

آماده انتشار

مقایسه اقتصاد نیتروژن بین ارقام جدید و قدیم گندم نان در ۳۸ سال گذشته در استان گلستان

چکیده:

به منظور مطالعه تغییرات کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن، آزمایشی در سالهای زراعی ۸۷-۸۶ و ۸۸-۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در ایران انجام شد. در این آزمایش ۱۶ رقم گندم که در طی سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ آزاد شده‌اند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار آزمایش شدند. نتایج تحقیقات نشان داد که در طی سال‌ها فعالیت‌های اصلاحی در جهت بهبود عملکرد گندم، کارایی مصرف نیتروژن و کارایی بهره‌وری به ترتیب معادل ۰/۲۸ و ۰/۳۱ درصد به ازای هر سال آزادسازی، افزایش یافته‌اند. در حالی که در کارایی جذب نیتروژن تغییرات چندانی مشاهده نشد. از آنجا که کارایی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارایی جذب نیتروژن و کارایی بهره‌وری نیتروژن است؛ بنابراین بهبود در کارایی مصرف نیتروژن بیشتر به دلیل بهبود در کارایی بهره‌وری نیتروژن می‌باشد. همچنین غلظت پروتئین دانه ۰/۰۵ درصد کاهش یافته است. به نظر می‌رسد در ارقام مورد مطالعه شاخص برداشت دانه با سرعت بیشتری نسبت به شاخص برداشت نیتروژن افزایش یافته است. این مساله می‌تواند تا حدودی روند نزولی درصد پروتئین دانه را توجیه نماید.

کلمات کلیدی: کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره‌وری نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، غلظت پروتئین دانه.

مقدمه:

کود نیتروژن در ۳۰ سال اخیر نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه داشته و هزینه کود نیتروژن به عنوان یکی از مهم‌ترین هزینه‌های کشت و کار گندم محسوب می‌شود (بلک و دیسون، ۲۰۰۸). از طرفی کشاورزی در تولید ۱۶ درصد گازهای گلخانه‌ای سهم می‌باشد (فیتزگرالد و همکاران، ۲۰۱۰). اکنون یکی از اهداف اصلی در کشاورزی امروزی کاهش آلودگی نیتروژن است (پیکارد و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش کارایی مصرف نیتروژن نقش مهمی در توسعه کشاورزی پایدار ایفا می‌کند (سیدی و رضوانی مقدم، ۲۰۱۱). بنابراین انتظار این است که در طی سال‌های آزاد سازی ارقام در جهت کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از آلودگی از طریق اصلاح ارقام تلاش شده باشد. مورین و همکاران (۲۰۰۶) کارایی مصرف نیتروژن (NUE)^۱ را به صورت عملکرد دانه خشک به ازای هر واحد نیتروژن قابل دسترس (از خاک و یا کود) تعریف کردند و از دو جزء مهم تشکیل شده است: کارایی جذب نیتروژن (NUPE)^۲ (میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه به ازای نیتروژن قابل دسترس) و کارایی بهره‌وری نیتروژن (NUE)^۳ (عملکرد دانه خشک به ازای هر واحد نیتروژن جذب شده توسط گیاه). برای بسیاری از

^۱ - Nitrogen Use Efficiency

^۲ - Nitrogen Uptake Efficiency

^۳ - Nitrogen Utilization Efficiency

اصلاح‌گران در سرتاسر جهان انتخاب ژنوتیپ‌هایی با کارایی بالا در انتقال نیتروژن از بخش‌های رویشی به دانه یا ژنوتیپ‌هایی با غلظت بالای پروتئین در دانه (لی و همکاران ۲۰۰۸)، و پیشرفت در استراتژی‌های مدیریت نیتروژن در گندم برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن مورد نظر می‌باشد (شاناها و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات انجام شده توسط مورین و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گندم نشان داد که رابطه‌ی کارایی جذب نیتروژن با کارایی مصرف نیتروژن نسبت به کارایی بهره‌وری نیتروژن با کارایی مصرف نیتروژن قوی‌تر می‌باشد و نقش آن در افزایش کارایی مصرف نیتروژن بیشتر است. اهداف ژنتیکی در رابطه با اصلاح کارایی مصرف نیتروژن در شرایط پایین نیتروژن بیشتر مرتبط با بهبود کارایی جذب نیتروژن در گندم بهاره در مکزیک (اورتیز-موناستریو و همکاران، ۲۰۰۱) و فنلاند (مورین و همکاران، ۲۰۰۶) و بهبود کارایی بهره‌وری نیتروژن در گندم پاییزه در فرانسه (برانکورت-هولمرت و همکاران، ۲۰۰۳) و انگلستان (فولکس و همکاران، ۲۰۰۹) می‌باشد. همچنین مطالعات نشان داده است که در طی سال‌های آزاد سازی گندم شاخص برداشت نیتروژن بهبود یافته است (مورین و همکاران، ۲۰۰۷). تفاوت‌های ژنتیکی میان ارقام گندم در رابطه با غلظت نیتروژن دانه به عنوان یکی از فاکتورهای موثر در شرایط تولید مدنظر می‌باشد (جامیسون و همکاران، ۲۰۰۴). در مطالعات انجام شده توسط گیام بلاوو و همکاران (۲۰۱۰) در ایتالیا بر روی ارقام مختلف گندم دروم نشان داد که در شرایط نیتروژن کم از نظر کارایی جذب نیتروژن بین ارقام تفاوتی وجود نداشت. مطالعات بر روی ارقام مختلف نشان داده است که یک رابطه‌ی معکوس بین غلظت نیتروژن دانه و عملکرد دانه مشاهده شده است (تریبوی و همکاران، ۲۰۰۶). در گندم، بعد از گرده‌افشانی، برگ‌ها یک منبع نیتروژن محسوب می‌شوند، پروتئین برگ‌ها هیدرولیز شده و به صورت آمینواسید به دانه‌ها منتقل می‌شود (فلر و فیشر، ۱۹۹۴). ۶۰ تا ۹۵ درصد نیتروژن دانه حاصل انتقال مجدد نیتروژن از ریشه و بخش‌های رویشی قبل از گرده‌افشانی می‌باشد (وان سنفورد و مک کاون، ۱۹۸۷). کسر کمتری از نیتروژن دانه حاصل جذب و انتقال آن به دانه بعد از گرده‌افشانی است. در ارقام مختلف گندم کارایی انتقال نیتروژن جذب شده قبل از گرده‌افشانی، متغیر بود (کوکس و همکاران، ۱۹۸۵؛ وان سنفورد و مک کاون، ۱۹۸۷). اگنشیو و تونی (۲۰۱۲) یک رابطه قوی بین عملکرد دانه در ذرت با جذب نیتروژن گزارش کردند. نیتروژن تجمع یافته قبل از گرده‌افشانی با کارایی کمتری به دانه منتقل می‌شود، انتقال خالص نیتروژن از بخش‌های رویشی به دانه بین ۷۰ تا ۷۵ درصد در گندم گزارش شده است (وان اوستروم و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین هدف از این مطالعه بررسی کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره‌وری، کارایی جذب و صفات مرتبط با آن است.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در طی دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان واقع در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه و در ارتفاع ۱۰ متر از سطح دریا، تحت شرایط مطلوب زراعی اجرا شد. قبل از اجرای آزمایش از اعماق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد. که بر اساس نتایج حاصله بافت خاک سیلت لوم رسی بود. تیمارهای آزمایش شامل ۱۶ رقم گندم بود (جدول ۱). کاشت در سال های زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸ به ترتیب ۱۹ آذرماه ۱۳۸۶ و ۳ دی ماه ۱۳۸۷ انجام شد. اندازه کرت های آزمایشی در طی دو سال زراعی برابر و حاوی ۶ خط با طول ۷ متر و به فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر بود. میزان بذر لازم برای کاشت در هر دو آزمایش بر اساس تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع تعیین شد.

جدول ۱- ویژگیهای ارقام گندم کشت شده از سال ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۵ در منطقه استان گلستان

نام رقم	تیپ رشد	سال آزاد سازی	نام رقم	تیپ رشد	سال آزاد سازی
اینیا	بهاره	۱۳۴۷	زاگرس	بهاره	۱۳۷۵
خزر ۱	بهاره	۱۳۵۲	شانگهای	بهاره	۱۳۷۵
ناز	بهاره	۱۳۵۷	پاستور	بهاره	۱۳۷۵
گلستان	بهاره	۱۳۶۵	شیرودی	بهاره	۱۳۷۶
فلات	بهاره	۱۳۶۹	کوهدشت	بهاره	۱۳۷۹
رسول	بهاره	۱۳۷۱	دریا	بهاره	۱۳۸۵
تجن	بهاره	۱۳۷۴	مغان	بهاره	۱۳۸۵
اترک	بهاره	۱۳۷۴	آرتا	بهاره	۱۳۸۵

* اقتباس از اداره مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

جهت محاسبه وزن خاک نیاز به وزن مخصوص ظاهری خاک است. بنابراین برای این منظور، ۵ نمونه از خاک با استفاده از رینگ مخصوص نمونه برداری، به قطر داخلی ۵ سانتی متر و ارتفاع ۹/۷ سانتی متر قبل از شخم تهیه شد. نمونه های خاک در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک و سپس توزین و وزن خالص خاک خشک محاسبه شد. در نهایت از تقسیم وزن خاک خشک شده (بر حسب گرم) بر حجم داخلی رینگ (حجم خاک نمونه گیری شده بر حسب سانتی متر مکعب) وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) هر نمونه مشخص و سپس میانگین ۵ نمونه برای انجام محاسبات استفاده شد.

جهت اندازه گیری کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن پیش از کاشت زمین ۵ نمونه خاک جهت تعیین نیتروژن معدنی به وسیله ای اوگر تا عمق ۳۰ سانتی متری برداشت شد و پس از نمونه گیری در پاکت های پلاستیکی تیره در بسته به آزمایشگاه منتقل شدند و در آنجا مقادیر نیتروژن کل، نترات و آمونیوم به روش کج لیدال محاسبه شد. همچنین جهت اندازه گیری نیتروژن گیاه، ۱۰ بوته در دو مرحله، یکی در زمان گرده افشانی و دیگری در زمان برداشت نمونه گیری شدند. سپس

نمونه‌های گیاهی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت درون آون قرار گرفتند. آنگاه نمونه‌ها که شامل کل اندام‌های گیاهی در مرحله گرده‌افشانی و دانه و سایر اندام‌های گیاهی در مرحله برداشت بودند، به وسیله‌ی آسیاب برقی به طور کامل پودر شده و تا زمان اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در یخچال نگهداری شدند. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن ماده‌ی خشک گیاهی به وسیله‌ی دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد (مورینن و همکاران، ۲۰۰۷؛ فولکس و همکاران، ۲۰۰۹). برای تعیین عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت، سطحی معادل ۲ متر مربع از هر کرت در مرحله‌ی نهایی برداشت شد و سپس توزین و آن گاه با کمک خرم‌نکوب دانه از کاه جدا گردید. تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای **Excel (Microsoft office)** و **SAS** (سلطانی، ۲۰۰۷) صورت گرفت.

مشخصه‌های مرتبط با کارایی مصرف نیتروژن و پروتئین دانه با استفاده از روش‌های زیر محاسبه شد (مورینن و همکاران، ۲۰۰۷؛ فولکس و همکاران، ۲۰۰۹، مهجن و همکاران، ۲۰۱۲).

$$TAN = (N_f + N_s + N_m) \times 0.05 \quad (1)$$

$$N_m = OM \times 0.02 \quad (2)$$

$$NU_tE = Y_{\text{grain}}/TNH \quad (3)$$

$$NU_pE = TNH/TAN \quad (4)$$

$$NUE = Y_{\text{grain}}/TAN \quad (5)$$

$$GNC = (GNp/GAp) \times 100 \quad (6)$$

$$GPC = GNC \times 5.75 \quad (7)$$

$$NHI = GN/TNH \quad (8)$$

در اینجا TAN^f ، نیتروژن قابل دسترس (گرم بر متر مربع)؛ N_f ، نیتروژن کودی (گرم بر متر مربع)؛ N_s ، نیتروژن معدنی در ابتدای فصل (آمونیم و نترات)؛ N_m ، نیتروژن ناشی از معدنی شدن؛ OM ، ماده‌ی آلی خاک (گرم در متر مربع)؛ NU_tE ، کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ TNH^5 ، مجموع نیتروژن کل گیاه در برداشت (گرم بر متر مربع)؛ Y_{grain} ، عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)؛ NU_pE ، کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ NUE ، کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)؛ GNC^6 ، غلظت نیتروژن دانه (درصد)؛ GNp ، گرم نیتروژن دانه در بوته در مرحله برداشت؛ GAp ، گرم دانه در بوته؛ GPC ، غلظت پروتئین دانه (درصد)؛ NHI ، شاخص برداشت نیتروژن (درصد) و GN ، نیتروژن دانه (گرم بر متر مربع) می‌باشند.

نتایج و بحث:

شرایط آب و هوایی

⁴ - Total Available Nitrogen

⁵ - Aboveground N at Harvest

3 - Grain Nitrogen Concentration

مقایسه شرایط آب و هوایی دوره‌ی آزمایش با آمار بلند مدت منطقه در جدول (۲) نشان داده شده است. در مقایسه بارندگی بین دو سال زراعی تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود. سال زراعی ۸۷-۸۸ (۲۹۷/۸ میلی‌متر) نسبت به سال زراعی ۸۶-۸۷ (۲۲۹/۶ میلی‌متر) مرطوب‌تر می‌باشد. مقایسه‌ی میانگین دمایی نشان داد که اختلافات دمایی بین دو سال زراعی به طور نسبی ناچیز بود.

جدول ۲- میانگین دمای حداقل، حداکثر، تشعشع و مجموع بارندگی ماهانه مربوط به دوره‌ی رشد گندم در مقایسه با آمار بلند مدت، در شرایط آب و هوایی گرگان در طی دو سال زراعی

پارامتر	سال	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد
میانگین دمای حداقل (درجه سانتی-گراد)	سال ۸۶-۸۷	۴/۵۶	-۲/۳۰	۰/۴۰	۶/۱۰	۱۱/۲۷	۱۳/۸۸	۱۷/۴
	سال ۸۷-۸۸	۶/۲	۱/۶۵	۴/۸	۷/۰۱	۷/۷۶	۱۳/۴۱	۱۶/۸۳
	دوره ۴۰ ساله	۶/۳	۳/۸	۳/۴	۲/۵	۹/۰	۱۳/۸	۱۸/۴
میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی-گراد)	سال ۸۶-۸۷	۱۴/۹	۸/۰۰	۱۰/۶۹	۱۸/۵۰	۲۳/۵۲	۲۶/۶۳	۳۰/۱۸
	سال ۸۷-۸۸	۱۵/۵۰	۱۱/۶۹	۱۴/۲۵	۱۷/۱۷	۱۷/۴۶	۲۱/۲۴	۲۷/۸۹
	دوره ۴۰ ساله	۱۶	۱۲/۹۰	۱۲/۴۰	۱۴/۵	۱۹/۳	۲۴/۹	۲۹/۶
مجموع بارندگی ماهانه (میلی‌متر)	سال ۸۶-۸۷	۷۱/۹	۱۶/۵	۵۵/۸	۳۸/۱	۸/۰۰	۲۴/۸	۱۴/۵
	سال ۸۷-۸۸	۵۱/۲	۱۵/۰	۱۱۲/۱	۱۳/۴	۶۳/۲	۲۹/۸	۱۳/۱
	دوره ۴۰ ساله	۵۲/۳	۵۶/۹	۵۷/۶	۷۳/۳	۶۰/۳	۴۷/۲	۳۵/۷
میانگین تشعشع (MJ/m^2)	سال ۸۶-۸۷	۷/۳	۹/۳	۱۰/۴	۱۴/۳	۱۳/۹	۱۹/۷	۲۰/۹
	سال ۸۷-۸۸	۹/۴	۸/۴	۹	۱۲/۷	۱۳/۷	۱۷/۶	۱۸/۷
	دوره ۴۰ ساله	۸/۲	۹/۴	۱۱/۲	۱۴/۱	۱۷/۴	۲۰/۱	۲۱/۶

میانگین دماهای حداقل ماهانه در دو فصل زراعی نسبت به آمار دراز مدت پایین‌تر بود. میانگین دماهای حداقل در سال زراعی ۸۶-۸۷ در دامنه‌ی ۲/۳- تا ۱۷/۴ درجه سانتی‌گراد و در سال زراعی ۸۷-۸۸ در دامنه‌ی ۱/۶۵ تا ۱۶/۸۳ درجه سانتی-گراد در مقابل دامنه‌ی دمایی حداقل ۳/۴ تا ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد آمار دراز مدت بود. میانگین حداکثر دمای ماهانه در فصل زراعی ۸۶-۸۷ بین ۸ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و ۳۰/۱۸ درجه سانتی‌گراد در خرداد ماه و برای فصل زراعی ۸۷-۸۸ بین ۱۱/۶۹ درجه سانتی‌گراد در دی‌ماه و ۲۷/۸۹ درجه سانتی‌گراد در خرداد ماه بود که تقریباً برابر با آمار دراز مدت بوده است. دامنه‌ی دمایی حداکثر آمار دراز مدت ۱۲/۴ تا ۲۹/۶ درجه سانتی‌گراد بود. مقایسه میانگین تشعشع بین دو سال زراعی با آمار بلند مدت نشان داد که میانگین تشعشع ماهیانه در هر سال زراعی در مقایسه با آمار بلندمدت کمتر بود. در مجموع تشعشع رسیده در سال زراعی ۸۶-۸۷ نسبت به سال زراعی ۸۷-۸۸ بیشتر بود.

کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و اثر متقابل سال با رقم بر روی صفات کارایی مصرف نیتروژن و کارایی بهره وری نیتروژن معنی دار نبود، در حالی که بین ارقام تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۳). اثر سال، رقم، اثر متقابل سال و رقم بر روی کارایی جذب نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن معنی دار نبودند. بنابراین با توجه به عدم تفاوت معنی دار بین ارقام از نظر کارایی جذب نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن از این رو به نژادی تاثیر قابل ملاحظه ای بر روی این صفات نداشته است. همچنین در مغایرت با این نتایج مطالعات نشان داده است که در طی سال های آزاد سازی گندم شاخص برداشت نیتروژن بهبود یافته است (اسلافر و همکاران، ۱۹۹۰؛ مورین و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجا که شاخص برداشت نیتروژن اغلب به عنوان کارایی انتقال مجدد نیتروژن از قسمت های رویشی گیاه به دانه اندازه گیری می شود (مورین و همکاران، ۲۰۰۷)، بالا بودن شاخص برداشت نیتروژن نشان دهنده ای افزایش انتقال نیتروژن به دانه است. در این آزمایش سهم انتقال مجدد نیتروژن در تشکیل نیتروژن دانه حدود ۶۳ درصد بود و از آنجا که انتقال مجدد نیتروژن تغییرات معنی داری نداشت، منطقی به نظر می رسد که شاخص برداشت نیتروژن هم افزایش نیابد. در مطالعات انجام شده توسط گیام بلاوو و همکاران (۲۰۱۰) در ایتالیا بر روی ارقام مختلف گندم دروم نشان داده شد که در شرایط نیتروژن کم از نظر کارایی جذب نیتروژن بین ارقام تفاوتی وجود نداشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ و ۱۳۸۷-۸۸. NUE، کارایی مصرف نیتروژن (گرم ماده خشک بر گرم نیتروژن)؛ NUtE، کارایی بهره وری نیتروژن (گرم ماده خشک بر گرم نیتروژن)؛ NUpE، کارایی جذب نیتروژن (گرم نیتروژن بر گرم نیتروژن)؛ NHI، شاخص برداشت نیتروژن؛ GPC، غلظت پروتئین دانه (درصد) و GY؛ عملکرد دانه (گرم بر متر مربع).

میانگین مربعات (MS)							منابع تغییر
GY	GPC	NHI	NUpE	NUtE	NUE	df	
۲۴۴۰۴۱/۳۸ ^{**}	۷۰/۰۱ ^{**}	۱۹۸/۷۸ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۱۱۹۶/۳۹ ^{ns}	۷/۱۰ ^{ns}	۱	سال
۲۹۰۳۵/۲۵	۲/۷۹	۶۶/۳۵	۰/۰۴	۵/۵۸	۵۷/۸۷	۶	خطای الف
۱۵۹۲۹/۵۸ ^{**}	۴/۶۲ [*]	۵۱/۲۶ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۲۲/۴۴ [*]	۱۰/۲۸ [*]	۱۵	رقم
۵۱۸۷۰/۲۸ ^{ns}	۲/۹۱ ^{ns}	۷۸/۸۶ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۳۰/۹۶ ^{ns}	۵/۹۱ ^{ns}	۱۵	رقم×سال
۴۰۱۶۵/۸۷	۲/۴۳	۹۵/۷۶	۰/۰۰۵	۱۴/۳۱	۵/۶۸	۶۰	خطای ب
۷/۷۵	۱۱/۸۵	۹/۷۹	۱۸/۰۹	۱۱/۴۱	۱۷/۴۴	-	CV(%)

ns، عدم معنی دار بودن؛ *، معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد؛ **، معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

کارایی مصرف نیتروژن از ۱۰/۰۱ تا ۱۳/۵۴ گرم بر گرم نیتروژن بسته به رقم متغیر بود (جدول ۴). ارقامی که دارای پایین ترین و بالاترین عملکرد بودند، به ترتیب از پایین ترین و بالاترین کارایی مصرف نیتروژن برخوردار بودند، به عبارتی ارقام جدید از قبیل آرتا نسبت به ارقام قدیم از قبیل اینیا از کارایی مصرف نیتروژن بالاتری برخوردار بودند (جدول ۴). متوسط

مقدار کارایی مصرف نیتروژن در این آزمایش ۱۲/۰۶ بود، که از مقدار گزارش شده در پژوهش‌های مختلف (۲۶ تا ۴۴ گرم بر گرم نیتروژن) به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر است (مورینن و همکاران، ۲۰۰۷)، اما با مقادیر گزارش شده توسط زند و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت. به هر حال شاید یکی از دلایل پایین بودن کارایی مصرف نیتروژن، مشخص نبودن میزان نیتروژنی است که در طی فصل رشد معدنی شده است و تنها از طریق معادله (۲) به صورت تخمینی اندازه‌گیری شده است. همچنین مقدار نیتروژن استفاده شده در این پژوهش بر اساس آزمایش خاک و توصیه‌ی مرکز تحقیقات در حد مطلوب در نظر گرفته شد، به عبارتی برای تمام ارقام یک نوع تراکم و نیاز کودی در نظر گرفته شد و همین امر باعث شده که مقایسه‌ی دقیقی بین ارقام صورت نگیرد، چون در بسیاری از آزمایشات مقایسه‌ی ارقام، برای هر رقم تراکم و مقدار کود مشخص توصیه می‌شود (زند و همکاران، ۲۰۰۱).

جهت بررسی تاثیر فعالیت‌های به‌نژادی بر روند تغییرات کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در طی سال‌های گذشته، از میانگین ارقام در طی دو سال زراعی استفاده شد که در شکل (۱-الف) نشان داده شده است. یک رابطه‌ی خطی و معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($R^2=0/35$)، بین کارایی مصرف نیتروژن و سال آزاد سازی ارقام مشاهده شد. محاسبات با استفاده از این معادله نشان داد که کارایی مصرف نیتروژن، در طی ۳۸ سال گذشته فعالیت‌های به‌نژادی بر روی ارقام، ۱۰/۴۳ درصد بهبود یافته است، به عبارتی ۰/۲۸ درصد به ازای هر سال آزاد سازی، افزایش در کارایی مصرف نیتروژن ملاحظه می‌شود. مطالعات مختلفی بهبود کارایی مصرف نیتروژن در ارقام جدید گندم را گزارش کردند (لی و همکاران، ۲۰۰۸؛ فولکس و همکاران، ۲۰۰۹). شکل (۲-ب) یک رابطه‌ی خطی قوی بین عملکرد دانه با کارایی مصرف نیتروژن ($R^2=0/73^{**}$) را نشان می‌دهد، بنابراین یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه را می‌توان افزایش کارایی مصرف نیتروژن دانست.

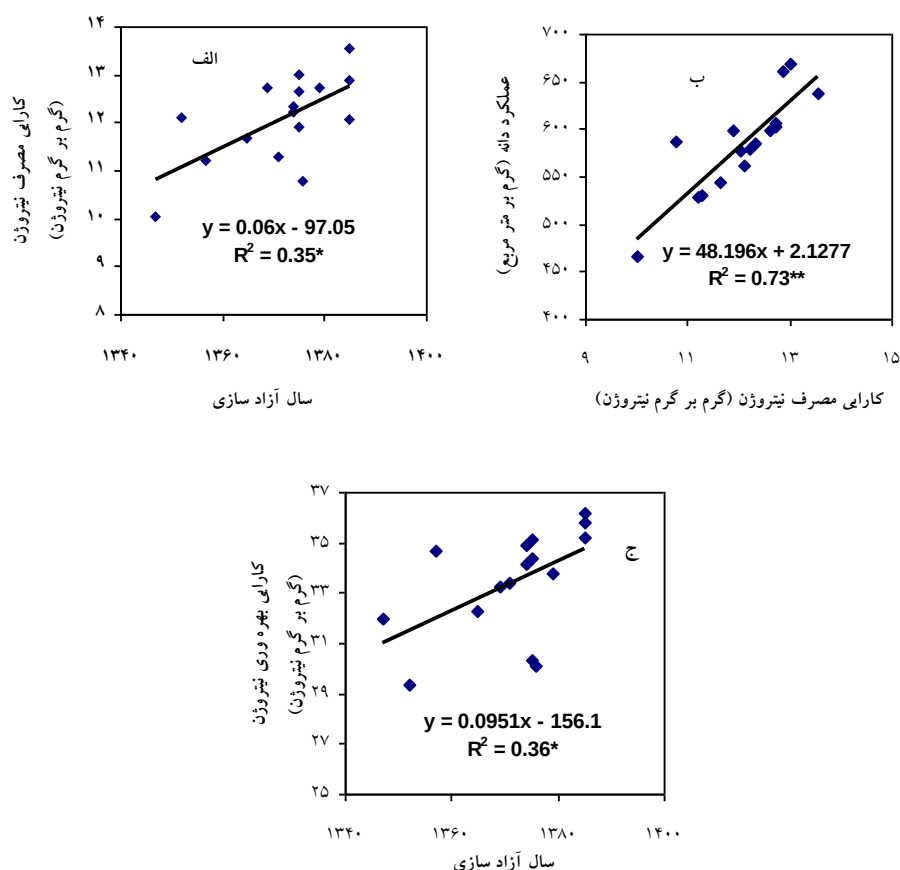
مقایسه میانگین صفات نشان داد، که بین ارقام اختلاف قابل ملاحظه‌ای از نظر کارایی بهره‌وری نیتروژن وجود دارد (جدول ۴). رقم خزر ۱ کمترین (۲۹/۳۸ گرم بر گرم نیتروژن) و رقم آرتا بالاترین (۳۶/۲۱ گرم بر گرم نیتروژن) کارایی بهره‌وری نیتروژن را دارا بودند. متوسط کارایی بهره‌وری نیتروژن ارقام معادل ۳۳/۱۴ (گرم بر گرم نیتروژن) می‌باشد. شکل (۱-ج) رابطه‌ی بین کارایی بهره‌وری نیتروژن با سال آزاد سازی رقم را نشان می‌دهد، هر چند که این رابطه چندان قوی نیست، اما از نظر آماری معنی‌دار است ($R^2=0/36^*$). بنابراین با توجه به این رابطه در ۳۸ سال گذشته ۱۱/۳۰ درصد یا به عبارتی به ازای هر سال آزاد سازی ۰/۳۱ درصد، بهبود در این صفت مشاهده می‌شود.

شکل (۲) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن با کارایی جذب نیتروژن و کارایی بهره‌وری نیتروژن را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل بین کارایی مصرف نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن یک رابطه‌ی مثبت، اما ضعیف وجود داشت، در حالی که بین کارایی بهره‌وری نیتروژن با کارایی مصرف نیتروژن یک رابطه‌ی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد ($R^2=0/39^{**}$). از آنجایی کارایی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارایی جذب نیتروژن و کارایی بهره‌وری نیتروژن است. در نتیجه افزایش در کارایی مصرف نیتروژن بیشتر به دلیل بهبود در کارایی بهره‌وری نیتروژن می‌باشد.

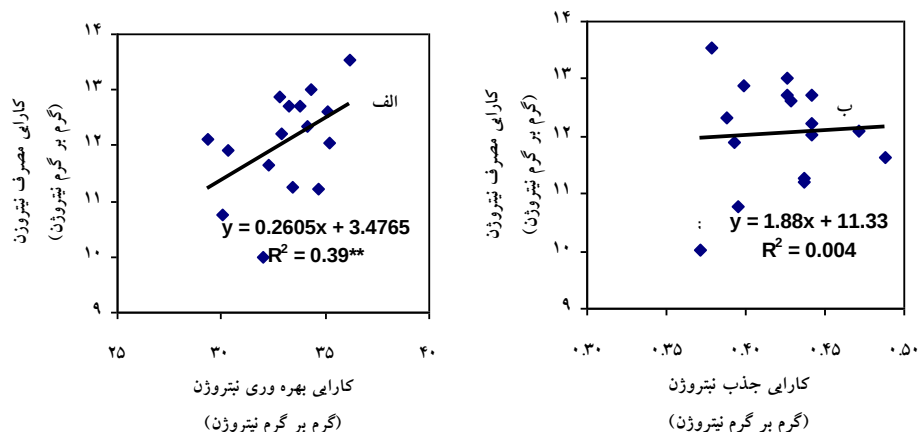
جدول ۴- مقایسه میانگین کارایی مصرف نیتروژن و صفات مرتبط با آن در ارقام مختلف گندم در دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷. NUE، کارایی مصرف نیتروژن (گرم ماده خشک بر گرم نیتروژن)؛ NUtE، کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم ماده خشک بر گرم نیتروژن)؛ NUpE، کارایی جذب نیتروژن (گرم نیتروژن گرم نیتروژن)؛ NHI، شاخص برداشت نیتروژن؛ GPC، غلظت پروتئین دانه (درصد) و GY: عملکرد دانه (گرم بر متر مربع).

تیمار	سال	NUE	NUpE	NUtE	NHI	GPC	GY
سال	اول	-	۰/۴۲	۲۹/۶۱	۷۴/۳۶	۱۴/۰۳	۵۱۶/۸۸
	دوم	-	۰/۴۵	۳۶/۶۷	۷۳/۹۳	۱۲/۲۲	۶۴۹/۸۱
LSD۰/۰۵		-	۰/۱۱	۱/۳۴	۲/۵۳	۰/۸۰	۹۶/۵۷
رقم	اینیا	۱۳۴۷	۰/۳۷	۳۲/۲۸	۷۵/۹۲	۱۴/۶۷	۴۶۵/۵۶
	خزرا	۱۳۵۲	۰/۴۷	۲۹/۳۸	۷۳/۴۳	۱۴/۹۳	۵۶۱/۳۹
	ناز	۱۳۵۷	۰/۴۴	۳۴/۷۰	۷۵/۴۰	۱۲/۷۰	۵۲۸/۴۷
	گلستان	۱۳۶۵	۰/۴۹	۳۲/۲۷	۷۲/۱۵	۱۳/۰۹	۵۴۳/۴۰
	فلات	۱۳۶۹	۰/۴۴	۳۳/۲۴	۷۲/۱۷	۱۲/۷۴	۶۰۶/۰۴
	رسول	۱۳۷۱	۰/۴۴	۳۳/۴۳	۷۷/۳۳	۱۳/۳۵	۵۲۹/۷۰
	تجن	۱۳۷۴	۰/۴۴	۳۲/۹۳	۷۳/۱۴	۱۲/۵۳	۵۷۹/۵۲
	اترک	۱۳۷۴	۰/۳۹	۳۴/۱۸	۷۰/۹۸	۱۲/۰۹	۵۸۴/۹۳
	پاستور	۱۳۷۵	۰/۴۳	۳۴/۳۴	۷۳/۸۷	۱۳/۶۷	۵۹۸/۸۹
	شانگهای	۱۳۷۵	۰/۴۳	۳۵/۱۱	۸۲/۵۳	۱۲/۴۱	۵۹۹/۴۴
	زاگرس	۱۳۷۵	۰/۳۹	۳۰/۲۹	۷۳/۲۵	۱۲/۹۵	۵۹۸/۳۳
	شبرودی	۱۳۷۶	۰/۴۰	۳۰/۰۸	۷۱/۱۲	۱۳/۴۱	۵۸۷/۴۳
	کوه‌دشت	۱۳۷۹	۰/۴۳	۳۳/۷۵	۷۳/۶۱	۱۲/۷۰	۶۰۲/۱۵
	دریا	۱۳۸۵	۰/۴۰	۳۲/۷۹	۷۵/۳۲	۱۳/۳۰	۶۳۸/۲۰
	مغان	۱۳۸۵	۰/۴۴	۳۵/۱۹	۷۵/۷۶	۱۲/۴۷	۵۷۷/۷۸
	آرتا	۱۳۸۵	۰/۳۸	۳۶/۲۱	۷۵/۵۲	۱۲/۰۸	۶۶۱/۸۸
LSD۰/۰۵		-	۰/۰۹	۴/۳۶	۵/۸۰	۱/۷۶	۸۷/۳۲

نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات انجام شده فنلاند (مورینن و همکاران، ۲۰۰۶) مغایرت داشت، آنها دریافتند که افزایش در کارایی مصرف نیتروژن به سبب افزایش مساوی در هر دو جزء آن می‌باشد. همچنین در مطالعه‌ای که توسط دهوگا و وینز (۱۹۸۹) بر روی ۱۲ رقم گندم در سطوح مختلف نیتروژن در کالیفرنیا آمریکا انجام شد، نقش کارایی جذب نیتروژن در بهبود کارایی مصرف نیتروژن در تمام سطوح نیتروژن بیشتر بود. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهشگران در فرانسه (برانکورت-هولمرت و همکاران، ۲۰۰۳) و انگلستان (فولکس و همکاران، ۲۰۰۹) مطابقت داشت، آنها بهبود در کارایی مصرف نیتروژن در شرایط پایین نیتروژن را بیشتر با بهبود در کارایی بهره‌وری نیتروژن مرتبط دانستند. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش در آینده یکی از راه‌های افزایش کارایی مصرف نیتروژن علاوه بر بهبود بیشتر کارایی بهره‌وری نیتروژن می‌تواند تلاش در جهت بهبود در کارایی جذب نیتروژن باشد.



شکل ۱- الف) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با سال آزاد سازی رقم، ب) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) و عملکرد دانه (گرم بر متر مربع)، ج) رابطه‌ی کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با سال آزاد سازی رقم.



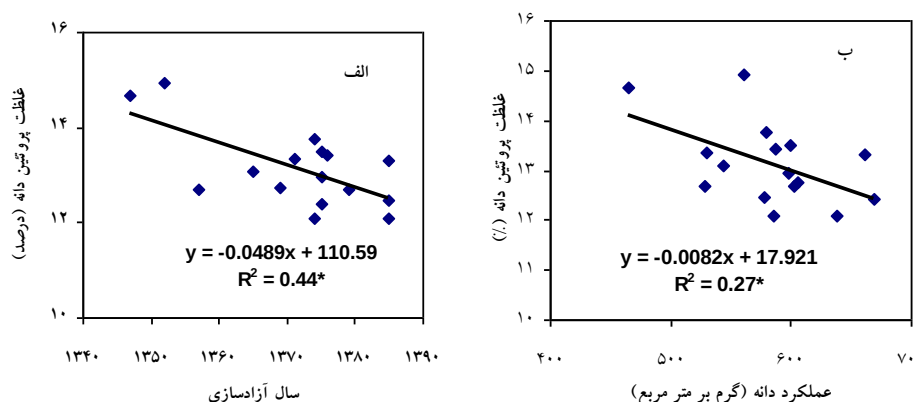
شکل ۲- الف) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با کارایی جذب نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن)، ب) رابطه‌ی کارایی مصرف نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن) با کارایی بهره‌وری نیتروژن (گرم بر گرم نیتروژن).

غلظت پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و رقم بر روی غلظت پروتئین دانه معنی‌دار بود، اما اثر متقابل سال با رقم بر روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). میانگین غلظت پروتئین دانه در سال اول آزمایش (۱۴/۰۳ درصد) بیشتر از سال دوم آزمایش (۱۲/۳۲ درصد) بود (جدول ۴). دلیل آن را می‌توان بالا بودن عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول دانست، که این تفاوت نشان از آن است که این صفت علاوه بر اینکه تحت تاثیر ژنوتیپ است، متاثر از محیط می‌باشد. جدول (۴) مقایسه میانگین ارقام را نشان می‌دهد. دامنه‌ی تغییرات غلظت پروتئین دانه بین ۱۲/۰۸ درصد در رقم آرتا (جدیدترین رقم) و ۱۴/۹۳ درصد در رقم خزرا ۱ (از ارقام قدیم) می‌باشد. متوسط غلظت پروتئین دانه ارقام ۱۳/۲۴ درصد بود. بررسی اثر به نژادی بر روی این صفت نشان داد، که در طی ۳۸ سال گذشته به ازای هر سال غلظت پروتئین دانه ۰/۰۵ درصد کاهش یافته است (شکل ۳-الف). به نظر می‌رسد در طی ۳۸ سال آزاد سازی ارقام مورد مطالعه شاخص برداشت دانه با سرعت بیشتری نسبت به شاخص برداشت نیتروژن افزایش یافته است این مساله می‌تواند تا حدودی روند نزولی درصد پروتئین دانه را توجیه نماید. همچنین یکی از دلایل دیگر را می‌توان نیاز به میزان گلوکز بیشتر جهت سنتز پروتئین نسبت به کربوهیدرات دانست (فولکس و همکاران، ۲۰۰۹).

بررسی رابطه‌ی بین غلظت پروتئین دانه و عملکرد دانه نشان داد که بین این دو صفت یک رابطه‌ی معکوس وجود دارد (شکل ۳-ب). به نحوی که با افزایش عملکرد دانه، پروتئین دانه کاهش یافته است. این رابطه نشان می‌دهد که افزایش

عملکرد دانه نسبت به افزایش درصد پروتئین دانه در جریان انتخاب بیشتر مورد نظر بوده است. مطالعات بر روی ارقام مختلف این نتایج را تایید می‌کنند (کالدیرینی و همکاران، ۱۹۹۵؛ تریبوی و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل ۳- الف) رابطه‌ی غلظت پروتئین دانه (درصد) با سال آزاد سازی رقم، ب) رابطه‌ی غلظت پروتئین دانه (درصد) با عملکرد دانه (گرم بر متر مربع).
نتیجه گیری:

کارایی مصرف نیتروژن و کارایی بهره‌وری به ترتیب معادل ۰/۲۸ و ۰/۳۱ درصد به ازای هر سال آزاد سازی، افزایش یافته‌اند. از آنجا که کارایی مصرف نیتروژن متشکل از دو جزء کارایی جذب نیتروژن و کارایی بهره‌وری نیتروژن است. در نتیجه افزایش در کارایی مصرف نیتروژن بیشتر به دلیل بهبود در کارایی بهره‌وری نیتروژن می‌باشد. همچنین غلظت پروتئین دانه ۰/۰۵ درصد کاهش یافته است. به نظر می‌رسد در ارقام مورد مطالعه شاخص برداشت دانه با سرعت بیشتری نسبت به شاخص برداشت نیتروژن افزایش یافته است این مساله می‌تواند تا حدودی روند نزولی درصد پروتئین دانه را توجیه نماید. همچنین یکی از دلایل دیگر را می‌توان نیاز به میزان گلوکز بیشتر جهت سنتز پروتئین نسبت به کربوهیدرات دانست.

فهرست منابع

- Black, I., and Dyson, C. 2008. Thirty years of change in South Australian broadacre agriculture. In: Global Issues, Paddock Action. Proc. 14th Aust. Agron. Conf., Adelaide, South Australia, Australian. Society. Agronomy, 21–25 September.
- Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Be´rard, P., Le Buanec, B., and Trottet, M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. *Crop Science*. 43, 37–45
- Cox M.C., Qualset C.Q., and Rains D.W. (1985): Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. II. Nitrogen assimilation in relation to grain yield and protein. *Crop Science*., 25: 435–440.
- Feller, U., and Fischer, A. 1994. Nitrogen metabolism in senescing leaves. *Critical Reviews in Plant Sciences Plant Science*. 13, 1280–1286.
- Fitzgerald, G., Rodriguez, D., and Leary, G.O. 2010. Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index-The canopy chlorophyll content index (CCCI). *Field Crops Research* 116: 318-324.

- Foulkes, M.J., Reynolds, M.P., and Sylvester-Bradley, R. 2009. Genetic improvement of grain crops: yield potential. In: Sadras, V.O., Calderini, D.F. (Eds.), *Crop Physiology Applications for Genetic Improvement and Agronomy*. Academic Press, Amsterdam, pp. 355–386.
- Giambalwo, D., Ruisi, P.G., and Miceli D. 2010. Nitrogen use efficiency and nitrogen fertilizer recovery of durum wheat genotypes as affected by interspecific competition. *Agronomy journal*. 102 (2): 707-715.
- Ignacio A.C., and Tony, J. V. 2012. Physiological perspectives of changes over time in maize yield dependency on nitrogen uptake and associated nitrogen efficiencies. *Field Crops Research*, 133: 48–67
- Jamieson, P.D., Martin, R.J., Francis, G.S., and Wilson, D.R. 2004. Drought effect on biomass production and radiation-use efficiency in barley. *Field Crops Research*. 43, 77–86.
- Li, Z., Li, B., and Tong, Y. 2008. The contribution of distant hybridization with decaploid *Agropyron elongatum* to wheat improvement in China. *J. Genet. Genomics* 35,451–456.
- Mahajan, G., Chauhan, B.S., Timsina, J., Singh, P.P., Singh, K. 2012. Crop performance and water- and nitrogen-use efficiencies in dry-seeded rice in response to irrigation and fertilizer amounts in northwest India. *Field Crops Research*, 134: 59–70.
- Muurinen, S., Kleemola, J., and Peltonen-Sainio, P. 2007. Accumulation and Translocation of Nitrogen in Spring Cereal Cultivars Differing in Nitrogen Use Efficiency. *Agron. Journal*. 99:441–449.
- Muurinen, S., Slafer, G.A., and Peltonen-Sainio, P. 2006b. Breeding Effects on Nitrogen Use Efficiency of Spring Cereals under orthern Conditions. *Crop Science*. 46:561–568.
- Ortiz, R., Nurminiemi, M., Madsen, S., Rognil, O.A., and Bjørnstad, A. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. *Euphytica* 126, 283–289.
- Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., and de Tourdonnet, S. 2010. Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? *Field Crops Research* 115: 9–18.
- Shanahan, J.F., Kitchen, N.R., Raun, W.R., and Schepers, J.S. 2008. Responsive in-season nitrogen management for cereals. *Comput. Electron. Agriculture*. 61, 51–62
- Slafer, G.A., Andrade, F.H., and Satorre, E.H. 1990. Genetic improvement effects on pre-anthesis physiological attributes related to wheat grain yield. *Field Crops Reserch*. 23, 255–263.
- Soltani, A. 2007. Application of SAS in statistical analysis. *Jehad Daneshgahi Publisher*. 182 p.
- Syeidi, M., and Rezvani Moghdm, P. 2011. Study yield, it's components and nitrogen use effecincy using of compost mushroom, biological and urea fertilizer in wheat. *Journal of Agroecology*. Vol. 3, No. 3, 313-323.
- Triboi E., Martre, P., Girousse, C., Ravel, C., and Triboi"-Blondel, A.M. 2006. Unraveling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *European Journal Agronomy*. 25, 108–118.
- van Oosterom, E.J., Chapman, S.C., Borrell, A.K., Broad, I.J., and Hammer, G.L. 2010. Functional dynamics of the nitrogen balance of sorghum. II. Grain filling period. *Field Crops Research* 115: 29–38.
- Van Sanford, D.A., and Mackown, C.T. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain filling in soft red winter wheat. *Crop Science*. 27, 295–300.
- Zand, A., Koucheiki, A, Rhemiyan, H., and Nasiri, M. 2001. Study of changes morphological and physiological of some Iranian wheat cultivars. *Journal of agricultural sciences and natural resources*. 16 (1): 161-171 (in Persian).

Comparison of nitrogen economy between new and old varieties of wheat in last 38 years in Golestan Province

To study the nitrogen use efficiency (NUE) and change the attributes associated with it, the field experiments were conducted at the Gorgan University of Agricultural Sciences Research Farm, Gorgan, Iran in the growing seasons of 2007-2008 and 2008-2009 under well watered conditions. The 16 cultivars were sown in a randomized complete block design with three replications. The results showed that during breeding activities to improve wheat yield, NUE and nitrogen utilization efficiency (NUE) increased 0.28% and 0.31% per year, respectively; While for nitrogen uptake efficiency (NUE) no changes was observed. Because NUE divided into two components: NUE and NUE, most of the breeding effects on NUE were associated with change in nitrogen utilization efficiency (NUE). Also grain protein concentration (GPC) have been decreased 0.05 %. It appear that in studied cultivars, grain harvest index increased more rapidly than nitrogen harvest index. This problem can explain the decline of grain protein.

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