۱ گرم در متر مربع) برای رقم کوهدشت نشان داد. با افزایش میزان کود، عملکرد دانه افزایش یافت. Hasanzadeh Ghort و Tapeh *et al*(2009) Naklang *et al* (2006) رابطه مثبتی بین سطوح کودی و عملکرد دانه نشان دادند. Ceccarelli (1996) شرایط بهینه را برای گزینش ارقام در محیط های کم نهاده[1] مورد تأکید قرار داد. او نشان داد که لاین های انتخاب شده در شرایط مطلوب، عملکرد بالاتری نسبت به لاین های انتخاب شده در شرایط نامطلوب داشتند. محاسبه ضریب اکولانس ریک برای عملکرد دانه نشان داد که پنج رقم قوبوستان، قیرمزی گول-۱، عظمت لی۲/۱۷، چمران و کوهدشت ۵۴٪ از واریانس اثر متقابل G×N را به خود اختصاص دادند. رقم قیمت لی۲/۱۷ عملکرد بالا در +N و عملکرد پایین در N0 و عملکرد قیرمزی گول-۱ در دو سطح نیتروژن معنی دار نبود. بقیه ارقام در هر دو سطح نیتروژن از عملکرد بالایی برخودار بودند.

وزن هزار دانه در بیشتر واریته ها (شکل۱b) بطور معنی داری از N0 (۴۰ گرم) نسبت به +N (۳۷/۴ گرم) کاهش یافت. رابطه استفاده از کود نیتروژن با وزن هزار دانه عکس هم بود، یعنی با افزایش کود وزن هزار دانه کاهش یافت. در حالی که ارقام قیرمزی گول-۱، عظمت لی-۹۵، طالع-۳۸، هیرمند، شیرودی، چمران و کوهدشت اختلاف آماری معنی داری در دو سطح N نداشتند. بیشترین افزایش از +N به N0 در ارقام قوبوستان، آرتا، اترک، تجن و کوهدشت دیده شد. ارقام با وزن هزار دانه بالا سهم عمده ای در واریانس اثر متقابل داشتند. ۵۳٪ از واریانس اثر متقابل G×N را چهار

1- Low-input

Archive of SID

www.SID.ir

رقم گونش لی، قیمت لی۲/۱۷، کوهدشت و مغان-۳ به خود اختصاص دادند، بطوریکه وزن هزار دانه در سه رقم گونش لی، قیمت لی۲/۱۷ و کوهدشت در هر دو سطح نیتروژن و رقم مغان-۳ در N0 (۴۶گرم) بیشتر از +N (۳۹ گرم) افزایش نشان دادند. میانگین تعداد دانه در سنبله (شکل ۱c) برای نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل G×N بطور معنی داری اختلاف نشان داد. بطوریکه این عدد در N0 (۴۵/۷ دانه در سنبله) و +N (۴۹/۰ دانه در سنبله) بود. بیشترین تاثیر مثبت در افزایش تعداد دانه در سنبله در ارقام طالع-۳۸ (۶۰ دانه در سنبله)، هیرمند، دریا و تجن و کمترین تعداد دانه در سنبله در ارقام روزی-۸۴ (۳۷ دانه در سنبله)، چمران، شیرودی و قیرمزی گول-۱ بترتیب با ۴۱، ۴۳ و ۴۳ بودند. سه رقم روزی-۸۴، طالع-۳۸ و چمران با ۴۹٪، بیشترین سهم را در واریانس اثرمتقابل G×Nداشتند. رقم طالع-۳۸ نه تنها از تعداد دانه بالایی در هر دو سطح نیتروژن برخوردار بود، بلکه اختلاف آماری معنی داری نیز در دو سطح نشان داد. اما برای دو رقم روزی-۸۴ و چمران این اختلاف معنی داری نبود.

با وجود اختلاف تعداد سنبله در متر مربع بین دو سطح +N (۶۸۳) و N0 (۶۱۶)، اختلاف آماری معنی داری معنی داری بین سطوح نیتروژن وجود نداشت. پایین بودن میزان واریانس اثر متقابل سطوح نیتروژن برای تعداد سنبله در متر مربع نشانگر میزان تغییرات تعداد سنبله ارقام در دو سطح کودی می باشد. با توجه به اینکه اجزای عملکرد معمولاً همبستگی منفی با هم دارند و همچنین سهم ارقام با تعداد دانه در سنبله کم و زیاد در میزان واریانس اثرات متقابل، نقش ارقامی مانند روزی-۸۴ و طالع-۳۸ که تعداد دانه در سنبله بالا، تعداد سنبله در متر مربع پایین دارند، در اثر متقابل نقش مهمی ایفا می کنند (شکل۱d). ارقام زاگرس، آرتا، تجن، شیرودی و چمران بیشترین تعداد سنبله را داشتند. اثر متقابل G×N اختلاف معنی داری داشت. ارقام نورلو-۹۹، اکینچی-۸۴، شیرودی و مغان-۳ در N0 بطور معنی داری پایین تر از +N بودند. ۶۲٪ از واریانس اثر متقابل G×N مربوط به ۵ ژنوتیپ روزی-۸۴، پیرشاهین-۱، قیمت لی۲/۱۷، طالع-۳۸ و زاگرس بود. دو رقم روزی-۸۴ و طالع-۳۸ تعدادسنبله پایین در هر دو سطح، دو رقم پیرشاهین-۱ و قیمت لی۲/۱۷ در N0 پایین و +N بالا و رقم زاگرس در هر دو سطح از تعداد سنبله در متر مربع بالایی برخوردار بود. در ارزیابی اثر متقابل G×N برای عملکرد دانه، وزن هزار دانه بیشترین و تعداد سنبله در متر مربع کمترین نقش را ایفا کردند. زمانیکه تعداد سنبله در متر مربع ثابت بود، بالا بودن وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله عملکرد دانه را بالا برد.

سه جزء تشکیل دهنده کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن[۳]، کارایی استفاده کلی از نیتروژن[۴] (کارایی فیزیولوژیکی) و شاخص برداشت[۵] می باشد. کارایی جذب نیتروژن در کل ارقام تنوع بالایی (شکل ۲a) نشان داد، بطوریکه کارایی جذب در +N(۱/۵۱) بطور معنی داری بالاتر از کارایی جذب آن در N0 (۱/۰۰) بود. تفاوت بین نیتروژن کل سطح العرضی خاک در ۶۰-۰ سانتیمتری و کل نیتروژن سطح خاک در مرحله رسیدگی بترتیب ۵۵/۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. لذا میزان نیتروژن جذب شده از سطح N از مواد آلی خاک و بقایای نیتروژن موجود در خاک بوده است. بیشترین کارایی جذب نیتروژن بین ژنوتیپ ها مربوط به ارقام قوبوستان، گونش لی، طالع-۳۸ و کوهدشت بود. کمترین افت کارایی جذب نیتروژن

Archive of SID

www.SID.ir

از +N به N0 مربوط به رقم چمران (۰/۱۶) بود که میزان مشارکت این رقم در واریانس اثر متقابل G×N(۵/۹٪) بود. چهار رقم قوبوستان، طالع-۳۸، کوهدشت و مغان-۳ مسئول یک دوم (۵۰٪) از واریانس اثرات متقابل G×N بودند. کارایی جذب نیتروژن در سه رقم قوبوستان، طالع-۳۸ و مغان-۳ از +N به N0 دارای بیشترین کاهش ولی رقم کوهدشت در هر دو سطح نیتروژن کارایی جذب بالایی از خود بروز داد. کارایی کل استفاده از نیتروژن (کارایی فیزیولوژیکی) اختلاف بسیار معنی داری برای منابع نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابل G×N نشان داد. دامنه تغییرات کارایی فیزیولوژیکی در هر دو سطح نیتروژن بالا و از ۶۶ تا ۱۲۷ گرم در گرم نیتروژن برای +N و ۶۶ تا ۱۳۴ گرم در گرم نیتروژن برای سطح N0 بود. متوسط کارایی کل استفاده از نیتروژن در N0 (۹۷/۶ گرم در گرم نیتروژن) بالاتر از +N (۹۱/۸ گرم در گرم نیتروژن) بود. بالاترین کارایی فیزیولوژیکی را ارقام گونش لی، طالع-۳۸ و دریا نشان دادند که هر سه این ارقام در هر دو سطح نیتروژن کارایی بالایی داشتند. بیشترین واریانس اثر متقابل G×N را چهار رقم نورلو-۹۹، روزی-۸۴، اترک و دریا (۵۴٪) نشان دادند. نورلو-۹۹ بیشترین حساسیت را نسبت به کاهش نیتروژن و دو رقم روزی-۸۴ و اترک کارآیی پایین و رقم دریا کارایی بالایی در هر دو سطح نیتروژن نشان دادند. بین میانگین شاخص برداشت (شکل ۲b) برای سطوح نیتروژن و اثر متقابل G×N اختلاف معنی داری نداشتیم.بالاترین شاخص برداشت را ارقام قیرمزی، گول-۱، تجن، شیرودی و زاگرس داشتند که هر چهار رقم شاخص برداشت بالایی در هر دو سطح نیتروژن از خود بروز دادند. ۴۴٪ از کل واریانس اثر متقابل G×N را ارقام روزی-۸۴، قیرمزی گول-۱، اکینچی-۸۴ و طالع-۳۸ توجیه کردند. سه رقم روزی-۸۴، اکینچی-۸۴ و طالع-۳۸ در هر دو سطح نیتروژن کارایی پایین ولی قیرمزی گول-۱ شاخص برداشت بالایی در هر دو سطح نیتروژن داشت. عملکرد نیتروژن دانه (شکل ۲c) در +N (۲۵/۱ گرم در متر مربع) بسیار بیشتر از N0 (۱۴/۵ گرم در متر مربع) بود. بالاترین عملکرد نیتروژن دانه را ارقام قوبوستان، کوهدشت، طالع-۳۸ و زاگرس و بیشترین واریانس مربوط به اثر متقابل G×N را ارقام قوبوستان، عظمت لی۲/۱۷، طالع-۳۸، زاگرس، کوهدشت و مغان-۳ با ۶۳٪ را باعث شدند. دو رقم قوبوستان و کوهدشت بالاترین حساسیت را نسبت به کاهش N نشان دادند. غلظت نیتروژن دانه اختلاف بسیار معنی داری بین دو سطح نیتروژن، ژنوتیپ و اثر متقابلG×N نشان داد. دامنه تغییرات غلظت نیتروزن دانه از ۱/۷۹ تا ۲/۱۸ ٪ در N0 و ۲/۳۱ تا ۳/۵۲٪ در +N در نوسان بود. میانگین غلظت نیتروژن ارقام در N0 (۲/۰۳٪) پایین تر از +N (۲/۸۱٪) بودند. ارقام قوبوستان، طالع-۳۸، زاگرس و مغان-۳ از بیشترین مقدار صفت ذکر شده برخوردار بودند. ارزیابی اثرات متقابل نشان داد که سه ژنوتیپ آرتا، چمران و مغان-۳، سه چهارم (۷۵٪) از واریانس اثر متقابل G×N را باعث شده اند. بطوریکه دو رقم آرتا و چمران کمترین حساسیت و رقم مغان-۳ بیشترین حساسیت را نسبت به کاهش مصرف نیتروژن نشان دادند. میانگین شاخص برداشت نیتروژن (شکل ۲d) در سطح احتمال ۵٪ برای +N (۸۵/۷٪) بالاتر ازN0(۷۶/۵٪) بود. بیشترین میانگین شاخص برداشت نیتروژن در ارقام روزی-۸۴، قیرمزی گول-۱، عظمت لی-۹۵ و اترک نشان دادند. با وجود برتری رقم اترک از نظر شاخص برداشت نیتروژن در دو سطح نیتروژن، این رقم اختلاف معنی داری بین دو سطح کودی نشان نداد و حساسیتی نسبت به کاهش نیتروژن نشان نداد.

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی اثر متقابل ارقام در سطوح کودی ۵۴٪ از واریانس کل را مربوط به پنج رقم روزی-۸۴، قیرمزی گول-۱، عظمت لی-۹۵، اترک و زاگرس دانست. غیر از رقم اترک بقیه ارقام در سطح +Nشاخص برداشت نیتروژن بالاتری نسبت به N0 دارا بودند. بالاترین NHIدر شرایط +N مربوط به ارقام قو بوستان، روزی-۸۴، قیرمزی گول-۱ و عظمت لی-۹۵ و برای N0 ارقام قیرمزی گول-۱، اترک، شیرودی، چمران و زاگرس بودند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زراعی ۲۰ ژنوتیپ برای دو سطح کود نیتروژن

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(M.S)									
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانهدر سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	شاخص برداشت	غلظت نیتروژن دانه	غلظت نیتروژن کاه و کلش	عملکرد نیتروژن دانه	شاخص برداشت نیتروژن	کارآیی جذب نیتروژن	کارآیی استفاده از نیتروژن
نیتروژن	۱	۹۴۰۳۰۴*	۱۸۷/۵**	۳۲۸/۰۲**	۱۳۴۶۷۰ ns	۱۰/۹۲ns	۱۸/۲۴**	۰/۲۶۲**	۳۳۷۲/۹**	۲۵۵۷/۶*	۷/۸۹**	۹۸۰/۴۱ ns
اشتباه ۱	۲	۵۹۶۵۶	۲/۸۷	۱۱/۵۹	۵۱۴۳۳	۱۵۳/۰۹	۵۸/۰	۰/۰۰۷	۲/۷۷	۱۴۷/۹۸	۰/۰۲۵	۳۳۵۹/۷۱
ژنوتیپ	۱۹	۴۶۰۹۶**	۹۱/۱۲**	۱۶۱/۳۶**	۱۳۲۳**	۷۶/۹۵**	۰/۱۶۶**	۰/۰۶۶**	۴۰/۳۰**	۴۳/۳**	۱۲۵/۰**	۸۶۴/۲۷**
کود × ژنوتیپ	۱۹	۴۴۲۳ ns	۲۱/۴۳**	۳۵/۸۲*	۴۷۳۸ ns	۲۲/۴۶ ns	۰/۱۸۱**	۰/۰۷۸**	۱۶/۸۳**	۱۹/۷۶ ns	۰/۰۵۲**	۸۱۲/۵۳**
اشتباه ۲	۷۶	۹۷۰۸	۲/۸۲	۱۷/۵۹	۴۷۰۰	۱۹/۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۳/۹۱	۱۲/۸۸	۰/۰۱۳	۲۴۸/۴۱
میانگین	-	۸۰۹	۳۸/۶	۴۷/۴	۵۵۰	۴۳/۴	۲/۴۲	۰/۵۳	۱۹/۸	۸۱/۱	۱/۲۵	۹۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۰	۴/۴	۸/۹	۱۲/۶	۱۰/۱	۳/۰	۸/۰	۱۰/۰	۴/۴	۹ / ۰	۱۶/۶

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ – مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و نیتروژن بر صفات مورد آزمایش

اثرات متقابل	ژنوتیپ	عملکرد دانه (gr/m^2)	وزن هزار دانه (g)	سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (٪)	غلظت نیتروژن دانه (٪)	غلظت نیتروژن کاه وکلش (٪)	شاخص برداشت نیتروژن (٪)	عملکرد نیتروژن دانه (gr/m^2)	کارآیی جذب نیتروژن (gr/gr N)	کارآیی مصرف نیتروژن (gr/gr N)
N0	G1	۵۴۷/۵	۳۴/۰	۵۱۰	۴۷/۹	۳۹/۹	۱/۹۷	۰/۳۳	۷۷	۱۰/۷	۷۳/۰	۶۸
	G2	۸۱۵/۷	۳۶/۳	۵۳۰	۵۱/۴	۴۶/۱	۲/۰۲	۰/۳۴	۷۸	۱۶/۵	۱/۰۹	۱۰۸
	G3	۶۵۷/۷	۴۱/۷	۴۹۳	۳۸/۷	۳۹/۰	۲/۱۴	۰/۴۸	۷۶	۱۳/۸	۰/۹۲	۸۲
	G4	۷۷۸/۰	۴۷/۷	۵۱۷	۴۵/۱	۴۴/۴	۱/۹۹	۰/۴۵	۷۳	۱۵/۳	۱/۱۴	۱۲۷
	G5	۸۴۵/۰	۳۴/۱	۶۰۰	۴۲/۱	۴۹/۶	۱/۷۹	۰/۷۷	۸۰	۱۵/۱	۰/۹۷	۹۳
	G6	۶۲۷/۰	۳۷/۶	۴۲۰	۴۸/۷	۴۵/۱	۱/۹۰	۰/۵۰	۷۶	۱۲/۰	۰/۸۳	۸۵
	G7	۶۰۷/۷	۴۷/۰	۴۳۰	۴۵/۳	۴۴/۷	۲/۰	۰/۴۰	۷۴	۱۲/۳	۰/۸	۹۳
	G8	۷۱۹/۷	۴۲/۶	۴۸۳	۵۰/۹	۴۳/۶	۲/۱۳	۰/۵۹	۷۵	۱۵/۳	۱/۰۴	۱۱۱
	G9	۸۵۱/۳	۳۸/۰	۶۱۳	۴۲/۴	۴۲/۱	۲/۰۴	۰/۶۰	۸۰	۱۷/۵	۱/۱۴	۹۶
	G10	۷۹۵/۶	۳۵/۳	۴۶۰	۵۲/۸	۳۶/۶	۱/۹۹	۰/۵۵	۷۳	۱۵/۹	۱/۱۲	۱۱۶
	G11	۶۵۰/۰	۴۱/۲	۵۱۳	۳۸/۷	۴۳/۲	۱/۹۵	۰/۵۳	۷۳	۱۲/۵	۰/۹۴	۱۰۱
	G12	۶۵۴/۰	۴۲/۳	۵۶۰	۴۴/۰	۴۸/۱	۲/۱۸	۰/۵۶	۷۶	۱۴/۱	۰/۹۹	۱۱۵
	G13	۶۸۹/۵	۴۳/۰	۴۷۰	۵۱/۵	۴۴/۵	۲/۰۷	۰/۴۹	۸۳	۱۴/۳	۰/۹۵	۶۶
	G14	۷۳۶/۳	۳۱/۰	۵۳۳	۴۸/۱	۴۰/۵	۲/۱۲	۰/۶۳	۷۱	۱۵/۵	۱/۱۵	۱۳۴
	G15	۶۱۳/۰	۴۰/۳	۵۶۰	۴۸/۶	۴۸/۲	۱/۹۹	۰/۶۰	۷۴	۱۲/۰	۰/۸۶	۱۰۰
	G16	۷۱۸/۷	۳۶/۳	۵۳۷	۴۱/۵	۴۶/۰	۱/۹۷	۰/۳۵	۸۱	۱۴/۱	۰/۹۲	۷۹
	G17	۸۵۸/۶	۴۱/۷	۵۸۰	۴۰/۵	۴۴/۸	۲/۱۳	۰/۲۸	۸۰	۱۸/۲	۱/۲۰	۱۰۱
	G18	۸۰۷/۵	۳۸/۷	۶۱۰	۴۳/۳	۴۸/۴	۲/۰۱	۰/۳۹	۸۰	۱۶/۳	۱/۰۸	۹۶
	G19	۸۵۰/۶	۴۲/۲	۵۲۷	۴۱/۷	۳۷/۲	۲/۰۱	۰/۴۸	۷۹	۱۷/۱	۱/۱۳	۹۱
	G20	۵۸۷/۲	۴۶/۳	۴۷۳	۵۰/۹	۴۲/۹	۲/۱۰	۰/۳۹	۷۴	۱۲/۳	۰/۸۹	۹۱

Archive of SID

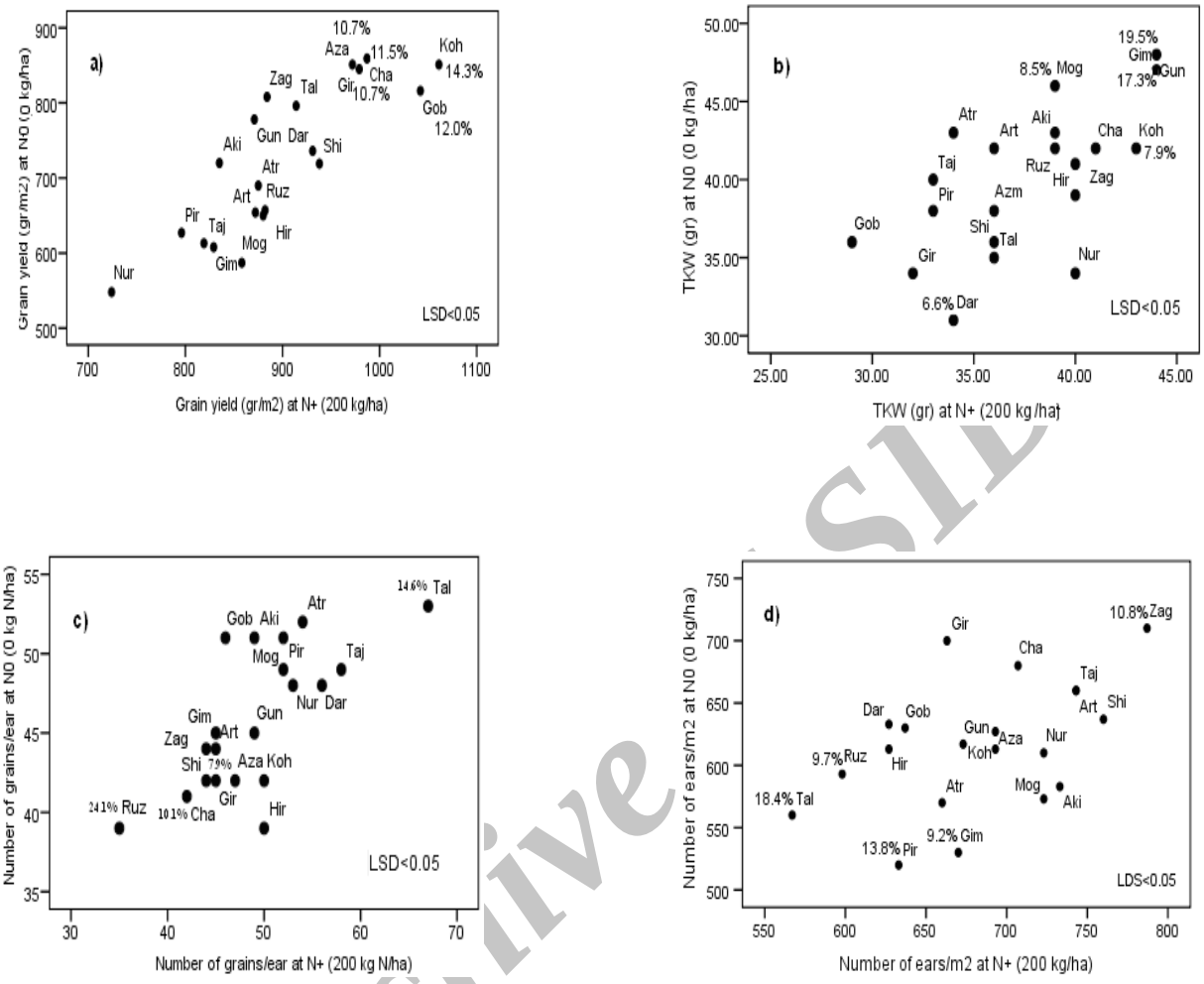
www.SID.ir

ادامه جدول ۲

اثرات متقابل	ژنوتیپ	عملکرد دانه (gr/m^2)	وزن هزار دانه (g)	سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (٪)	غلظت نیتروژن دانه (٪)	غلظت نیتروژن کاه وکلش (٪)	شاخص برداشت نیتروژن (٪)	عملکرد نیتروژن دانه (gr/m^2)	کارآیی جذب نیتروژن (gr/gr N)	کارآیی مصرف نیتروژن (gr/gr N)
N200	G1	۷۲۳/۷	۳۹/۷	۶۴۳	۵۲/۵	۴۶/۲	۲/۶۴	۰/۳۷	۷۸	۱۹/۱	۱/۲۳	۱۲۷
	G2	۱۰۴۲	۲۸/۷	۵۳۷	۴۵/۷	۴۵/۸	۳/۱۴	۰/۷۳	۸۹	۳۲/۷	۱/۹۵	۹۶
	G3	۸۸۲/۳	۳۸/۷	۴۹۷	۳۴/۵	۳۴/۹	۲/۹۶	۰/۷۷	۹۲	۲۶/۱	۱/۵۲	۶۷
	G4	۸۷۱/۲	۴۴/۰	۵۷۳	۴۹/۲	۴۵/۷	۳/۱۲	۰/۴۶	۸۷	۲۷/۱	۱/۶۲	۹۶
	G5	۹۷۹/۳	۳۲/۰	۵۶۲	۴۴/۵	۴۵/۶	۲/۷۰	۰/۵۲	۹۰	۲۶/۴	۱/۴۹	۶۶
	G6	۷۹۶/۰	۳۳/۳	۵۳۳	۵۱/۹	۴۷/۶	۲/۹۹	۰/۳۵	۸۷	۲۳/۷	۱/۳۸	۸۰
	G7	۸۲۹/۷	۴۴/۰	۵۷۰	۴۵/۱	۴۲/۹	۲/۸۶	۰/۳۹	۸۳	۲۳/۶	۱/۴۸	۱۰۲
	G8	۵۳۵/۳	۳۸/۷	۶۳۴	۴۹/۳	۳۴/۶	۲/۷۱	۰/۲۹	۸۴	۲۲/۵	۱/۴۰	۸۴
	G9	۹۷۲/۰	۳۶/۰	۵۹۳	۴۷/۳	۳۶/۷	۲/۷۲	۰/۳۶	۸۸	۲۶/۳	۱/۵۳	۷۲
	G10	۹۱۴/۰	۳۶/۳	۴۶۶	۶۶/۵	۳۷/۲	۲/۱۳	۰/۴۷	۸۴	۲۸/۵	۱/۷۱	۱۰۶
	G11	۸۸۰/۱	۳۹/۷	۵۲۶	۴۹/۷	۳۸/۹	۲/۳۹	۰/۸۲	۸۰	۲۱/۱	۱/۳۴	۱۰۸
	G12	۸۷۲/۲	۳۶/۳	۶۴۳	۴۵/۳	۴۳/۹	۲/۴۲	۰/۸۵	۸۵	۲۱/۱	۱/۲۷	۸۷
	G13	۸۷۵/۰	۳۴/۳	۵۶۰	۵۳/۷	۴۷/۶	۲/۴۳	۰/۸۵	۸۷	۲۱/۳	۱/۲۷	۷۵
	G14	۹۳۱/۰	۳۴/۲	۵۲۶	۵۵/۵	۴۲/۹	۲/۶۶	۰/۴۹	۸۵	۲۴/۷	۱/۵۴	۹۵
	G15	۹۱۸/۲	۳۳/۰	۶۴۳	۵۸/۱	۴۴/۶	۲/۷۴	۰/۷۳	۸۴	۲۲/۵	۱/۳۸	۹۴
	G16	۹۳۷/۷	۳۶/۰	۵۷۰	۴۴/۳	۴۸/۸	۲/۴۲	۰/۷۰	۸۴	۲۲/۷	۱/۳۹	۱۰۱
	G17	۹۸۷/۳	۴۰/۶	۶۰۶	۴۱/۹	۴۵/۱	۲/۳۱	۰/۴۳	۸۸	۲۲/۷	۱/۳۶	۸۱
	G18	۸۸۳/۳	۳۹/۷	۶۷۸	۴۳/۵	۴۷/۰	۳/۱۶	۰/۶۲	۸۸	۲۷/۹	۱/۶۴	۸۹
	G19	۱۰۶۱/۳	۴۳/۰	۵۹۳	۵۰/۰	۴۰/۶	۳/۰۷	۰/۶۰	۸۸	۳۲/۶	۱/۹۰	۹۶
	G20	۸۵۸/۰	۳۹/۲	۶۲۴	۵۱/۸	۴۶/۰	۳/۵۲	۰/۶۷	۸۶	۳۰/۱	۱/۷۹	۱۱۴
LSD5%	N	۲۲۸	۳/۸۹	۱۵۸/۹	۳/۸۹	۱۰/۲	۰/۱۶	۰/۱۰	۸/۳۲	۴/۵۸	۰/۲۶	۳۶/۵
	G	۸۸/۵	۱/۹۳	۷۸/۸	۴/۸۲	۵/۰۴	۰/۰۸۱	۰/۰۵۱	۴/۱۲	۳/۶۳	۰/۱۳۱	۱۸/۱
	G×N	۱۳۵/۲	۲/۷۳	۱۱۱/۴	۶/۸۲	۷/۱۳	۰/۱۱۵	۰/۰۷۳	۵/۸۳	۳/۲۱	۰/۱۸۵	۲۵/۶

Archive of SID

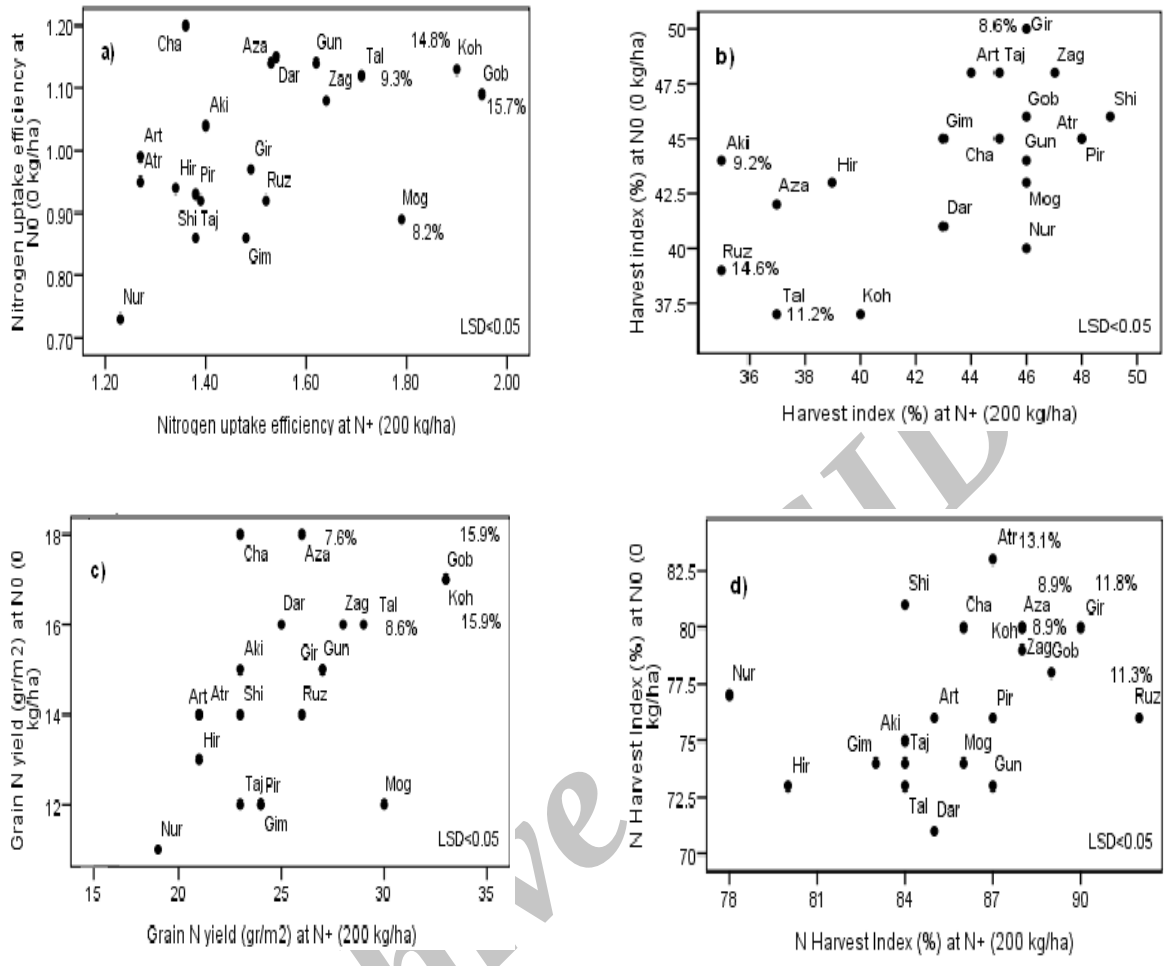
www.SID.ir



شکل ۱- اثرات متقابل G×N برای صفات عملکرد و اجزای عملکرد دانه (وزن هزار دانه، دانه در سنبله و سنبله در متر مربـع) در ۲۰ ژنوتیپ در سطوح کودی N200 در سطح احتمال ۵٪ .

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۲- کارایی جذب نیتروژن (نیتروژن استفاده شده/ کل نیتروژن بالای سطح زمین)، شاخص برداشت، شاخص برداشت نیتروژن و عملکرد نیتروژن دانه در ۲۰ ژنوتیپ مورد ارزیابی در دو سطح کود نیتروژن. میزان مشارکت هر ژنوتیپ در اثر متقابل G×N (اکووالانس) که روی ژنوتیپ های مؤثر در سطح احتمال۵ ٪ نوشته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Austin, R. B., J. Bingham, R. D. Blackwell, L. T. Evans, M. A. Ford, C. L. Morgan, and M. Taylor. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J. Agric. Sci. Camb. 94: 975-689.

Austin, R. B., M. A. Ford, C. L. Morgan, and D. Yeoman. 1993**.** Old and modern wheat cultivars compared to broadbalk wheat experiment. Eur. J. Agron. 2(2): 141-147.

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

Ceccarelli, S. 1996**.** Adaptation to low/high input cultivation. Euphytica. 92, 203-214.

Cooke, G. W. 1987. Maximizing fertilizer efficiency by overcoming constraints. J. Plant Nutr. 10:1357-1369.

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

FAO. 2004. 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.

Graswell, E. T. and D. C. Godwin. 1984**.** The efficiency of nitrogen fertilizers applied to cereals in different climates. Advances in Plant Nutrition, Vol. 1. Eds. P. B. Tinker and A. Lauchli. PP. 1-55 Praeger, New York.

Hasanzadeh Gorttapeh, A., A. Fathollahzadeh., A. Nasrollahzadeh Asl, and N. Akhondi. 2008**.** Aaronomic nitrogen efficiency in different wheat genotypes in west Azarbijan province. EJCP. Vol. 1(1): 82-100.

Humphries, E. C. 1956. Mineral component of ash analysis. In: Modern methods of plant analysis. pp. 468-502. Springer verlag, Berlin.

Le Guis, J. and p. Pluchard. 1996. Genetic variation for use efficiency in winter wheat (T. asestivum). Euphytica, 92: 221-224.

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

Mariotti, A. 1997**.** Quelques reflexions sur le cycle biogeochimique de l'azote dans les agrosystemes. In: Lemaire, G., Nicolardot, B. (Eds.), Maitrise de l'Azote dans les Agrosystemes, Reims, 19-20 November 1996, Les Colloques n·83. INRA Editions, Versailles, France, pp. 9-22.

Mary, B., N. Beaudoin, M. Benoit. 1997**.** Prevention de la pollution nitrique a l'echelle du basin d'alimentation en eau. In: Lemaire, G., Nicolardot, B. (Eds.), Maitrise de l'Azote dans les Agrosystemes, Reims, 19-20 November 1996, Les Colloques n·83. INRA Editions, Versailles, France, pp. 289-312.

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

Moghaddam, M., A.Mohammadi Shooti, and M. Valizadeh.1994**.** Multivariate statistical methods(translation). Pishtaze-Elm Publication, Tabriz, Iran.

Naklang, K., D. Harnpichitvitaya, S. T. Amarante, L. J. Wade, 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

Van Sanford, D. A. and C. T. MacKown .1986**.** Variation in nitrogen use efficiency among soft red winter wheat genotypes. Theor. Appl. Genet. 72: 158-163.

Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der okologischen streubreite in feldversuchen. Z. Pflanzenzucht. 47: 92-96.

Ortiz-Monasterio, J. I. and R.D. Graham. 2000**.** Breeding for trace minerals in wheat. UNU Food Nutr. Bull. 21: 392-396.

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

Archive of SID

www.SID.ir