نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۳۰۶-۳۰۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 2, Summer. 2013, p. 300-306

اثر کود نیتروژن بر شاخص های کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم

(*Triticum aestivum L.*)

رقیه السادات حسینی[1*]- سراله گاشی[2]- افشین سلطانی[3]- مهدی کلاته[4]- محبوبه زاهد[5]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۶/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۲۸

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات کود نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم آزمایش مزرعه ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله گرگان در سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۶ انجام شد. سطوح کود نیتروژن به فرم اوره (۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) و ارقام (تجن، فلات و N81-18) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. پارامتر های اندازه گیری شده شامل کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، و درصد پروتئین دانه بود. بهترین شاخص های نیتروژن در شرایط شاهد مشاهده شد، رقم N81-18 دارای بالاترین کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن و پائین ترین کارایی جذب نیتروژن بود. همچنین ثابت شده است که دو جزء کارایی مصرف نیتروژن (کارایی جذب نیتروژن و کارایی بهروری نیتروژن) دارای مشارکت یکسان نمی باشند. در این مورد به نظر می رسد که مشارکت کارایی بهره وری نیتروژن بیشتر از کارایی جذب نیتروژن برای تمام ارقام بود.

واژه های کلیدی: گندم، کود نیتروژن،ارقام، کارایی مصرف نیتروژن

مقدمه

نیتروژن اصلی ترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی است و به همین علت نیز بصورت کودهای شیمیایی در سطح وسیع مورد استفاده قرار می گیرد (۲۲). بهبود کارآیی مصرف نیتروژن یک استراتژی کلیدی جهت پیشرفت سیستم های کشاورزی پایدار است که منجر به رسیدن به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل نهاده‌ها و هدررفت نیتروژن می شود. در سیستم های تولیدی غلات کارآیی مصرف نیتروژن تقریباً ۳۳ درصد گزارش شده است (۲۳). کارآیی مصرف نیتروژن[6](NUE) به دو گروه از عوامل بستگی دارد (۱۸) که شامل:

۱- ویژگی های گیاه در رابطه با کارآیی جذب نیتروژن[7](UPE) که نشان دهنده ی نسبت نیتروژن جذب شده به میزان مصرف شده است.

۲- عواملی که در ارتباط با کارآیی بهره وری نیتروژن[8](UTE) مطرح بوده و بیانگر نسبت عملکرد دانه به میزان نیتروژن جذب شده است. به عبارت دیگر چه مقدار از نیتروژن جذب شده مورد استفاده قرار گرفته و تبدیل به عملکرد و محصول شده است.

هاگینز و همکاران (۱۳) اظهار داشتند اگر خاک به لحاظ نیتروژن آلی و بیوماس میکروبی غنی باشد بدون کاربرد کود نیتروژن عملکرد بالایی به دست می آید. یا با مصرف مقدار اندکی کود شیمیایی نیتروژن، کارآیی بالایی در مصرف نیتروژن مشاهده خواهد شد. در این حالت کاربرد بیشتر کود شیمیایی نیتروژن منجر به کاهش در میزان کارآیی مصرف نیتروژن می شود. در حقیقت علت این پدیده به این دلیل نیست که گیاه زراعی کود نیتروژن را با کارآیی کمتری مصرف می کند، بلکه علت این است که نقش نیتروژن آلی در حصول عملکرد دانه کم رنگ دیده شده است.

صوفی زاده و همکاران (۲) در بررسی ۶ رقم گندم که طی پنجاه سال اخیر در ایران معرفی شده اند بیان داشتند ارقام جدید در مقایسه با ارقام قدیم از نظر کارآیی مصرف نیتروژن برتر بودند ولی ارقام مختلف هیچ تفاوت معنی داری را با یکدیگر از نظر کارآیی جذب و

۱و۵- دانش آموختگان کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email:hosseini240@yahoo.com)
۲و۳- استادان گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان
۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

6- Nitrogen Use Efficiency
7- Nitrogen Uptake Efficiency
8- Nitrogen Utilization Efficiency

کارآیی بهره‌وری نیتروژن و شاخص برداشت نیتروژن نشان ندادند. اسمینو و همکاران (۲۲) نیز در یک مطالعه موردی نتیجه گرفتند که کارآیی مصرف نیتروژن در گندم احتمالاً طی بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی و همچنین در اثر عملیات مدیریتی همانند مقادیر کاربرد کود نیتروژن افزایش می یابد. تعداد زیادی از آزمایشات (۳، ۵، ۹ و ۱۰) در مورد غلات پاییزه نشان داده اند که تعدیل در کاربرد مقادیر کود شیمیایی نیتروژن و یا تقسیط آن استراتژی هایی مناسب برای افزایش کارآیی مصرف نیتروژن هستند (۳ و ۱۰). کارآیی پایین کود شیمیایی به دلیل کاربرد مقادیر بالای کود شیمیایی است، خصوصاً زمانی که نیتروژن معدنی موجود در خاک قبل از کشت و یا نیتروژن معدنی شده در طول فصل رشد نادیده گرفته شود (۴).

این تحقیق با هدف ارزیابی میزان تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر شاخص های کارایی مصرف نیتروژن در سه رقم متداول گندم به عنوان نماینده ای از ارقام جدید و قدیم در شرایط آب و هوایی گرگان انجام گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی گرگان واقع در ۵ کیلومتری شمال گرگان اجرا گردید. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۶۱۷/۱ میلی متر، میانگین حداقل و حداکثر دمای سالیانه به ترتیب ۹/۳۱ و۲۰/۲۶ درجه سانتی گراد با دامنه نوسان سالیانه ۲۰ درجه سانتی گراد می باشد. قبل و بعد از اجرای آزمایش از عمق صفر تا۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین میزان نیتروژن قبل و بعد از کشت (جهت ارزیابی شاخص های کارایی مصرف نیتروژن) توسط آزمایشگاه تجزیه خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تعیین گردید (جدول ۱)، بر اساس نتایج حاصله بافت خاک سیلتی لومی رسی[1] تعیین شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد آزمایش شامل ۴ سطح کود صفر (شاهد)، ۲۷۰،۱۸۰،۹۰ کیلوگرم در هکتار به صورت اوره و ۳ رقم گندم (تجن، فلات، N 81 – 18) بودند. پس از انجام عملیات شخم و دیسک، کرت بندی صورت گرفت. کرت هایی به طول ۵ و عرض ۲/۴ متر و کاشت در خطوطی با فاصله ۲۰ سانتی متر انجام شد. بین هر یک از کرت ها نیز یک پشته نکاشت به حداقل نیم متر منظور جلوگیری از تداخل رواناب بلوک ها با یکدیگر در نظر گرفته شد. میزان کود توصیه شده قبل از کاشت ۱۶۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل،۱۶۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم بوده و تیمارهای کود نیتروژن در چهار مرحله قبل از کاشت، شروع پنجه زنی، شروع ساقه دهی و شروع گرده افشانی به صورت سرک اعمال گردید و بعد از هر کود دهی به منظور نفوذ بهتر آبیاری بارانی در چهار نوبت تا عمق ۳۰ سانتی متر صورت گرفت. بذور پس از ضد عفونی با قارچ کش کربوکسی تیرام به نسبت ۲ در هزار، در ۲۳ آذر۸۶ در فاصله مناسب و در عمق ۵-۳ سانتی متر با تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع توسط ماشین بذر کار کشت شدند. به منظور اندازه گیری نیتروژن درمرحله رسیدگی دانه به تفکیک اندام (برگ زرد افتاده و نیفتاده، ساقه بعلاوه بقایای سنبله و دانه) نمونه برداری و درصد نیتروژن با روش کجدال (۲۳) اندازگیری شد. از حاصلضرب مقدار نیتروژن موجود در هر نمونه (بر حسب گرم در کیلوگرم) و وزن خشک آن نمونه (بر حسب تن در هکتار) مقدار نیتروژن موجود در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شد. هاگینز و همکاران (۱۳) کارایی مصرف نیتروژن را به صورت زیر ارائه کردند:

$NUE = (G_w/N_s)$ (معادله۱)

$Ns = Nf + Nr + Nm + Nx + Nd$ (معادله۲)

Gw = عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار

Ns = ذخیره‌ی نیتروژن در دسترس گیاه بر حسب کیلوگرم در بر هکتار

Nf = نیتروژن موجود در کود شیمیایی نیتروژن

Nr = بقایای نیتروژن معدنی موجود در خاک قبل از کشت گیاه زراعی

Nm = نیتروژن معدنی شده در طول فصل خاک

Nd = نیتروژن اضافه شده به خاک از طریق اتمسفر، آب آبیاری و روانآب

مقادیر سایر منابع نیتروژن معدنی (Nx , Nd) بسیار کم است و از آنها چشم پوشی می شود. مشخصه‌های مرتبط با کارآیی مصرف نیتروژن نیز توسط فرمول‌های زیر اندازه گیری شد (۱۳) :

مجموع نیتروژن کل گیاه / عملکرد دانه = کارایی بهره وری نیتروژن

ذخیره نیتروژن معدنی خاک/ مجموع نیتروژن کل گیاه = کارایی جذب نیتروژن

+ نیترات اولیه خاک(۰/۳۶) + نیتروژن مصرفی(کود اعمالی × ۰/۴۶) / عملکرد دانه =کارایی مصرف نیتروژن

نیترات نهایی (ازعمق ۳۰ سانتی متر از هر کرت)

۱۰۰ × (مجموع نیتروژن کل گیاه/ نیتروژن کل دانه) = شاخص برداشت نیتروژن

۱۰۰×(وزن خشک دانه در زمان برداشت/ نیتروژن دانه)= غلظت نیتروژن دانه

1- Silty Clay Loam

جدول۱- مشخصات خاک محل آزمایش (عمق ۳۰ – ۰ سانتی متر)

مشخصه	مقدار
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۱/۷
اسیدیته گل اشباع	۷/۶
درصد مواد آلی خنثی شونده	۲/۴
کربن آلی (درصد)	۱/۶۵
فسفرقابل جذب (قسمت در میلیون)	۱۳
پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۳۷۰
منگنز قابل جذب (قسمت در میلیون)	۴
آهن قابل جذب (قسمت در میلیون)	۷/۵
رس(درصد)	۳۴/۸۶
سیلت(درصد)	۴۷/۲۳
شن(درصد)	۱۷/۹
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	۳۰/۶

۵/۷ × غلظت نیتروژن دانه= غلظت پروتئین دانه

تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت (۱).

نتایج و بحث

کارآیی مصرف نیتروژن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر سطوح مختلف نیتروژن و ارقام گندم بر کارآیی مصرف نیتروژن در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود ولی اثر متقابل آنها بر این صفت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول۳)، با افزایش میزان مصرف نبتروژن کارایی آن نیز کاهش می یابد به طوری که عدم کاربرد کود بیشترین (۳۱/۰۹ کیلوگرم بر کیلوگرم) و سطح کودی ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمترین (۱۷/۵۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی را در مصرف نیتروژن داشتند. در بین ارقام مختلف نیز رقم N81-18 بیشترین (۲۶/۵۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی مصرف نیتروژن را دارا بود. و دو رقم دیگر کارآیی مصرف نیتروژن پایین‌تری نسبت به رقم N81-18 دارا بودند (جدول۳). همچنین کمترین میزان این شاخص در سطح کودی ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (بالاترین مصرف کود نیتروژن) به دست آمد.

این نتایج حاکی از این است که با افزایش کاربرد نیتروژن کارآیی مصرف نیتروژن با اختلاف معنی‌داری بین تمام سطوح کودی کاهش می‌یابد. تفاوت شاخص کارآیی مصرف نیتروژن بین دو شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن (شاهد) و بیشینه‌ی مصرف کود نیتروژن (۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) در حدود ۴۴ درصد است. به نظر می‌رسد که دلیل این کاهش عمدتاً ناشی از این مسئله باشد که رابطه‌ی بین مصرف کود نیتروژن و افزایش عملکرد دانه‌ی گندم خطی نیست. به عبارت دیگر با افزایش کاربرد کود نیتروژن به همان میزان عملکرد دانه بهبود نمی‌یابد (شکل۱).

جدول۲-تجزیه واریانس شاخص های کارایی نیتروژن در ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن

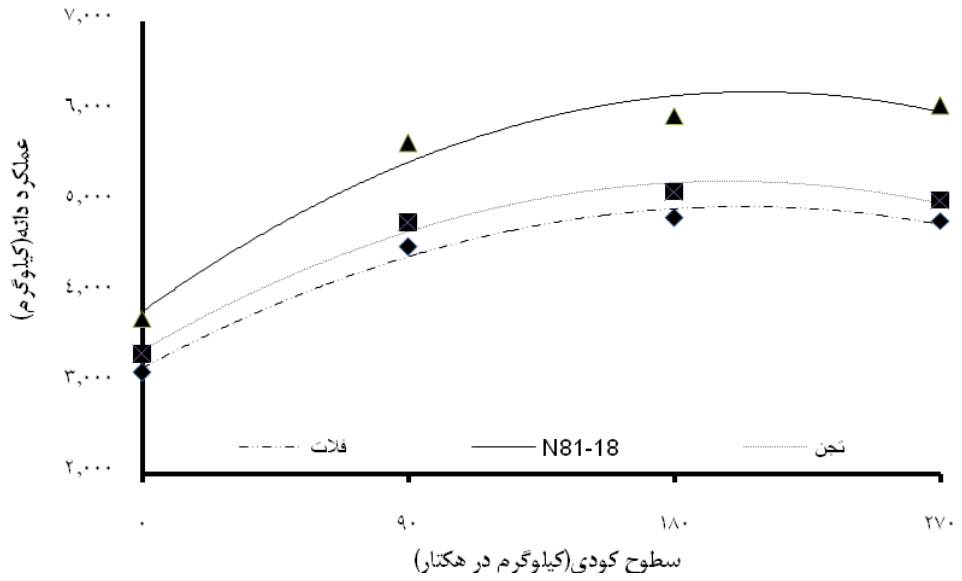
منابع تغییرات	درجه آزادی	خطای ازمایش	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن	کارایی بهره‌وری نیتروژن	شاخص برداشت نیتروژن	پروتئین دانه	نیتروژن دانه	عملکرد دانه (کیلوگرم درهکتار)
رقم(a)	۲	۰/۸۲۱	۱۳۶/۱۳**	۰/۲۶**	۱۴۸۳/۷۷**	۲۷/۰۳**	۳/۴۲**	۰/۶**	۴۲۴۵/۳**
کود(b)	۳	۱.۰۹۱	۹۷۹/۶۷**	۰/۶۱**	۹۹/۵۶**	۳۰۰/۶۷**	۲۴/۰۸۵**	۴/۱۹**	۵۶۳۲/۹**
رقم*کود(a*b)	۶	۰.۹۰	۳/۹۳**	۰/۰۴۴*	۳۵/۱۹**	۱۵/۵۱**	۱۰/۹۰۵**	۱/۸۹**	۲۸۴۶/۱*

*و**- به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار می یاشد و ns معنی دار نمی باشد.

جدول۳- مقایسه میانگین شاخص های کارایی در ارقام گندم تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن

	تیمار	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی بهره‌وری نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
رقم	N81-18	۲۶/۵۴a	۰/۶۲c	۴۲/۳۱a	۶۱/۷۴a	۱۲/۲۷c
	فلات	۲۱/۹۶c	۰/۸۳a	۲۶/۶۳c	۶۳/۷۳a	۱۳/۵۹a
	تجن	۲۳/۱b	۰/۶۹b	۳۳/۴۵b	۶۲/۰۹a	۱۲/۹۴b
کود(kg/ha)	۰	۳۱/۰۹a	۰/۸۷a	۳۶/۹۶a	۶۶/۴۱a	۹/۸۱ d
	۹۰	۲۶/۲۶b	۰/۷۹b	۳۳/۶۴b	۶۳/۶۴b	۱۰/۵۷ c
	۱۸۰	۲۰/۵۹c	۰/۶۴c	۳۳/۱۲b	۶۱/۵۲c	۱۲/۱۷ b
	۲۷۰	۱۷/۵۳d	۰/۵۴d	۳۲/۷۹b	۵۸/۵۲d	۱۳/۵۹a

میانگین های هر ستون که در یک حرف مشترک می باشند، با آزمونLSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارد.



شکل۱- اثر سطوح کودی بر عملکرد دانه

عـلاوه بـر ایـن بـالا بـودن کـارآیی مصـرف نیتـروژن در رقـم N81-18 نشان دهنده‌ی این موضوع است که نیتروژن جـذب شـده توسط این رقم در طول فصل رشد نسبت به سایر ارقام کمتر بوده که منجر به کارآیی بیشتر این رقم در مصرف نیتروژن شده است. به طور مشابه در آزمایشی بیان شـد کـه تفـاوت موجـود در کـارآیی مصـرف نیتروژن در شرایط بدون کود و حداکثر کاربرد کود در حدود ۱۹ تا ۳۲ درصد است و این کـارآیی بـه طـور معنـی‌داری تحـت تـأثیر سـطوح مختلف کودی و شرایط آب و هوایی قـرار گرفـت (۱۳). نتـایج سـایر آزمایشات نیز با یافته‌های این آزمـایش مشـابه بـود (۶، ۸، ۱۶، ۲۰ و ۲۲). اُرتیز موناستریو و همکاران (۲۰) با مقایسه‌ی ۱۰ رقـم قـدیمی و جدید گندم معرفی شده طی سال‌های ۱۹۵۰ تـا ۱۹۸۵ توسـط مرکـز تحقیقات بین المللی ذرت و گندم (سیمیت) که شامل دو رقم گندم پـا بلند و هشت رقم گندم نیمه پاکوتاه بودند دریافتنـد ارقـام قـدیمی در مقایسه با ارقام جدید کارآیی مصرف نیتـروژن کمتـری داشـتند. آنهـا

همچنین بیان کردند که بـه مـوازات افـزایش کـاربرد کـود نیتـروژن کارآیی جذب و بهره‌وری نیتروژن کاهش یافت که در نهایت منجر به کاهش در کارآیی مصرف نیتروژن گردید. هاگینز و همکاران (۱۳) نیز دریافتند که در سطوح بالای مصرف کود نیتروژن جـذب نیتـروژن در دسترس به آهستگی افزایش یافت که باعث کاهش در کارآیی مصرف نیتروژن شد. نتیجه حاصل از این آزمـایش بـا نتـایج سـایر محققـین مشابه بود (۱۸ و ۲۲).

کارآیی جذب نیتروژن: اثر سطوح مختلف نیتروژن و ارقام گندم بر کارآیی جذب نیتروژن در سطح ۱ درصـد دارای اخـتلاف معنـی‌دار می‌باشد (جدول۲). همچنین اثر متقابل آنها بر ایـن صـفت نیـز دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بود (جدول۴).

اثر متقابل این دو تیمار نشان داد که بیشترین (۱/۰۶۳کیلوگرم بر کیلـوگرم) و کمتـرین (۰/۴۹ کیلـوگرم بـر کیلـوگرم) کـارآیی جـذب نیتروژن به ترتیب مربوط به رقم فلات در شرایط بـدون کـود و رقـم N81-18 در شرایط کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بـود. قابل توجه است که در تمامی سـطوح نیتـروژن، کمتـرین کـارآیی در جذب نیتروژن به رقم N81-18 مربوط بود (جدول۴).

با توجه به نتایج حاصـله مشـاهده مـی‌شـود کـه کـارآیی جـذب نیتروژن روندی مشابه با شاخص کارآیی مصرف نیتروژن دارد. به نظر می‌رسد علت کارآیی پایین جذب نیتروژن در شرایط کاربرد مقدار زیاد کود نیتروژن تا حد زیادی ناشی از تفـاوت در عملکـرد دانـه‌ی گنـدم تولیدی تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتـروژن مصـرفی باشـد (کـه مستقیماً در جذب نیتروژن از خاک تأثیر گذار است). در نتیجه اگرچه با افزایش کاربرد کود نیتروژن عملکرد افزایش یافت ولی توانایی گیاه در جذب نیتروژن هم راستا با افزایش در میزان مصرف کود نمی‌باشد، در حقیقت در سطوح بالای کـاربرد نیتـروژن، نیتـروژن تجمـع یافتـه در انـدام‌هـا هـم راسـتا بـا مصـرف آن نیسـت، در مقابـل وجـود برخـی خصوصیات زراعی و ژنتیکی بین ارقام مورد مطالعه مـی‌توانـد تفـاوت موجود در کارآیی جذب نیتروژن را بین آنها توجیه کنـد. همچنـین بـا توجه به اینکه رقم N81-18 از درصد نیتروژن و درصد پروتئین دانه‌ی کمتری در مقایسه با سایر ارقام برخوردار است، پایین‌تر بودن کـارآیی جذب نیتروژن در این رقم قابل توجیه می‌باشد.

مورینن و همکاران (۱۹) در آزمایشی در رابطه با مقایسه‌ی کارآیی مصرف نیتروژن در بین واریته‌های مختلف غلات که در فنلاند انجـام گرفت، گزارش دادند که اصلاح نباتات روند مشخصـی را در افـزایش جذب نیتروژن از خاک طی قرن اخیر نشان نداده اسـت. در مطالعـه‌ی دیگری نیز نشان داده شد که ژنوتیپ‌هـای قـدیمی گنـدم در شـرایط کمبود نیتروژن خاک کارآیی بالایی در جـذب نیتـروژن دارا بودنـد. در مقابل ژنوتیپ‌های مدرن گندم در شرایط کاربرد نیتروژن تـوان جـذب نیتروژن بیشتری داشتند (۸). به طور مشابه کاهش در کـارآیی جـذب نیتروژن در اثر افزایش کاربرد کود نیتروژن توسـط اکثـر پژوهشـگران بیان شده است (۶، ۱۳، ۱۶، ۲۴ و ۲۵).

جدول ٤- اثر متقابل کارایی جذب نیتروژن و درصد پروتئین دانه درسطوح مختلف کود بر ارقام گندم

تیمار		کارایی جذب نیتروژن	درصد پروتئین دانه
کود(kg/ha)	رقم	(کیلوگرم بر کیلوگرم)	
	N81-18	۰/۷۲۰c	۸/۳ c
شاهد	فلات	۱/۰۶۳a	۱۰/۳۹ a
	تجن	۰/۸۴b	۹/۷ b
	N81-18	۰/۷۱b	۹/۶۱ c
۹۰	فلات	۰/۹a	۱۱/۰۳ a
	تجن	۰/۷۷ b	۱۰/۵۱ b
	N81-18	۰/۵۸ c	۱۱/۵۸ c
۱۸۰	فلات	۰/۷۳ a	۱۲/۹۲ a
	تجن	۰/۶۱ b	۱۲/۶۱ b
	N81-18	۰/۴۹ b	۱۳/۰۷ c
۲۷۰	فلات	۰/۶۱ a	۱۴/۸۲ a
	تجن	۰/۵۳ b	۱۳/۹۷ b

میانگین های هر ستون که در یک حرف مشترک می باشند، با آزمونLSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارد.

کارآیی بهره‌وری نیتروژن: نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف نیتروژن و ارقام گندم در سطح ۱ درصد از نظر کارآیی بهره‌وری نیتروژن وجود دارد، ولی اثر متقابل آنها بر این صفت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳)، بین سطوح مختلف نیتروژن شاهد بیشترین (۳۶/۹۳ کیلوگرم بر کیلوگرم) و کاربرد سطوح مختلف نیتروژن (۹۰، ۱۸۰ و۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) بدون تفاوت معنی داری با هم، کمترین کارآیی را در جذب نیتروژن داشتند. از بین ارقام نیز رقم N81-18 بیشترین (۴۲/۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) کارآیی را در جذب نیتروژن نشان داد. و دو رقم دیگر کارآیی جذب کمتری نسبت به رقمN81-18 دارا بودند (جدول ۳). اثر متقابل این دو تیمار نیز تفاوت معنی داری نداشت.

با توجه به نتایج حاصله به نظر می‌رسد که مشابه با دو شاخص کارآیی مصرف نیتروژن و کارآیی جذب نیتروژن، شاخص کارآیی بهره‌وری نیتروژن نیز مستقیماً تابعی از عملکرد دانه ارقام گندم می‌باشد. در این آزمایش با افزایش مصرف کود نیتروژن مقدار این شاخص کاهش یافت که این کاهش را می‌توان به دلیل وجود رابطه‌ی غیر خطی بین افزایش مصرف نیتروژن و بهبود عملکرد دانه مرتبط دانست. لازم به ذکر است که شاخص کارآیی مصرف نیتروژن حاصلضرب شاخص‌های کارآیی بهره وری نیتروژن و کارآیی جذب نیتروژن می‌باشد. این اجزا حالت موازنه با یکدیگر دارند. لذا افزایش دریکی از این اجزاء با کاهش در جزء دیگر همراه خواهد شد (۱۸). بنابراین در این آزمایش رقم N81-18 بیشترین کارآیی بهره‌وری و کمترین کارآیی جذب نیتروژن را نشان داد و سه رقم دیگر بدون تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بیشترین کارآیی جذب نیتروژن و کمترین کارآیی بهره‌وری نیتروژن را داشتند.

در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که کارآیی بهره‌وری نیتروژن با افزایش در مقدار نیتروژن مصرفی علیرغم افزایش در عملکرد دانه، کاهش یافت (۷، ۱۳ و ۱۷). بعلاوه، اورتیز و همکاران (۲۰) و مورینن و همکاران (۱۹) اظهار کردند که بهبود ژنتیکی در ارقام گندم و یولاف برای کارآیی بهره‌وری نیتروژن روی داده است در حالیکه پیشرفت مشابهی به لحاظ ژنتیکی در جو دوردیفه روی نداده است. همچنین بر اساس یافته‌های سایر محققین کاهش پروتئین دانه با کارآیی بهره‌وری نیتروژن بالا مرتبط است (۵ و ۲۰).

شاخص برداشت نیتروژن: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) سطوح مختلف نیتروژن در سطح ۱ درصد معنی دار بود و ارقام گندم و اثر رقم و اثر متقابل آنها تفاوت معنی داری را نشان نداد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳)، مشخص شد که از بین سطوح مختلف نیتروژن، سطح بدون کود (شاهد) بیشترین (۶۶/۴۱ درصد) و سطح کودی ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمترین (۵۸/۵۲ درصد) شاخص برداشت نیتروژن را نشان دادند.

با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که سطوح بالای کاربرد کود نیتروژن (۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) نسبت به سطوح پایین تر منجر به کاهش معنی‌داری در این شاخص شده است. علت این روند را می‌توان چنین بیان داشت که با افزایش کاربرد نیتروژن، در یک محدوده‌ی خاص انتقال نیتروژن به دانه‌ها مشابه با جذب بیشتر نیتروژن از خاک، متوقف خواهد شد. در این آزمایش کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار این وضعیت را دارا بود. زیرا در این میزان مصرف کود نیتروژن افزایش بیشتر در عملکرد دانه روی نداد.

دلوگو و همکاران (۷) در مطالعات خود در رابطه با ارقام گندم و جو بطور مشابه دریافتند که افزایش مصرف نیتروژن منجر به کاهش معنی‌دار در شاخص برداشت نیتروژن شد، همچنین در آزمایشات آنها نیز بین تمام سطوح کودی، تفاوت معنی‌داری برای این شاخص وجود داشت.

درصد پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر سطوح مختلف نیتروژن و ارقام گندم و همچنین اثرمتقابل بین آنها بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری بود. اثر متقابل این دو تیمار نیز نشان داد که بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به هر سه رقم گندم در سطح چهارم کاربرد کود نیتروژن (۲۷۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار) و کمترین درصد پروتئین دانه (۸/۳ درصد) مربوط به رقم N81-18 در شرایط کاربرد عدم کاربرد کود نیتروژن بود (جدول ۴).

با توجه به این نکته که نیتروژن از جمله مهمترین عناصر مؤثر در افزایش درصد نیتروژن دانه می‌باشد، به نظر می‌رسد که افزایش کاربرد کود نیتروژن تجمع این عنصر در دانه و همچنین در اندام‌های هوایی ارقام گندم مورد مطالعه را افزایش داد. این وضعیت در نهایت منجر به بهبود درصد پروتئین دانه‌ها شده است. همچنین کلیه‌ی ارقام گندم در این مطالعه در بالاترین سطح کاربرد کود نیتروژن بیشترین درصد پروتئین دانه را دارا بودند. این نتایج مشابه با نتایج سایر پژوهشگرانی است که گزارش دادند با افزایش کود نیتروژن غلظت پروتئین دانه نیز افزایش یافت(۹، ۱۱، ۱۲، ۱۴ و ۲۱).

صوفی‌زاده و همکاران (۲) نیز در مطالعات خود در اراک در رابطه با شش رقم گندم که طی ۵۰ سال اخیر در ایران معرفی شده‌اند با مقایسه‌ی ارقام قدیم و جدید گندم بیان کردند که به موازات افزایش در عملکرد دانه، پروتئین دانه ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم کاهش یافت. آنها اظهار داشتند که این مسئله به دلیل همبستگی منفی بین عملکرد دانه و غلظت پروتئین دانه روی داد. در نمونه‌ای دیگر بیان شد که تفاوت بین ارقام گندم در میزان پروتئین دانه تابعی از اختلافات ژنتیکی آنها بود (۱۵).

منابع

۱-سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم افزارSAS در تجزیه های آماری . جهاد دانشگاهی مشهد – شماره ۱: ۳۲- ۲۸.

۲-صوفی زاده، س.، ا. زند، ح. رحیمیان مشهدی، و ر. دیهیم فرد. ۱۳۸۵. مقایسه عملکرد دانه، کارآیی مصرف نیتروژن و درصد پروتئین دانه برخی از ارقام قدیم و جدید گندم(*Triticum aestivum* L.). مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۱: ۲۰-۱۳.

3-Alcoz, M. M., F. M. Homs, and V. A. Haby. 1993. Nitrogen fertilization timing effect on wheat production, nitrogen uptake efficiency, and residual nitrogen. Agron. J. 85: 1198–1203.

4-Arregui, L. M., and M. Quemada, 2008. Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under Rainfed conditions. Agron. J. 100: 277-284.

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

6-Dawson, J. C., D. R. Huggins, and S. S. Jones. 2008. Characterizing nitrogen use efficiency in natural and agricultural ecosystems to improve the performance of cereal crops in low-input and organic agriculture systems. Field Crops Res. 107: 89-101.

7-Delogu, G., L. Cattivelli, N. Pecchioni, D. De Flacis, T. Maggiore, and A. M. Stanca. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. Eur. J. Agron. 9: 11-20.

8-Foulkes, M. J., R. Sylvester-Bradley, and R. K. Scott. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. J. Agr. Sci. 130: 29-44.

9-Gallager, L. W., Soliman, K. M., Rains, D. W., Qualset, C. O., and Huffaker, R. C. 1978. Nitrogen assimilation in common wheats differing in potential nitrate reductase activity and tissue nitrate concentrations. Crop Sci. 23: 913-919.

10-Gan, Y., S. S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwa, and C. Stevanson. 2008. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of *juncea* Canola under diverse environments. J. Agron. 100: 285-295.

11-Garrido-Lestache, E., R. J. Lopez-Bellido, and L. Lopez-Bellido. 2005. Durum wheat quality underMediterranean conditions as affected by N rate, timing and splitting, N form and S fertilization.Eur. J. Agron. 23: 265-278.

12-Guadra, G, Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread- wheat cultivar s grown at different nitrogen levels. Eur. J. Agron. 21: 181-192.

13-Huggins, D. R., and Pan, W. L. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. J. Agron. 85: 898-905.

14-Iqbal, M. M., J. Akhter, W. Mohammad, S. M. Shah, H. Nawaz, and K. Mahmood. 2005. Effect of tillage and fertilizer levels on wheat yield, nitrogen uptake and their correlation with carbon isotopediscrimination under rainfed conditions in north-west Pakistan. Soil Till. Res. 80: 47-57.

15-Le Gouis, J., Beghin, D., Heumez, E., and Pluchard, P. 2000. Genetic differences for nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiencies in winter wheat. Eur. J. Agron. 12: 163-173.

16-Lopez-Bellido, L., R. J. Lopez-Bellido, J. E. Castillo, and F. J. Lopez-Bellido. 2001. Effects of long-term tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on bread-making quality of hard red spring wheat. Field Crops Res. 42: 197-210.

17-Lopez-Bellido, L., R. J. Lopez-Bellido, and R. Redondo. 2005. Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. Field Crops Res. 94: 86 -97.

18-Moll, R. H., Kamprath, E. J., and Jackson, W. A. 1982. Analysis and interception of factors which contribute to efficiency of nitrogen remobilization. J. Agron. 74: 562-564.

19-Muurinen, S., J. Kleemola, and P. Peltonen-Sainio. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. J. Agron. 99: 441-447

20-Ortiz, R., M. Nurminen, S. Madsen, O. A. Rognil, and A. Bjornstad. 2002. Genetic gains in Nordic spring barley breeding over sixty years. Euphytica. 126: 283-289.

21-Papakosta, D. K., and Gagianas, A. A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. J. Agron. 83: 864-870.

22-Semenov, M. A., Jamieson, P. D., and Martre, P. 2007. Deconvoluting nitrogen use efficiency in wheat: A simulation study. Eur. J. Agron. 26: 283-294.

23-Sharpe, R. R., L. A. Harper, J. E. Giddens, and G. W. Langdale. 2001. Nitrogen use efficiency and nitrogen budget for conservation tilled wheat. Soil sci. soc. Am. J.52: 1349 - 1398.

24-Slafer, G. A., F. H. Andrade, and S. E. Feingold. 1990. Genetic improvement in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Argentina: Relationship between nitrogen and dry matter. Euphitica. 50: 63-71.

25-Sowers, K. E., W. J. Pan, B. C. Miller, and J. L. Smiith. 1994. Nitrogen use efficiency of split nitrogen application in soft white winter wheat. J. Agron. 86: 942-948.