

بررسی اثر مقدار نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن ارقام جو در شرایط مشهد و دامغان

Effect of nitrogen application rate on nitrogen use efficiency in barley cultivars in Mashhad and Damghan conditions

فرزاد فنودی^۱، حمیدرضا خزاعی^۲، محمد کافی^۳، مرتضی گلدانی^۳

۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان (نگارنده مسئول)
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۷

چکیده

فنودی، ف.، خزاعی، ح.، کافی، م.، گلدانی، م. بررسی اثر مقدار نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن ارقام جو در شرایط مشهد و دامغان
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۳ - پیاپی ۱۱۶ پائیز ۹۶: ۱-۱۳

به منظور بررسی اندازه گیری تأثیر سطوح نیتروژن بر تغییرات کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد در ارقام قدیم و جدید جو، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مشهد و دامغان در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش از ترکیب سطوح مختلف عامل رقم (شامل ۵ رقم جدید: فجر ۳۰، نصرت، بهرخ، یوسف، نیک و ۵ رقم قدیم: ریحان، ارم، افضل، نیمروز، کارون) در سطوح مختلف عامل کود نیتروژنه (۳ سطح کود نیتروژن شامل مصرف کود نرمال، ۵۰ درصد کمتر و ۵۰ درصد بیشتر از مقدار نیتروژن توصیه شده) بدست آمد. در این پژوهش صفات عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، نیتروژن بذر اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس مرکب مشاهدات نشان داد که اثر کود نیتروژنه و رقم برای تمامی صفات مورد مطالعه کاملاً معنی دار شد، اثر متقابل مکان در رقم برای صفات کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن و عملکرد معنی دار و سایر اثرات متقابل معنی دار نشد. مقایسه میانگین نشان داد ارقام جدید کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد بالاتری نسبت به ارقام قدیمی داشتند. تمام صفات مورد مطالعه ارتباط مثبت و معنی داری با عملکرد دانه نشان دادند. با توجه به برتری ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در هر دو منطقه، استفاده از ارقام جدید برای کشت مطلوب تر است اما با توجه به عکس العمل متفاوت ارقام در مناطق مشهد و دامغان بایستی برای هر منطقه رقم پایدار انتخاب گردد.

واژه های کلیدی: ارقام جو، عملکرد، کارایی جذب نیتروژن

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Farzadfanoodi@yahoo.com

مقدمه:

ایفاء نقش در تشکیل پروتئین‌ها، یک جزء لازم مولکول کلروفیل هم هست (Hasegawa, 2008; Marschner, 2011). با توجه به اینکه نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرآیندهای حیاتی گیاه انجام می دهد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را محدود می کند (Campbell et al., 1993). مصرف نیتروژن از زمان انقلاب سبز تا بحال روند افزایشی داشته است اما این افزایش در همه کشورها و مناطق جغرافیایی یکسان نبوده است. مصرف بیش از حد کود نیتروژن به محیط زیست خسارت می زند و مصرف کمتر از حد مورد نیاز کود نیتروژن نیز کاهش عملکرد را در پی دارد. بنابراین برخی مناطق بر کاهش مصرف کود نیتروژن متمرکز شده اند در حالیکه برخی از مناطق به فراهم بودن کود نیتروژن بیشتر برای تولید عملکرد قابل قبول نیاز دارند (Beatty et al., 2010). برخی از پژوهش گران گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش می یابد (Ortiz et al., 2008; Dawson et al., 2008). (1993) نیز دریافتند که در سطوح بالای مصرف کود نیتروژن جذب نیتروژن در دسترس به آهستگی افزایش یافت که باعث کاهش در کارایی مصرف نیتروژن شد. کارایی مصرف نیتروژن غلات در کشورهای توسعه نیافته و توسعه یافته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد برآورد شده است. برای افزایش کارایی مصرف نیتروژن به استراتژی های مدیریت نیتروژن، روش های اصلاح نباتات سنتی و بیوتکنولوژی نیاز است. افزایش کارایی مصرف نیتروژن غلات هم از

جو با نام علمی (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم ترین گیاهان دانه ای از خانواده غلات است (Ullrich, 2011) که از لحاظ سطح زیر کشت و تولید چهارمین غله مهم در دنیا بعد از گندم، ذرت و برنج است (Lapitan et al., 2009) و یکی از اولین گیاهانی است که توسط بشر اهلی شده است. زراعت جو در اکثر کشورهای تولیدکننده آن سابقه بسیار طولانی دارد و از زمان های گذشته دانه آن علاوه بر آنکه در تغذیه انسان مورد مصرف داشته، در تولید انواع شیرینی مورد استفاده و از مالت آن نیز در صنعت و داروسازی استفاده می شود. در حال حاضر در اغلب کشورها از آن نوسابه های الکلی و غیرالکلی به دست می آید و در پرورش حیوانات به ویژه در تغذیه گاوهای شیری و گوساله های پرواری و حتی پرندگان نیز به مقدار زیاد استفاده می شود (Khodarahmi, 2006; Ullrich, 2011). آمارهای جهانی نشان می دهد سطح زیر کشت جو در دنیا در سال ۲۰۱۳ بالغ بر ۴۹ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۱۴۵ میلیون تن گزارش شده است (FAO, 2015). آمارها نشان می دهد سهم ایران از تولید جهانی ۲/۷ میلیون تن می باشد که حدوداً ۱/۸۶ درصد از تولید را بخود اختصاص می دهد (MAJ, 2014). ایران جزء ۱۵ کشور اصلی تولیدکننده این محصول در دنیا محسوب می شود. نیتروژن مهم ترین عنصر غذایی پر مصرف است که در ساختمان مولکول های پروتئینی گوناگون، آنزیم ها، کوآنزیم ها، اسیدهای نوکلئیک و سیتوکروم ها نقش دارد، نیتروژن علاوه بر

نیتروژن بخش های مختلف گیاه در زمان بلوغ و گرده افشانی را تحت تاثیر قرار می دهد و تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد ۶۲ درصد محتوای نیتروژن بیشتری داشتند. تشدید استفاده از کودهای نیتروژن در چندسال اخیر و نیز در آینده اثر محدودکننده شدیدی روی تنوع میکروارگانسیم ها و کارکرد ریشه گیاهان زراعی دارد. وقتی نمی توان از مصرف مفرط نیتروژن اجتناب کرد باید ژنوتیپ هایی را پیدا کرد که قادر به جذب و انباشت غلظت های بالای نیتروژن باشند و یا اینکه به واسطه برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی خاص، کارایی مصرف نیتروژن بالایی داشته باشند. بنابراین کاربرد به اندازه نیتروژن و استفاده از ژنوتیپ هایی که از نیتروژن بکار رفته استفاده بهینه ای نمایند، تأثیر بسزایی در افزایش عملکرد دانه جو می تواند داشته باشد (Barati et al., 2015).

این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر سطوح نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد در ارقام قدیم و جدید جو در دو منطقه مشهد و دامغان به انجام رسید.

مواد و روش ها

این پژوهش به منظور بررسی اثر سطوح ازت و نوع رقم بر ویژگی های مصرف نیتروژن در ارقام قدیم و جدید جو در شرایط مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرق مشهد (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و ۹۸۵ متر ارتفاع از سطح دریا) و مزرعه دانشکده

لحاظ اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت است (Beatty et al., 2010). تنوع ژنتیکی و محیطی کارایی مصرف نیتروژن برای ژنوتیپ های مختلف جو بهاره در شرایط مزرعه در دو مطالعه گزارش شده است (Anbessa et al., 2009). این محققین گزارش کردند که یکی از ارقام مورد آزمایش (Vivar) هم در شرایط با نیتروژن کم و بالا کارایی بالایی در مصرف نیتروژن نشان داد و کاهش در عملکرد برای این رقم در خاک های با نیتروژن پایین کمتر از ۱۰ درصد بود. در یک پژوهش محققین اظهار نمودند که به نظر می رسد که مشابه با دو شاخص کارایی مصرف نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن، شاخص کارایی بهره وری نیتروژن نیز مستقیماً تابعی از عملکرد دانه ارقام گندم می باشد (Hoseini et al., 2013). در این آزمایش با افزایش مصرف کود نیتروژن مقدار این شاخص کاهش یافت که این کاهش را می توان به دلیل وجود رابطه ی غیر خطی بین افزایش مصرف نیتروژن و بهبود عملکرد دانه مرتبط دانست. پژوهشگران عنوان کردند که بهبود ژنتیکی در ارقام گندم و یولاف برای کارایی بهره وری نیتروژن روی داده است در حالیکه پیشرفت مشابهی به لحاظ ژنتیکی در جو دوردیفه روی نداده است (Ortiz et al., 2002; Muurinen et al., 2007). تجمع ماده خشک و اختصاص آن به بخش های مختلف گیاه تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار می گیرد و با افزایش سطح نیتروژن، تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد (Dordas, 2012). در یک مطالعه مشخص گردید کود نیتروژنه غلظت

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil at the experimental locations

بافت خاک		pH	ماده آلی	Caco ₃ (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Soil texture			Organic carbon (%)				
دامغان	لومی رسی	7.5	0.61	21.5	0.061	9.6	286
Damghan	Clay loam						
مشهد	لومی	7.5	2	15	0.2	15	400
Mashhad	Loam						

شد. یک سوم کودهای اوره و سوپرفسفات قبل از کشت و بقیه در دو مرحله پنجه زنی و ساقه رفتن داده شدند. علف های هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت به صورت نشتی و آبیاری های بعدی به صورتی انجام شد که گیاه در هیچ مرحله رشدی با تنش خشکی مواجه نشود. همچنین متوسط بارندگی سالانه در دو منطقه مشهد و دامغان به ترتیب ۲۵۲ و ۲۱۳ میلی متر بود.

پس از انجام شخم و دیسک، کاشت بذور در کرت هایی به طول ۳ متر و عرض ۱/۵ متر با فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر انجام شد. در این آزمایش صفات عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن و نیتروژن بذر اندازه گیری شدند. به منظور اندازه گیری نیتروژن در مرحله رسیدگی، از برگ و ساقه به علاوه بقایای سنبله و دانه نمونه برداری و با روش کجگلدال (Sharpe et al., 2001) اندازه گیری شد. از حاصل ضرب مقدار نیتروژن موجود در هر نمونه (بر حسب گرم در متر مربع) و وزن خشک آن نمونه (بر حسب گرم بر متر مربع) مقدار نیتروژن موجود در واحد سطح

کشاورزی دامغان (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۷۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش از ترکیب سطوح مختلف عامل رقم (شامل ۵ رقم جدید: فجر ۳۰، نصرت، بهرخ، یوسف، نیک و ۵ رقم قدیم: ریحان، ارم، افضل، نیمروز، کارون) در سطوح مختلف عامل کود نیتروژنه (۳ سطح کود نیتروژن شامل مصرف کود نرمال، ۵۰ درصد کمتر و ۵۰ درصد بیشتر از مقدار نیتروژن توصیه شده) برای جو بر اساس آزمایش خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری، بدست آمد (جدول ۱). بر اساس آزمایش خاک و مقدار ماده آلی برای منطقه مشهد و دامغان مقدار کود اوره توصیه شده به ترتیب برابر ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که بر این اساس مقدار ۵۰ درصد کمتر و بیشتر برآورد گردید (Malakoti & Gheibi, 2000). همچنین میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمایش خاک و به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار از کودهای سوپرفسفات (CaH₄(Po₄)₂) و سولفات پتاسیم (K₂SO₄) تأمین شد. تمام کود سولفات پتاسیم قبل از کشت داده

نیتروژن نسبت به سایر ارقام در جذب و انتقال نیتروژن به منظور تولید عملکرد دانه داشته باشد (جدول ۳). همچنین نتایج بررسی اثرات متقابل ارقام در دو منطقه دامغان و مشهد نشان داد که بیشترین مقدار کارایی مصرف نیتروژن در منطقه مشهد و برای ارقام افضل و نیمروز بدست آمده است (جدول ۴). در پژوهشی گزارش شد که جوهای دوردیفه در مقایسه با جوهای شش ردیفه در شرایط تنش و جوهای شش ردیفه در شرایط نرمال کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد بالایی داشتند (Barati et al., 2015). در یک مطالعه موردی نیز نتیجه گرفته شد که کارایی مصرف نیتروژن در گندم احتمالاً طی بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی و همچنین در اثر عملیات مدیریتی همانند مقادیر کاربرد کود نیتروژن افزایش می یابد (Semenov et al., 2007). در این مطالعه کاربرد کمتر از حد نرمال نیتروژن نسبت به بیشتر از حد نرمال کارایی مصرف نیتروژن را کاهش داد. در صورتی که برخی از محققین گزارش کرده اند با افزایش سطح کودهای نیتروژنه کارایی مصرف کاهش می یابد (Zemenchik and Albrecht, 2002; Marino et al., 2004; Chamani Asghari et al., 2010). به نظر می رسد افزایش کارایی مصرف در این مطالعه ناشی از دسترس بودن و تسهیل در جذب نیتروژن نسبت به شرایط کمبود نیتروژن باشد. کارایی مصرف نیتروژن با تمامی صفات مورد مطالعه همبستگی مثبت و کاملاً معنی داری نشان داد (جدول ۵) که بیانگر این موضوع است که با افزایش کارایی مصرف نیتروژن عملکرد جو نیز افزایش می یابد.

(گرم در مترمربع) محاسبه شد. کارایی نیتروژن مصرف شده و صفات مرتبط با آن بر اساس روش (Huggins et al., 1993) محاسبه شد.

(نیتروژن اولیه خاک + نیتروژن مصرف شده / عملکرد دانه = کارایی مصرف نیتروژن ذخیره نیتروژن معدنی خاک / مجموع نیتروژن کل گیاه = کارایی جذب نیتروژن مجموع نیتروژن کل گیاه / عملکرد دانه = کارایی بهره وری نیتروژن $\times 100$ (مجموع نیتروژن کل گیاه / نیتروژن کل دانه) = شاخص برداشت نیتروژن $\times 100$ (وزن خشک دانه در زمان برداشت / نیتروژن دانه) = غلظت نیتروژن دانه

پس از بررسی نرمال بودن خطاهای آزمایشی و همچنین متجانس بودن واریانس خطای آزمایشی در دو مکان مشهد و دامغان تجزیه داده ها انجام شد. تجزیه واریانس مرکب، مقایسه میانگین به روش توکی و همبستگی بین صفات از طریق نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد.

نتایج و بحث

کارایی مصرف نیتروژن

جدول ۲ نشان می دهد که اثر مکان، رقم، ازت و اثر متقابل رقم در مکان بر روی صفت کارایی مصرف نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد که نشان دهنده اثرات مختلف سطوح هر فاکتور از لحاظ این صفت می باشد. مقایسه میانگین نیز نشان داد بیشترین کارایی مصرف نیتروژن متعلق به رقم بهرخ و کمترین مقادیر آن نیز به ارقام ارم و کارون تعلق داشت. به طوری که رقم جدید بهرخ در مقایسه با دو رقم دیگر که از ارقام قدیمی جو می باشند از ۴۲ درصد کارایی مصرف بالاتری برخوردار بود. با توجه به تاثیر مثبت نیتروژن بر افزایش سطح برگها و در نتیجه افزایش فتوسنتز و استفاده بهینه از عوامل محیطی، رقم بهرخ توانسته است کارایی بیشتری در مصرف

کارایی جذب نیتروژن

اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف نیتروژن و ارقام مختلف برای کارایی جذب نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد بدست آمد بنابراین با اطمینان ۹۵ درصد تایید می شود که بین ارقام و سطوح نیتروژن برای صفت کارایی جذب نیتروژن تفاوت وجود دارد. اثرات متقابل برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد ارقام جدید کارایی جذب نیتروژن بالاتری نسبت به ارقام قدیم جو داشتند (جدول ۳). در مطالعه سایر محققین نشان داده شده که ژنوتیپ های قدیمی گندم در شرایط کمبود نیتروژن خاک کارایی بالایی در جذب نیتروژن دارا بودند، در مقابل ژنوتیپ های مدرن گندم در شرایط کاربرد نیتروژن توان جذب نیتروژن بیشتری داشتند (Hoseini *et al.*, 2013). کاربرد کود نیتروژنه ۵۰ درصد بیشتر از حد نرمال نسبت به ۵۰ درصد کمتر از حد نرمال کارایی جذب نیتروژن را افزایش داد. توانایی جذب نیتروژن به خصوصیات ارقام مربوط می باشد و همیشه با افزایش مقدار کود نیتروژن کارایی جذب افزایش نمی یابد (Hoseini *et al.*, 2013).

کارایی بهره وری نیتروژن

اثرات تمامی فاکتورها و اثر متقابل رقم در مکان بر روی صفت کارایی بهره وری نیتروژن معنی دار بود (جدول ۲). می توان این گونه عنوان کرد که ارقام مختلف در هر منطقه و در سطوح مختلف نیتروژن عکس العمل متفاوتی از لحاظ این صفات دارا هستند. همان گونه که از جدول ۴ مشخص است، بیشترین و کمترین

مقدار این صفت به ترتیب مربوط به ارقام به رخ در منطقه مشهد و افضل در دامغان می باشد به طوری که کارایی بهره وری در رقم جدید به رخ ۵۷ درصد بیشتر از رقم قدیمی افضل بود. افزایش کاربرد کود نیتروژنه باعث افزایش کارایی بهره وری نیتروژن شد که این موضوع به خاطر همبستگی مثبت این صفت با صفات کارایی مصرف و جذب نیتروژن می باشد، بطوریکه ارقام جو با جذب بالای نیتروژن توانسته اند عملکرد بالاتری تولید نمایند. بهبود ژنتیکی در ارقام گندم و یولاف برای کارایی بهره وری نیتروژن گزارش شده است (Ortiz *et al.*, 2002; Muurinen *et al.*, 2007).

شاخص برداشت نیتروژن

بر اساس تجزیه واریانس مرکب مشاهدات مشخص گردید اثر مکان، رقم و ازت بر روی شاخص برداشت نیتروژن معنی دار و اثرات متقابل بین عامل ها غیر معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین بین مکان ها نشان داد در منطقه مشهد شاخص برداشت نیتروژن نسبت به منطقه دامغان بیش تر است (جدول ۳). اغلب خاکهای کشاورزی به دلیل ناپایداری شکل های معدنی نیتروژن، از نظر میزان نیتروژن فقیر هستند. همچنین عدم جایگزینی کافی نیتروژن برداشت شده توسط گیاهان، منجر به کاهش فراهمی نیتروژن در خاک و افزایش نیاز به کوددهی نیتروژن میگردد. نمونه های خاک برداشت شده از دو منطقه و علی الخصوص از دامغان، نشان دهنده عدم وجود نیتروژن کافی در خاک می باشد (جدول ۱). بنابراین کاربرد کود نیتروژن سبب افزایش مقدار نیتروژن خاک به حد نرمال

وسپس افزایش در شاخص برداشت نیتروژن شد. به طوری که این شاخص افزایش ۴۲ درصدی را در منطقه مشهد در مقایسه با دامغان نشان داد. همچنین مشخص شد که کاربرد کود نیتروژنه کمتر از حد نرمال شاخص برداشت نیتروژن را کاهش می دهد (جدول ۳). کاهش دسترسی به ازت باعث کاهش جذب و کاهش انتقال آن به دانه ها را به دنبال دارد. افزایش شاخص برداشت نیتروژن در سطوح نرمال و ۵۰ درصد بیش تر از حد نرمال کاربرد کود نیتروژنه بدلیل همبستگی مثبت و معنی دار با سایر صفات می باشد. ارقام ارم و افضل کمترین شاخص برداشت نیتروژن را داشتند و سایر ارقام اختلافی با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). این ارقام از ارقام قدیمی جو می باشند و بیانگر پتانسیل پایین از لحاظ این صفت است.

نیتروژن بذر

تجزیه واریانس مرکب نشان داد برای صفت نیتروژن بذر اختلاف معنی داری بین مکان ها، ارقام و سطوح کاربرد کود نیتروژنه وجود دارد ولی اثر متقابل عامل ها با یکدیگر اختلافی را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین بین مکان ها نشان داد مقدار میانگین برای منطقه دامغان نسبت به مشهد از لحاظ نیتروژن بذر بیشتر است (جدول ۳). نیتروژن از جمله مهمترین عناصر مؤثر در تولید ماده خشک می باشد که در زمان پایین بودن مقدار آن در خاک، تولید و توزیع مواد فتوسنتزی برای اندام های تولید مثلی تحت تاثیر قرار می گیرد. بنابراین پایین بودن مقدار آن در خاک دامغان در مقایسه با مشهد (جدول ۱) سبب کاهش میزان فتوسنتز و انتقال نیتروژن

به بذرها شده است و بنابراین میزان نیتروژن بذرها در منطقه دامغان ۴۶ درصد کمتر از مشهد می باشد. همچنین مشخص شد که کاربرد کود نیتروژنه بیش تر از حد نرمال مقدار نیتروژن بذر را افزایش می دهد (جدول ۳). کمترین مقدار برای این صفت به رقم افضل اختصاص داشت که یک رقم قدیمی جو است و تنها با ارقام فجر ۳۰ و نیک که ارقام جدید جو هستند اختلاف معنی داری نشان داد. ارقامی که از سرعت رشد و نمو بیشتری برخوردارند و اندام های هوایی بیشتر و قوی تری تولید می کنند در زمان انتقال مجدد می توانند مواد بیشتری به بذر خود انتقال دهند لذا بذر این ارقام از نیتروژن بیشتری جهت تولید پروتئین برخوردار می باشد. در تحقیق حاضر نیز ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی جو از سرعت رشد رویشی بالاتری برخوردار بودند بطوریکه تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول پنجه، تعداد سنبله و ... بیشتری نسبت به ارقام قدیمی جو تولید نمودند (نتایج منتشر نشده) لذا ارقام جدید جو در زمان انتقال مجدد نسبت به ارقام قدیمی جو بسیار فعال تر بودند که این امر در نهایت باعث افزایش میزان نیتروژن بذر در این ارقام گردید (جدول ۳). با توجه به اینکه در غلات دانه ها فعال ترین مخازن برای اسمیلات های کربن و نیتروژن پس از گلدهی هستند (Wardlow, 1990) ارقام جدید جو با داشتن پتانسیل ذخیره ای بالاتر، نیتروژن موجود در خاک را بهتر جذب کرده و همچنین پتانسیل بالایی در انتقال مجدد نیتروژن از بخش های ذخیره ای گیاه قبل از گرده افشانی به دانه هستند (Van Sanford & MacKown, 1987).

عملکرد دانه

عملکرد دانه در جو، همانند سایر گیاهان زراعی، صفتی بسیار پیچیده است که تابع بسیاری از عوامل ژنتیکی و محیطی می باشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ازت، رقم و اثر متقابل رقم در مکان بر روی صفت عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۲). افزایش میزان مصرف کود، سبب افزایش میزان عملکرد دانه شد. میزان عملکرد دانه در مشهد بیشتر از دامغان بود، هرچند از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین آنها وجود نداشت. بررسی ارقام نیز نشان دهنده بالاتر بودن میزان عملکرد دانه در رقم جدید به

رخ با عملکرد بیش از ۶۰۷۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با سایر ارقام بود. اثر متقابل معنی دار رقم در مکان نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام نسبت به هر مکان می باشد. یعنی ارقام مختلف در هر مکان عملکرد متفاوتی تولید می کنند که این عملکرد متفاوت هم از لحاظ تغییر در رتبه و مقدار می باشد. مقایسه میانگین نشان داد که ارقام قدیمی مورد مطالعه در این آزمایش در هر دو منطقه نسبت به ارقام جدید عملکرد پایین تری نشان دادند بیشترین میزان عملکرد دانه در منطقه مشهد برای رقم یوسف (۶۵۷۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن نیز در

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه گیاه جو در شرایط مزرعه ای

Table 2- Combined analysis of variance for the investigated traits of barley under field condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	کارایی جذب		کارایی بهره‌وری		شاخص برداشت	
		نیتروژن Nitrogen use efficiency	نیتروژن Nitrogen uptake efficiency	نیتروژن Nitrogen productivity	نیتروژن Nitrogen harvest index	نیتروژن بذر Seed nitrogen content	عملکرد دانه Grain yield
مکان Location	1	2538**	0.84 ^{ns}	3900.4*	5797.0**	409294.7*	5079413 ^{ns}
اشتباه آزمایشی (۱) Error (1)	4	31.1	0.34	297.5	184.5	56048.2	6567319
رقم Variety	9	28.0**	0.30*	538.3**	518.4**	89970.1**	12706963.7**
نیتروژن Nitrogen	2	141.5**	0.55**	1471.8**	1353.8**	217376.1**	55345400.1**
رقم × نیتروژن Nitrogen × Variety	18	7.2 ^{ns}	0.18 ^{ns}	69.6 ^{ns}	82.4 ^{ns}	27616.1 ^{ns}	1311996 ^{ns}
رقم × مکان Variety × Location	9	18.0**	0.15 ^{ns}	258.2**	58.2 ^{ns}	46691.2 ^{ns}	4306084.1**
نیتروژن × مکان Nitrogen × Location	2	10.6 ^{ns}	0.13 ^{ns}	88.1 ^{ns}	95.4 ^{ns}	14432.5 ^{ns}	216765.7 ^{ns}
رقم × نیتروژن × مکان Nitrogen × Variety × Location	18	6.4 ^{ns}	0.16 ^{ns}	55.6 ^{ns}	65.5 ^{ns}	8179.2 ^{ns}	1041822 ^{ns}
اشتباه آزمایشی (۲) Error (2)	116	5.6	0.15	62.1	77.3	25327.6	1202670
ضریب تغییرات (%) CV (%)	---	7.7	15.1	19.1	13.7	19.3	21.8

ns, **, *: به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

ns, **, *: non-significant, significant at 0.01 and 0.05 probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم × مکان در شرایط مزرعه ای برای صفات مورد مطالعه

Table 4- Mean comparison for the investigated traits of barley as affected by interaction effects of variety and experimental location under field condition

مکان Location	رقم Variety	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency (kg kg ⁻¹)	کارایی بهره وری نیتروژن Nitrogen productivity (kg kg ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg ha ⁻¹)
مشهد Mashhad	ارم Eram	34.3 ^{abc}	36.95 ^{fg}	4536.60 ^{cdefg}
	ریحان Reyhan	32.18 ^{bcd}	41.60 ^{defg}	3665.30 ^{fg}
	به رخ Behrokh	34.71 ^{ab}	60.34 ^a	5808.00 ^{abcd}
	نیمروز Nimrooz	36.1 ^a	40.48 ^{efg}	3894.70 ^{efg}
	نیک Nik	35.24 ^a	51.41 ^{bc}	5873.30 ^{abc}
	نصرت Nosrat	35.48 ^a	50.20 ^{bcd}	5677.80 ^{abcd}
	فجر-۳۰ Fajr-30	33.70 ^{abc}	47.55 ^{bcde}	5922.20 ^{abc}
	افضل Afzal	36.20 ^a	52.58 ^{ab}	4939.30 ^{bcdef}
	یوسف Yousef	35.11 ^a	41.40 ^{defg}	6579.30 ^a
	کارون Karoon	31.80 ^{cd}	37.93 ^{efg}	5082.00 ^{abcdef}
دامغان Damghan	ارم Eram	25.46 ^{gh}	34.89 ^{gh}	3941.50 ^{efg}
	ریحان Reyhan	26.18 ^{fgh}	33.87 ^{gh}	4344.50 ^{defg}
	به رخ Behrokh	29.82 ^{de}	46.50 ^{bcdef}	6333.90 ^{ab}
	نیمروز Nimrooz	27.13 ^{efg}	38.60 ^{efg}	5098.00 ^{abcdef}
	نیک Nik	27.56 ^{efg}	37.18 ^{fg}	5364.30 ^{abcd}
	نصرت Nosrat	28.68 ^{ef}	42.31 ^{cdef}	5955.90 ^{abc}
	فجر-۳۰ Fajr-30	27.60 ^{efg}	36.54 ^g	5341.80 ^{abcd}
	افضل Afzal	24.19 ^h	25.93 ^h	3152.30 ^g
	یوسف Yousef	27.44 ^{efg}	37.64 ^{efg}	5184.80 ^{abcd}
	کارون Karoon	25.31 ^{gh}	32.92 ^{gh}	3904.60 ^{efg}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین میانگین ها از نظر آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد.

Similar letter(s) in each column indicate no significant difference between means based on Duncan multiple test at 0.05 probability level

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Table 5- Correlation coefficient between the investigated traits

صفات Traits	عملکرد دانه Grain yield	نیترژن بذر Seed nitrogen content	شاخص برداشت نیترژن Nitrogen harvest index	کارایی بهره‌وری نیترژن Nitrogen productivity	کارایی جذب نیترژن Nitrogen uptake	کارایی مصرف نیترژن Nitrogen use efficiency
نیترژن بذر Seed nitrogen content	0.67**					
شاخص برداشت نیترژن Nitrogen harvest index	0.76**	0.77**				
کارایی بهره‌وری نیترژن Nitrogen productivity	0.44**	0.62**	0.78**			
کارایی جذب نیترژن Nitrogen uptake efficiency	0.45**	0.30**	0.43**	0.44**		
کارایی مصرف نیترژن Nitrogen use efficiency	0.67**	0.60**	0.78**	0.72**	0.52**	

** : معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱

در مطالعات مختلف گزارش شده است (Montemurro *et al.*, 2006). ارتباط میان صفات مطالعه شده با عملکرد دانه در جو مثبت و معنی دار بود (جدول ۵). رابطه مثبت و معنی دار عملکرد با تمامی صفات مطالعه شده نشان دهنده پتانسیل بالای این صفات در تعیین عملکرد دانه ارقام مختلف جو می باشد. پژوهشگران گزارش کرده اند که همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و جذب کل نیترژن در شرایط محدود مناطق مدیترانه ای وجود دارد (Cossani *et al.*, 2012; Barati *et al.*, 2015).

نتیجه گیری کلی

در این پژوهش آزمون کای اسکوئر مشخص نمود که واریانس ها در دو مکان همگن بوده و می توان آن ها را تجزیه مرکب نمود. نتایج تجزیه مرکب آشکار نمود که اثر کود نیترژنه و رقم برای تمامی صفات مورد مطالعه کاملاً معنی دار

منطقه دامغان و در رقم افضل (۳۱۵۲ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۴). برتری ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی ناشی از بهبود خصوصیات عملکردی آن ها از لحاظ ژنتیکی می باشد، بنابراین ارقام جدید پتانسیل ژنتیکی مطلوب تری دارند (Gabriella *et al.*, 2003). یکی از ویژگی های ارقام پرمحصول جدی، افزایش بیشتر ماده خشک پس از ساقه دهی است (AbdelGhani *et al.*, 2005). مقایسه میانگین صفت عملکرد دانه برای عامل ازت نشان داد که کاهش مقدار نیترژن و افزایش نیترژن خاک نسبت به شرایط نرمال تفاوت قابل توجهی در عملکرد ایجاد می کند بطوریکه کاربرد نیترژن بصورت ۵۰ درصد بیشتر از شرایط معمولی بیشترین عملکرد دانه را تولید نموده است (جدول ۳). اثرات فراهمی نیترژن بر عملکرد جو

نهاده ها و جلوگیری از هدررفت نیتروژن منجر می شود. با توجه به برتری ارقام جدید نسبت به ارقام قدیم از لحاظ عملکرد در هر دو منطقه، استفاده از ارقام جدید برای کشت مطلوب تر است اما با توجه به عکس العمل متفاوت ارقام در مناطق مشهد و دامغان بایستی برای هر منطقه یک نوع رقم انتخاب گردد. از این رو باید پایداری عملکرد ارقام در هر منطقه در طی چند سال مورد آزمون قرار گیرد تا بتوان با اطمینان یک نوع رقم را به عنوان رقم سازگار معرفی نمود.

و اثرمتقابل مکان در رقم برای صفات کارایی مصرف نیتروژن، کارایی بهره وری نیتروژن و عملکرد معنی دار و سایر اثرات متقابل معنی دار نبود. مقایسه میانگین نشان داد ارقام جدید کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد بالاتری نسبت به ارقام قدیمی دارند. تمام صفات مورد مطالعه ارتباط مثبت و معنی داری با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج آشکار کرد، بهبود کارایی مصرف نیتروژن یک استراتژی کلیدی جهت پیشرفت سیستم های کشاورزی پایدار است که به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل

References

- AbdelGhani, H. A., Parzies, K., Ceccarelli, S., Grando, S., and Geiger, H. H. 2005. Estimation of quantitative genetic parameters for out crossing-related traits in barley. *Crop Science*, 45: 98-105.
- Anbessa, Y., Juskiw, P., Good, A., Nyachiro J., and Helm, J. 2009. Genetic variability in nitrogen use efficiency of spring barley. *Crop Science*, 49:1259–1269.
- Barati, V. H. Ghadiri, S. Zand-Parsa and N. Karimian. 2015. Nitrogen and water use efficiencies and yield response of barley cultivars under different irrigation and nitrogen regimes in a semi-arid Mediterranean climate. *Agronomy and Soil Science*, 61: 15–32.
- Beatty, P. H. Y. Anbessa, P. Juskiw, R. T. Carroll, J. Wang and A. G. Good. 2010. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber. *Annals of Botany*, 105: 1171–1182.
- Campbell, C. A. F. Selles, R. P. Zentner and B. G. Mc Conkey. 1993. Available water and nitrogen effects on yield components and grain nitrogen of zero-till spring wheat. *Agronomy Journal*, 85:114–120.
- Chamani asghari, T. Mahmoodi, S. Rashedmohasel, M. H. and Zamani, Gh, R. 2010. Effect of competition on nitrogen absorb and use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena fatua* L.) at vegetative growth stage. *Electronic Journal of Crop Production*, 3: 81-96. (In Persian with English Summary).

- Cossani, C. Slafer, M. G. A. and Savin, R. 2012. Nitrogen and water use efficiencies of wheat and barley under a Mediterranean environment in Catalonia. *Field Crops Research*, 128:109-118.
- Dawson, J. C. Huggins, D. R. and Jones, S. S. 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 Research*, 107: 89-101.
- Dordas, C. 2012. Variation in dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in barley as affected by fertilization, cultivar, and source-sink relations. *European Journal Agronomy*, 37: 31-42.
- FAO. 2015. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.
- Gabriella, A. Daneil, L. Calderini, F. and Slaffer, C. A. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in argentina (1944-1998). Springer Netherland. *Agronomy Journal*, 82: 325-334.
- Hasegawa, R. H., Fonseca, H. Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammas, E. A. Reis, T. A. and Correia, B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*, 19: 36-43.
- Hoseini, R. Galeshi, S. Soltani, A. Kalateh, M. and Zahed, M. 2013. Effect of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency indexes in wheat variety (*Triticum aestivum* L.) *Iranian Journal of Agronomy Researches*, 11: 300-306. (In Persian).
- Huggins, D. R and W. L. Pan. 1993. Nitrogen efficiency component analysis: an evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal*, 85: 898-905.
- Khodarahmi, M. Amini, A. and Bihamta, M. R. 2006. Study of trait correlation and grain yield path analysis in triticale. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37: 77-83. (In Persian).
- Lapitan, N. L. Hess, V. A. Cooper, B. Botha, A. M. Badillo, D. Iyer, H. Menert, M. Close, T. Wright, L. Hanning, G. et al. 2009. Differentially expressed genes during malting and correlation with malting quality phenotypes in barley (*Hordeum vulgare* L. . *Theoretical and Applied Genetics*, 118: 937-952.
- Malakooti, M. J. and Gheibi, M. N. 2000. Determination of critical levels of nutrients in soil, plants and fruit in order to increase the yield and quality of strategic products. Agricultural education press. Karaj. (In Persian).
- Marino, M. A. Mazzanti, A. Assuero, S. G. Gastral, F. Echeverria, H. E. and Andrade, F. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agronomy Journal*, 96: 601-607.

- Marschner, H. 2011. Mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. London: Academic.
- Ministry of Agriculture Jihad (MAJ. 2013). Communications and information technology center. Available at Web site <http://amar.maj.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=117564e0-507c-4565-9659-fbabfb4acb9b>.
- Montemurro, F. Maiorana, M. Ferri, D. and Convertini, G. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and sources of N fertilization. *Field Crops Research*, 99: 114–124.
- Muurinen, S. J. Kleemola and P. Peltonen-Sainio. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency. *Agronomy Journal*, 99: 441-447.
- 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.
- Semenov, M. A. Jamieson, P. D. and Martre, P. 2007. Deconvoluting nitrogen use efficiency in wheat: A simulation study. *European Journal of Agronomy*, 26: 283-294.
- Sharpe, R. R. Harper, L. A. Giddens, J. E. and Langdale, G. W. 2001. Nitrogen use efficiency and nitrogen budget for conservation tilled wheat. *Soil Science Society American Journal*, 52: 1349 - 1398.
- Ullrich, S. 2011. Significance, adaptation, production and trade of barley. In: Ullrich S, editor.
- Van Sanford, D. A and MacKown, C. T. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain fill in soft red winter wheat. *Crop Science*, 27: 295–300.
- Wardlaw, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. *New Phytologist Journal*, 116: 341-381.
- Zemenchik, R. A. and K. A. Albrecht. 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky bluegrass, smooth brome grass, and orchard grass. *Agronomy Journal*, 94: 421-428.

Consideration of nitrogen rate effect on nitrogen use efficiency of barely cultivars in Mashhad and Damghan conditions

F. Fanoodi^{*1}, H. R. Khazaie², M. Kafi², M. Goldani³

1. PhD of Agronomy- Azad University of Damghan . (Corresponding author)
2. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad

Received: July 2017 Accepted: April 2018

Extended Abstract

Fanoodi, F., Khazaie, H. R. , Kafi, M. , Goldani , M. , Consideration of nitrogen rate effect on nitrogen use efficiency of barely cultivars in Mashhad and Damghan conditions
Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 3, 2017 1-3: 1-13(in Persian)

Introduction: Barely (*Hordeum Vulgare* L.) is one of the major grain crops from cereal family, which is the world's fourth most important crop in terms of cultivation area and yield production after wheat, corn and rice. Iran's share of world barely production is 2.7 million hectares, representing almost 1.86 % of total global barley production, according to Ministry of Agriculture Jihad statistics (2013). Nitrogen is one of the most important nutritional elements with a high consumption rate, which plays a pivotal role in the vital processes of plants. Lack of nitrogen is associated with the more significant limitation in producing crops compared to the other natural elements. Over-consumption of nitrogen fertilizer harms the environment, while it also has an intense restrictive effect on microorganism diversity and yield of the crops' roots. Furthermore, less consumption of nitrogen than the required amount might be associated with the diminished yield of the crops (Beatty et al., 2010). To increase the efficiency of nitrogen consumption, we need nitrogen management strategies, traditional methods of plant breeding and biotechnology. The aim of this study was to evaluate the effects of different levels of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of old and new barely cultivars in the two regions of Mashhad and Damghan.

Email address of the corresponding author: Farzadfanoodi@yahoo.com

Materials and Methods: The study was conducted at the research farms of Ferdowsi University of Mashhad and university of Agricultural Sciences of Damghan, Iran in the crop year of 2014-2015, using a factorial design based on completely random blocks with three replicas. Experimental treatments were combination of barley cultivars (five new cultivars: Fajr 30, Nosrat, Behrokh, Yousef and Nik, and five old cultivars: Reyhan, Eram, Afzal, Nimrooz and Karoon) and different levels of nitrogen fertilizer based on soil test from depth of 0-30 cm (the consumption of normal fertilizer, 50% less and 50% more than the recommended amount of nitrogen for barely). In this experiment, in addition to yield attributes, traits such as nitrogen use efficiency, nitrogen uptake efficiency, nitrogen productivity, nitrogen harvest index and seed nitrogen content were measured.

Results and Discussion: The results of combined analysis of variance indicated that the effect of nitrogen fertilizer and cultivar was significant on the all studied traits. While the interaction of the location and cultivar was significant for nitrogen use efficiency, nitrogen productivity and yield, the other interactions were not found to be significant. The lower application of nitrogen than normal was compared with its excessive consumption, which indicated a reduction in the nitrogen utilization efficiency, uptake efficiency, productivity, harvest index, and nitrogen seed content in all the studied barely cultivars. The new barely cultivars exhibited higher nitrogen use efficiency than the old cultivars. Furthermore, maximum and minimum nitrogen use efficiency were respectively recorded for Behrokh cultivar at Mashhad region and Afzal cultivar at Damghan region, where nitrogen use efficiency of new cultivar of Behrokh was 57 % more than that of Afzal old cultivar. Accordingly, level of nitrogen use efficiency under the climate of Mashhad was approximately 33% higher than Damghan. The highest nitrogen uptake efficiency and harvest index were observed in Behrokh and Eram cultivars, respectively. In addition, maximum and minimum content of nitrogen in the seeds were registered for the cultivars of Nik and Afzal, respectively, so that the seed nitrogen content of Nik new cultivar was 22% higher than Afzal old cultivar. Comparison of average grain yield across the regions showed that the old cultivars consistently produced lower grain yield as compared to new ones where Yousef new cultivar gave the highest grain yield (6573 kg ha⁻¹) in Mashhad and old Afzal cultivar had the lowest grain yield (3152 kg ha⁻¹) in Damghan. Superiority of new cultivars compared to old cultivars could be attributed to their genetic enhancement in terms of yield production (Gabiella *et al.*, 2003). It is also notable that all the studied features in the current research had significant positive associations with seed yield performance. Given the variable response of the cultivars in Mashhad

and Damghan, different cultivars should be tested to identify those cultivars that are adapted to the climatic conditions of each region.

Keywords: New cultivars, Combined analysis, Yield, nitrogen utilization efficiency

References

- Beatty, P. H. Y. Anbessa, P. Juskiw, R. T. Carroll, J. Wang and A. G. Good. 2010. Nitrogen use efficiencies of spring barley grown under varying nitrogen conditions in the field and growth chamber. *Annals of Botany*, 105: 1171–1182.
- Gabriella, A. Daneil, L. Calderini, F. and Slaffer, C. A. 2003. Genetic improvement of barley yield potential and physiological determinants in argentina (1944-1998). Springer Netherland. *Agronomy Journal*, 82: 325-334.
- Ministry of Agriculture Jihad (MAJ. 2013). Communications and information technology center. Available at Web site <http://amar.maj.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=117564e0-507c-4565-9659-fbabfb4acb9b>.