مجله علمی-پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات
جلد ۱۳، شماره ٤، زمستان ۱۳۹٦، صفحات ۱۰۷-۹۷

ISSN NO: 2008-8485

اثر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت بذور گندم

Effect of nitrogen fertilizer levels and plant density on wheat seeds quantity and quality

جواد حمزه‌ئی[۱]، سید محسن سیدی[۲]،افشار آزادبخت*[۳]، ایوب فصاحت[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰٤/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۰٦/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزا عملکرد گندم آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل سطوح کودی (٤۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و تراکم‌های بوته (۱۵۰، ۳۰۰ و ٤۵۰ در مترمربع) بودند. بر اساس تجزیه داده‌ها، اثر کود و تراکم بر کلیه صفات به‌جز شاخص برداشت معنی‌دار شد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش کود نیتروژن ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص کلروفیل و درصد پروتئین افزایش یافتند، اما با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص کلروفیل و درصد پروتئین کاهش یافتند. صفاتی همانند تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل کود در تراکم قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد پروتئین (به ترتیب ۵۰۰ و ٦۸/۵۰ گرم در مترمربع) در تیمار ۱٦۰ کیلوگرم کود نیتروژن تراکم در ۳۰۰ بوته در مترمربع به دست آمد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای دستیابی به بیشترین عملکرد دانه و عملکرد پروتئین گندم مناسب است.

کلمات کلیدی: پروتئین، شاخص کلروفیل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن.

www.iapb.kiau.ac.ir

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

۲- دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان.

۳- دانش آموخته دکتری علوم علفهای هرز دانشگاه محقق اردبیلی.

*- مکاتبه کننده E-mail: Afsharazadbakht@uma.ac.ir

مجله علمی - پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج

مقدمه

گندم یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان زراعی ایران و جهان می‌باشد که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی غذایی انسان‌ها را تأمین می‌کند، این محصول با تأمین بیش از ۴۰ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز بدن در جیره غذائی جامعه ایرانی، از اهمیت زیادی برخوردار است (Yoseftabar *et al*., 2012). ارقام مختلف گندم از نظر درصد پروتئین و ارزش غذایی با هم متفاوت هستند و کیفیت هیچ‌کدام با دیگری یکسان نیست. همین تفاوت‌ها سبب می‌شود که آردهای حاصل از ارقام مختلف از نظر کمیت، کیفیت ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های عملکردی تفاوت‌های قابل‌توجهی با یکدیگر داشته باشند. کمیت و کیفیت پروتئین گندم از عوامل اصلی تعیین‌کننده کیفیت نانوایی آن می‌باشد که تحت تأثیر ژنتیک و شرایط محیطی هستند (Marinciu, 2007). برخی محققین با بررسی واریته‌های قدیمی و جدید گندم بیان کردند، که افزایش عملکرد با تغییری اساسی هم در اجزای عملکرد و هم در خصوصیات مورفولوژیکی گیاه همراه بوده است. به‌عبارتی‌دیگر باگذشت زمان واریته ها مورد بررسی با سرعت بیش‌تری رشد کردند، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه کاهش یافت و تعداد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت در مقایسه با واریته‌های قدیمی افزایش یافت (Guarda *et al*., 2004).

نیتروژن به دلیل وظایف متعددی که در فرآیندهای حیاتی گیاه دارد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را با محدود مواجه می‌کند نیتروژن از طریق افزایش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه موجب افزایش عملکرد گندم می‌شود. به‌طورکلی اجزاء عملکرد در گندم تحت تأثیر مستقیم نیتروژن می‌باشند (Hatfield *et al*., 2004). نیتروژن یکی از عناصر غذایی پرمصرف در ساختار گیاهان بوده و کمبود آن در گیاهان مختلف در جهان بسیار شایع می‌باشد. هاولین و همکاران (Havlin *et al*., 2004) در بین عناصر غذایی که به‌صورت کود به خاک افزوده می‌شوند، نیتروژن را از لحاظ مقدار مصرف در رتبه اول اعلام نمودند. اگرچه به کمک کودهای شیمیایی در کوتاه‌مدت می‌توان عملکردهای بالایی داشت اما با استفاده مداوم از این کودها پایداری، حاصلخیزی خاک و سلامت محیط‌زیست تهدید می‌شود. امروزه کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی، یکی از راهکاری مؤثر برای تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح مطلوب می‌باشد (Sharma *et al*., 2006). در آزمایشی بر روی اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد سه رقم گندم در کرمان گزارش شد که ارقام از نظر وزن خشک اندام‌های هوایی اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند، به‌طوری‌که رقم تجن با ۱۷۳۷ گرم در مترمربع حداکثر و رقم روشن با ۱۱۶۳ گرم در مترمربع حداقل تجمع ماده خشک در واحد سطح را در مرحله گرده‌افشانی داشتند (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴).

یکی از عوامل موفقیت در تولید محصول، تراکم بهینه در واحد سطح است. اگر میزان تراکم بوته بیش‌ازحد بهینه باشد عوامل محیطی موجود از جمله رطوبت، نور و مواد غذایی در حد بهینه در اختیار هر بوته قرار نمی‌گیرد و برعکس چنانچه تراکم بوته کمتر از حد مطلوب باشد از امکانات محیطی موجود به نحو مطلوب استفاده نمی‌شود که خود باعث کاهش محصول می‌گردد. با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک به‌صورت خطی افزایش می‌یابد (باور، ۱۳۸۶). برخی محققین گزارش نمودند، با افزایش تراکم بوته از ۲۰۰ به ۲۵۰ و ۴۰۰ به ترتیب شاخص برداشتی معادل ۳۲، ۳۴ و ۳۵ درصد به دست آمد که افزایش تدریجی شاخص برداشت با افزایش تراکم به دلیل افزایش عملکرد اقتصادی قابل توجیه بود(Arduini *et al*., 2006). در آزمایشی با افزایش تراکم صفت تعداد سنبله در مترمربع افزایش یافت درحالی‌که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاهش یافت (باور، ۱۳۸۶). بر اساس برخی مطالعات وزن دانه بیش‌تر تحت کنترل ژنتیکی است (Giovanni *et al*., 2004). تعداد سنبله در واحد سطح عموماً مهم‌ترین جزء عملکرد برای گندم محسوب می‌شود و تراکم زیاد معمولاً سبب افزایش تعداد سنبله در واحد سطح می‌شود.

با استناد به سودمندی مدیریت زراعی که توسط مطالعات پیشین تأییدشده، ممکن است این امر، یعنی استفاده از مدیریت به‌زراعی، یک فرصت استثنایی در سیستم‌های زراعی، به‌ویژه در مقابل افزایش روزافزون جمعیت، تهدید محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های تولید باشد. بنابراین به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت بذور گندم مطالعه حاضر در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت.

www.iapb.kiau.ac.ir

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا واقع در همدان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۱ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۴ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی انجام شد. میانگین بارش سالانه این منطقه ۳۳۵ میلی‌متر و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۸۰ متر بوده و از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک محسوب می‌شود. خاک محل اجرای آزمایش شنی رسی و دارای ماده آلی ۱/۰۳ با اسیدیته ۷/۲۱ بود. همچنین نیتروژن کل ۰/۱ درصد و فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب ۲۳/۲ و ۳۱۳/۱ قسمت در میلیون بودند.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح کودی ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (منبع اوره) و تراکم‌های ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع بودند. پس از انجام عملیات شخم و دیسک در شهریور سال ۱۳۸۹، کرت بندی صورت گرفت. طول هر کرت ۶ متر با عرض ۳ متر بود، به‌طوری‌که در هر کرت ۱۵ خط کشت وجود داشت. کشت به‌صورت دستی به عمق تقریبی ۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری و مبارزه با آفات و علف‌های هرز بر اساس نیاز مزرعه انجام گردید.

کود نیتروژن در نسبت‌های متفاوت برای هر کرت استفاده شد. اولین کود به‌صورت سرک به میزان یک‌سوم کود نیتروژن هم‌زمان با اولین آبیاری در مرحله‌ی کاشت و دومین کود سرک به میزان یک‌سوم کود نیتروژن اواخر دوره پنجه‌زنی و سومین کود سرک معادل یک‌سوم کود نیتروژن مقارن با اوایل گلدهی مصرف شد. کود دهی همراه آبیاری انجام گرفت. در طول فصل رشد با توجه به شرایط آب و هوایی و شرایط فنولوژیک گندم در طول دوره‌ی رشد، در کل ۸ نوبت آبیاری اعمال شد.

عملیات برداشت در اواخر تیرماه سال ۱۳۹۰ انجام شد. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، و وزن هزار دانه از طریق ۱۰ نمونه تصادفی برداشت‌شده از هر کرت اندازه‌گیری شدند. برای تعیین صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نیز دو مترمربع از هر واحد آزمایشی با رعایت اثر حاشیه (دو ردیف کاشت از طرفین و نیم متر از بالا و پایین خطوط کاشت) برداشت شد. شاخص کلروفیل نیز توسط دستگاه کلروفیل‌سنج ۵۰۲ (SPAD 502) ارزیابی شد. درصد پروتئین دانه هم از روش کجلدال و در آزمایشگاه تحقیقاتی فیزیولوژی دانشکده کشاورزی تعیین شد. کارایی مصرف نیتروژن از میزان عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به نیتروژن مصرف‌شده بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید (Fan *et al.*, 2004). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver (9.1) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات کود نیتروژن و تراکم بوته بر کلیه صفات به‌جز شاخص برداشت معنی‌داری بودند. اثر متقابل تراکم در کود نیز بر صفات تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین معنی‌دار شد (جدول ۱).

ارتفاع بوته

با افزایش مقدار نیتروژن، ارتفاع بوته افزایش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع بوته (۹۴/۶۷ سانتی‌متر) با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۲).

با افزایش تراکم بوته، رقابت بین اندام‌های هوایی گندم برای به دست آوردن نور و مواد غذایی، بالا می‌رود و گیاهان برای به دست آوردن نور، با یکدیگر رقابت کرده و طول اندام‌های خود را افزایش می‌دهند (Moraditochaee *et al.*, 2012). محققان در بررسی کشت دو منظوره گندم گزارش کردند که با افزایش بذر از ۱۳۰ به ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته حدود ۵ درصد افزایش یافت (چایی‌چی، ۱۳۸۳). در یک بررسی افزایش تراکم ذرت، ارتفاع بوته را افزایش داد (Moraditochaee *et al.*, 2012). در مطالعه دیگر در بابونه، افزایش تراکم بوته سبب کاهش ارتفاع بوته شد(Dadkhah *et al.*, 2009). افزایش رقابت بین بوته‌ها برای به‌دست آوردن نور دلیل افزایش ارتفاع بوته گیاه در اثر تراکم‌های بالا بیان شده است (Namvar *et al.*, 2011).

در تراکم‌های مختلف بوته نیز بیشترین ارتفاع بوته (۹۵/۰۸ سانتی‌متر) در تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۳).

www.japb.iau.ac.ir

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر نیتروژن و تراکم بوته بر برخی ویژگی‌های گندم.

Table 1. Analysis of variance of nitrogen and plant density on some of wheat characteristics .

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)										
		درصد پروتئین Protein percentage	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	تعداد سنبله در متر مربع Number of spikes per square meter	ارتفاع بوته plant height	عملکرد پروتئین Protein yield	کارایی مصرف نیتروژن Nitrogen use efficiency
تکرار Replication	2	1.40 ns	17.52 ns	6.08 ns	289 ns	139 ns	48.02 ns	3.08 ns	89.69**	91.44 ns	33.68ns	22.51 ns
نیتروژن Nitrogen	3	9.14**	60.33**	47.62 ns	48106**	151904**	57.51*	53.85*	20924**	139.46*	1437.77**	3013.95**
تراکم بوته Density	2	4.34*	128.11**	49.37 ns	52331**	438681**	73.69*	153.58**	40248**	353.44**	515.16**	847.87**
نیتروژن × تراکم بوته Nitrogen × Density	6	0.11 ns	2.66 ns	78.62 ns	5781*	6170 ns	1.65 ns	5.32 ns	3905*	8.77 ns	95.04*	170.35*
خطای آزمایشی Error	22	1.08	10.89	108.72	1907	20489	19.51	14.32	1518	39.29	26.61	56.89
ضریب تغییرات(%) C.V		8.63	8.06	10.42	11.92	16.06	12.02	16.45	7.01	7.00	11.59	17.42

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر نیتروژن بر برخی ویژگی‌های مورد بررسی گندم.

Table 2. Average comparison of nitrogen effect on some of the studied characteristics of wheat.

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen (kg. ha^{-1})	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g.m^{-2})	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (g)	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	پروتئین (٪) Protein
40	38.00^{c}	746^{b}	34.22^{b}	21.00^{b}	85.33^{b}	11.00^{c}
80	40.00^{bc}	820^{b}	35.56^{b}	21.55^{b}	88.00^{b}	11.60^{bc}
120	41.67^{ab}	969^{a}	37.00^{ab}	23.00^{ab}	89.89^{ab}	12.36^{ab}
160	44.11^{a}	1037^{a}	40.11^{a}	26.44^{a}	94.67^{a}	13.33^{a}

www.iapb.kiau.ac.ir

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج جدول میانگین مربعات نشان داد که نیتروژن و تراکم بوته تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر عملکرد بیولوژیک داشتند. همچنین اثر متقابل این عوامل بر این ویژگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. بیشترین و کمترین میزان تعداد سنبله در مترمربع در تیمارهای ۴۵۰ بوته در مترمربع و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن (N3D3) و ۱۵۰ بوته در مترمربع و مصرف ۴۰ کیلوگرم کود (N1D1) به دست آمد (به ترتیب ۶۴۰ و ۴۱۰ سنبله در مترمربع) (جدول‌های ۲ و ۳). نیتروژن از عناصر مورد نیاز برای باروری پنجه‌های غلات است که سبب افزایش میزان تعداد سنبله در مترمربع می‌شود (عدالت و همکاران، ۱۳۸۵). در این مطالعه نیز با افزایش کود نیتروژن بر میزان این ویژگی افزوده شد. همچنین، افزایش میزان بذر مصرفی می‌تواند تعداد سنبله در واحد سطح را زیادتر کند.

تعداد دانه در سنبله

در سطوح مختلف کود نیتروژن، با افزایش مقدار نیتروژن، تعداد دانه در سنبله افزایش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری‌که حداکثر تعداد دانه در سنبله در مصرف نیتروژن ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار، با میانگین ۲۶/۴۴ دانه در سنبله به دست آمد، به عبارتی با افزایش میزان نیتروژن، تعداد دانه در سنبله افزایش یافت (جدول ۲). طبق مطالعه پژوهشگران با افزایش میزان نیتروژن تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (عدالت و همکاران، ۱۳۸۵). برخی محققین نیز افزایش تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته را بر اثر افزایش کاربرد نیتروژن گزارش کردند (Namvar *et al.*, 2009). تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع با تعداد ۲۶/۲۵ دانه در سنبله دارای حداکثر تعداد دانه در سنبله بود یعنی با افزایش تراکم، میانگین تعداد دانه در سنبله، کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد، افزایش رقابت گیاهی، بسته شدن زودتر سایه‌انداز گیاهی در صورت افزایش تراکم بوته سبب عدم توزیع مناسب تشعشع نوری در جامعه گیاهی و کمبود مواد غذایی قابل دسترس شده و این افزایش رقابت برای پر کردن دانه‌ها، کاهش تعداد دانه در غلاف را به همراه داشته است. در مطالعه‌ای تعداد دانه در غلاف کلزا با کاهش تراکم بوته و کاربرد کود نیتروژن افزایش یافت (بنی سعیدی و مدحج، ۱۳۸۹)

وزن هزار دانه

در این آزمایش بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۴۰/۱۱ گرم با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، و کمترین مقدار این صفت به میزان ۳۴/۲۲ گرم در مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). این امر نشان می‌دهد که با افزایش مقدار نیتروژن وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. نتایج این بررسی با نتایج برخی مطالعات (حسن‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸) مطابقت دارد. بین تراکم‌های مختلف، تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع با میانگین ۳۹ گرم دارای بیشترین وزن هزار دانه بود (جدول ۳). با افزایش تراکم کاشت تعداد سنبله در واحد سطح افزایش یافته و تعداد دانه بیشتری در هر سنبله وجود خواهد داشت، بنابراین به دلیل ناکافی بودن مواد فتوسنتزی برای پر کردن دانه‌ها، به‌طور معمول میانگین وزن دانه‌ها کاشته می‌شود و در نتیجه همبستگی منفی بین تراکم بوته و وزن هزار دانه ایجاد می‌شود (Hassanzadeh Ghort Tappeh *et al.*, 2009).

عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول میانگین مربعات نشان داد که کود و تراکم تأثیر معنی‌داری ($P<0.05$) بر عملکرد بیولوژیک داشتند. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۱۰۲۷ گرم در مترمربع با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). در آزمایشی با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن عملکرد بیولوژیک گندم افزایش یافت (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴) که این نتیجه تأثیر بسیار مهم نیتروژن به‌عنوان یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاه در فرآیندها و ساختار گیاهی را به‌خوبی نشان می‌دهد. همچنین در تیمارهای مربوط به تراکم‌های کشت مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۱۰۶۵ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار ۴۵۰ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد بیولوژیک (۶۸۶ گرم در مترمربع) مربوط به تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). در مطالعه‌ای گزارش شد که با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک به‌صورت خطی افزایش یافت (باور، ۱۳۸۶).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایش(کود و تراکم بوته) تأثیر معنی‌داری در سطح

www.iapb.kiau.ac.ir

احتمال یک درصد بر عملکرد دانه داشتند، همچنین این ویژگی در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر اثر متقابل کود در تراکم قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه گندم (۵۰۰ گرم در مترمربع) در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و کود ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، ولی اختلاف معنی‌داری بین این تیمار با تیمارهای تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و کود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع و کود ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع و کود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد (جدول ۴).

مصرف صحیح و متناسب کودهای نیتروژن، عملکرد دانه گندم را به‌طور عمده از طریق افزایش تعداد سنبله در واحد سطح بالا می‌برد و افزایش تعداد دانه در سنبله نقش کم‌تری در بالا بردن عملکرد داشت. گیووانی و همکاران (Giovanni *et al.*, 2004). همچنین برخی از محققان مشاهده نمودند که با مصرف مقادیر بیش‌تر کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت (شهسواری و صفاری، ۱۳۸۴). اغلب پژوهش‌ها در ارتباط با تأثیر تراکم بر عملکرد گندم نشان می‌دهد که عملکرد با افزایش تراکم تا تراکم‌های متوسط افزایش و پس از آن ثابت می‌ماند و فقط ممکن است در تراکم‌های خیلی زیاد کاهش یابد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ استوگارد و همکاران Stougaard *et al.*, 2004)، ولی دیگر محققان اسچیلینگر(Schillinger, 2005) گزارش نمودند که تراکم هیچ تأثیری بر عملکرد گندم بهاره آن هم در شرایط دیم به دلیل افزایش مقدار سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله نداشت و تعداد سنبله بیش‌تر در هر بوته برای تراکم کم، کاهش تعداد بوته در واحد سطح را به‌طور پایداری جبران کرد.

شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص کلروفیل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر کود و تراکم قرار گرفت ولی اثر متقابل کود در تراکم بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین میزان شاخص کلروفیل (۴۴/۱۱) در بالاترین سطح کود نیتروژن مشاهده شد که احتمالاً به دلیل مشارکت عنصر در روند ساخت کلروفیل می‌باشد. از آنجایی که نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، ازاین‌رو افزایش در میزان آن در محیط رشد گیاه، به افزایش میزان کلروفیل منجر شد. همچنین مشاهده‌شده که با کاهش تراکم بوته بر میزان ویژگی شاخص کلروفیل افزوده‌شده که می‌توان دلیل این امر را به‌واسطه رقابت بیشتر بوته‌ها در تراکم بالاتر نسبت به عوامل مختلفی مانند نیتروژن نسبت داد (Yoseftabar *et al.*, 2012).

درصد پروتئین

اثر تیمارهای کودی و تراکم مختلف کشت بر درصد پروتئین، متفاوت بود به‌طوری‌که با افزایش مقدار کود درصد پروتئین افزایش یافت (جدول ۲). بر اساس مطالعات قلی‌پور و همکاران افزایش مصرف نیتروژن موجب افزایش پروتئین دانه می‌شود ولی افزایش تراکم موجب کاهش درصد پروتئین شده است (جدول ۳) (Gholipoori *et al.*, 2012). در تراکم‌های پایین نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار خواهد گرفت و درصد نیتروژن دانه بالا رفته و در نهایت باعث بهبود پروتئین دانه می‌شود. با وجود این‌که به‌همرا افزایش مقدار بذر، مقدار جوانه‌زنی و تراکم بوته، به‌طور خطی افزایش می‌یابد اما این موضوع به‌طور معنی‌دار باعث کاهش پروتئین دانه شده هرچند میزان عملکرد پروتئین در هکتار افزایش می‌یابد(Hiltbrunner *et al.*, 2007).

عملکرد پروتئین

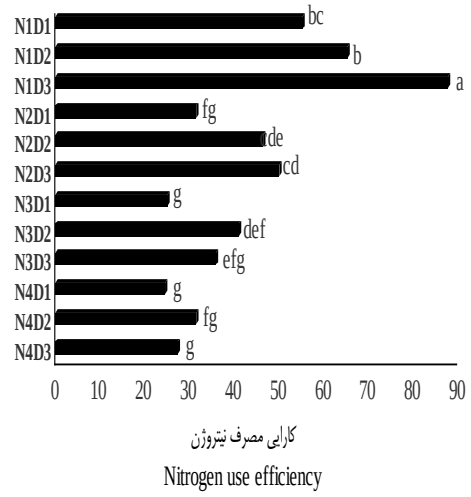
اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر متقابل کود و تراکم بوته، در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد پروتئین در تیمار ۳۰۰ بوته در مترمربع و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن (N4D2) به دست آمد که با تیمار ۳۰۰ بوته در مترمربع و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کمترین میزان عملکرد پروتئین (۲۶/۱۴ گرم در مترمربع). نیز در تیمار ۱۵۰ بوته در مترمربع و مصرف ۴۰ کیلوگرم کود (N1D1) به دست آمد با افزایش مقدار کود علاوه بر افزایش عملکرد دانه و، درصد پروتئین عملکرد پروتئین نیز افزایش یافت. برخی از محققان افزایش پروتئین دانه ذرت در واحد سطح را

www.iapb.kiau.ac.ir

ناشی از افزایش مصرف نیتروژن و در نتیجه محتوای پروتئین دانه می‌دانند (Cox *et al*., 2005).

کارایی مصرف نیتروژن

بین سطوح نیتروژن و تراکم‌های مختلف بوته در سطح احتمال یک درصد از نظر کارایی مصرف نیتروژن تفاوت معنی‌داری وجود داشت، همچنین اثر متقابل نیتروژن در تراکم در سطح پنج درصد بر این صفت معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار مصرف ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸۷/۵۰ کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن بیشترین کارایی مصرف نیتروژن را به خود اختصاص داد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نیتروژن در تراکم بوته بر کارایی مصرف نیتروژن گندم.

Figure 1. Means comparison interaction of nitrogen in plant density on wheat nitrogen use efficiency.

به ترتیب ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار N1، N2، N3 و N4.

به ترتیب تراکم ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع D1، D2 و D3

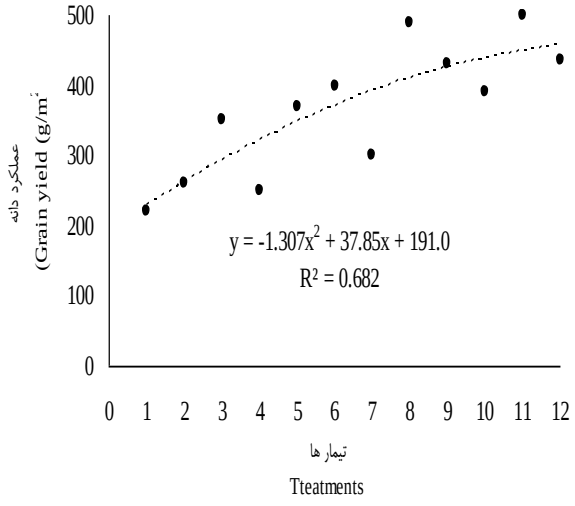
N1, N2, N3 and N4: 40, 80, 120 and 160 kg nitrogen fertilizer per hectare, respectively

D1, D2 and D3: 150, 300 and 450 plants per square meter, respectively

در این بررسی با افزایش میزان نیتروژن کارایی مصرف نیتروژن کاهش یافت. به‌طورکلی، زمانی که گیاه به عناصر غذایی نیاز دارد، در برابر افزایش آن‌ها واکنش مثبت نشان می‌دهد، و با رفع نیاز تدریجی گیاه، واکنش آن به مقادیر بیشتر کودی کمتر می‌شود. بنابراین کارایی مصرف عناصر غذایی با رفع نیاز گیاه کمتر می‌شود. معمولاً بالاترین کارایی مصرف کود در اولین واحدهای مصرف آن به دست می‌آید (ربیعی و طوسی‌کهل، ۱۳۹۰). طبق گزارش‌های سایر محققان بالاترین کارایی استفاده از کود معمولاً با جذب اولین واحد نیتروژن به دست می‌آید و میزان کارایی نیتروژن با افزایش میزان آن روندی کاهشی خواهد داشت (ربیعی و طوسی‌کهل، ۱۳۹۰).

تجزیه رگرسیون

تجزیه رگرسیون پلی‌نومیال درجه دوم نشان داد که میان اثر متقابل کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) و تراکم بوته (بوته در مترمربع) با عملکرد گندم بر حسب گرم در مترمربع رابطه مستقیم وجود دارد (r^2=0.682). این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش کود و تراکم بوته تا حد مشخص بر میزان عملکرد دانه گندم افزوده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار تجزیه رگرسیون اثر متقابل کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد گندم.

Figure 2. Regression analysis curve of nitrogen fertilizer and plant density interaction on wheat yield.

تیمارها: ۱- ۴۰ کیلوگرم کود و تراکم ۱۵۰ بوته، ۲- ۴۰ کیلوگرم کود و تراکم ۳۰۰ بوته، ۳- ۴۰ کیلوگرم کود و تراکم ۴۵۰ بوته، ۴- ۸۰ کیلوگرم کود و تراکم ۱۵۰ بوته، ۵- ۸۰ کیلو کود و تراکم ۳۰۰ بوته، ۶- ۸۰ کیلو کود و تراکم ۴۵۰ بوته، ۷- ۱۲۰ کیلو کود و تراکم ۱۵۰ بوته، ۸- ۱۲۰ کیلو کود و تراکم ۳۰۰ بوته، ۹- ۱۲۰ کیلو کود و تراکم ۴۵۰ بوته، ۱۰- ۱۶۰ کیلو کود و تراکم ۱۵۰ بوته، ۱۱- ۱۶۰ کیلو کود و تراکم ۳۰۰ بوته، ۱۲- ۱۶۰ کیلو کود و تراکم ۴۰ بوته.

Treatments: 1- 40 kg of fertilizer and 150 plant density; 2- 40 kg of fertilizer and 300 plant density; 3- 40 kg of

fertilizer and 450 plant density; 4- 80 kg of fertilizer and 150 plant density; 5- 80 kg of fertilizer and 300 plant density; 6- 80 kg of fertilizer and 450 plant density; 7- 120 kg of fertilizer and 150 plant density; 8- 120 kg of fertilizer and 300 plant density; 9-120 kg of fertilizer and 450 plant density; 10-160 kg of fertilizer and 150 plant density; 11-160 kg of fertilizer and a density of 300 plants; 12-160 kg of fertilizer and 40 plant density

نتیجه‌گیری کلی

بیشترین عملکرد دانه گندم در تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و کود ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، ولی اختلاف معنی-داری بین این تیمار با تیمارهای تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و کود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع و کود ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و تراکم ۴۵۰ بوته در مترمربع و کود ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. در واقع، نتایج این پژوهش بیانگر این موضوع بود که عملکرد دانه و عملکرد پروتئین گیاه گندم با افزایش مصرف نیتروژن تا حد مطلوب (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) افزایش داشت، که این امر نشان‌دهنده پتانسیل بالای گیاه گندم در استفاده بهینه از نیتروژن است. همچنین، افزایش تراکم بوته، به دلیل ایجاد امکان استفاده مناسب از عوامل محیطی و زراعی منجر به بهبود پتانسیل تولید گیاهی شد، به‌طوری‌که در این بررسی تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد اقتصادی بود.

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را برای دستیابی به بیشترین عملکرد گندم مناسب دانست.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کود × تراکم بر برخی ویژگی‌های گندم.

Table 3. Means comparison of fertilizer × density interaction on some of wheat characteristics.

تیمار	عملکرد دانه	تعداد سنبله در مترمربع	عملکرد پروتئین
Treatment	Grain yield (g/m^2)	Number of spikes per square meter	Protein yield (g/m^2)
N1D1	220^{f}	410^{f}	26.14^{h}
N1D2	260^{ef}	490^{de}	28.34^{gh}
N1D3	350^{cd}	581^{abc}	35.60^{efg}
N2D1	250^{ef}	450^{ef}	30.75^{fgh}
N2D2	370^{bcd}	557^{bc}	42.55^{de}
N2D3	400^{bc}	615^{abc}	43.60^{de}
N3D1	300^{de}	550^{cd}	38.70^{ef}
N3D2	490^{a}	600^{abc}	60.74^{ab}
N3D3	430^{ab}	640^{a}	50.69^{cd}
N4D1	390^{bc}	560^{bc}	50.43^{bc}
N4D2	500^{a}	622^{ab}	68.50^{a}
N4D3	435^{ab}	590^{abc}	54.77^{bc}

به ترتیب ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار. N4 و N3، N2،N1

به ترتیب تراکم ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ بوته در مترمربع.D3 و D2،D1

N1, N2, N3 and N4: 40, 80, 120 and 160 kg nitrogen fertilizer per hectare, respectively
D1, D2 and D3: 150, 300 and 450 plants per square meter, respectively.

www.iapb.kiau.ac.ir

References **فهرست منابع**

باور، م. ۱۳۸٦. اثرات تاریخ کاشت و تراکم بر شاخص‌های رشد و عملکرد و اجزای عملکرد جو بدون پوشینه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان - دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.

بنی سعیدی، ع.، و ع. مدحج. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی گیاه کلزا در شرایط اهواز. علوم به زراعی گیاهی. ۴: ۶۶-۵۷.

چایی‌چی، م. ر.، ج. زرگرنتاج.، ر. یعقوبی.، و ک. سادات اسماعیلان. ۱۳۸۳. بررسی اثر مقادیر بذر بر عملکرد علوفه و دانه در دو نوع گندم مازندران. ۱۱(۳): ۱۴-۵.

ربیعی، م.، و پ. طوسی کهل. ۱۳۹۰. اثر مقادیر کود نیتروژن و پتاسیم بر کارایی مصرف نیتروژن و عملکرد کلزا به‌عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه گیلان. علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲(۳): ۶۱۵-۶۰۵.

شهسواری، ن.، و م. صفاری. ۱۳۸٤. اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. پژوهش و سازندگی. ۶۶: ۸۲-۸۷

عدالت، م.، ح. غدیری.، ع. ا. کامگار حقیقی.، ی. امام.، ع. رونقی.، و م. ت. آساد. ۱۳۸۵. برهمکنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد دو رقم گندم در شرایط دیم در شیراز. مجله علوم زراعی ایران. ۸: ۱۱۹-۱۰۶.

قربانی، م. ح.، ه. هارتونیان.، ا. سلطانی.، و ب. کامکار. ۱۳۸۹. نقش پنجه‌ها بر عملکرد گندم در شرایط کشت دیم و خاک شور در فواصل ردیف و تراکم‌های مختلف. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۴): ۱۴۲-۱۲۵.

Arduini, I., A. Masoni., L. Ercoli., and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilizationn in durum wheat affected by variety and seeding rate. European. Journal. Agronomy, 25: 309-318.

Cox, W. J., and D. J. R. Cherney. 2005. Timing corn forage harvest for bunker silos. Agronomy. Journal, 97:142-146.

Dadkhah, A., M. Kafi., and G. Rasam. 2009. The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of matricaria. Journal. Horticulture. Science, 23: 100-107.

Fan, X., F. Li., F. Liu., and D. Kumar. 2004. Fertilization with a new type of coated urea: Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. Journal. Plant Nutrient, 25 (9): 853-865.

Gholipoori, A., A. Javanshir., F. Rahimzadeh Khoie., A. Mohammdi., and H. Bayat. 2006. The effect of different nitrogen levels and pruning of head on yield and yield components of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal. Agriculture. Science. Natural Research, 13: 40-44.

Giovanni, G., P. Silvano., and D. Giovanni. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bredd-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European. Journal. Agronomy, 21:181-192.

Guarda, G., S. Padovan., and G. Delogu. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. European. Journal. Agronomy, 21: 141-142.

Hassanzadeh Ghort Tappeh, A., A. Fathollah Zadeh., A. Nasrollahzadeh, Asl., and N. Akhondie. 2008. Evaluation of yield components and agronomic efficiency of nitrogen uptake in wheat varieties and lines in West province. Electronic. Journal. Crop Production, 1:83-100.

Hatfield, J. L., and J. H. Prueger. 2004. Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. Crop Science, 26: 156-168.

www.iapri.kau.ac.ir

Havlin, J. L., S. L. Tisdale., W. L. Nelson., and J. D. Beaton. 2004. Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Prentice Hall, New Jersey, USA.

Hiltbrunner, J., B. Streit., and R. Liedgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter in a living mulch of white clover? Field Crops Research, 102: 163-171.

Marinciu, C. 2007. Genotype and nitrogen fertilization influence on protein concentration in old and new wheat cultivars. Romanian Agriculture Research, 24: 17-25.

Moraditochaee, M., M. K. Motamed, E. Azarpour., and R. Khosravi, Danesh. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. Journal. Agriculture. Biology. Science, 7: 133-137.

Namvar, A, R. Seyed Sharifi., and T. Khandan. 2011. Growth analysis and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. Ekologija, 57 (3): 97–108.

Naseri, R., E. Kazemi., L. Mahmoodian., A. Mirzaei., and A. Soleymanifad. 2012. Study on effects of different plant density on seed yield, oil and protein content of four canola cultivars in western Iran. Int. Journal. Agric. Crop Science, 4: 70-78.

Schillinger, W. F. 2005. Tillage method and sowing rate relations for Dryland Spring Wheat, barley, and oat. Crop Science, 45: 2636-264.

Sharma, R. K., M. Agrawal., and F. M. Marshall. 2006. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. Bulletin Environment. Contamination. Toxico, 77:312-318.

Stougaard, R. N., and Q. W. Xue. 2004. Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua* L.) interference. Weed Science, 52: 133-141.

Von Braun, J. 2007. The world food situation: New Driving firces and Required Actions. IFPRI. Presented at CGIAR Annual General Meeting, Bejing, China.

Yoseftabar, S., A. Fallah., and J. Daneshian. 2012. Effect of split application of nitrogen fertilizer on spad valuse in hybrid rice. International Journal of Agriculture and Crop Science, 4: 647-651.

www.iapb.kiau.ac.ir

ISSN NO: 2008-8485

Journal of Agronomy and Plant Breeding
Vol 13. No. 4, 2017

Effect of nitrogen fertilizer levels and plant density on seeds quantity and quality of wheat

J. Hamzei[1], M. Seyedi[2], A. Azadbakht[*3], A. Fesahat[4]

Received date: 30 June 2017 Accepted date: 11 Sep 2017

Abstract

In order to evaluate the effect of nitrogen fertilizer and plant density on wheat yield and yield component an experiment was done as factorial bases on randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, University of Bu-Ali Sina, during 2011-12 growing season. Experimental factors were: fertilizer levels (0, 40, 80, 120 and 160 kg N ha^{-1}) and plant density (150, 300 and 450 plant m^2). According to the data analysis, effect of nitrogen and plant density on all traits except harvest index were significant. Means comparison showed by increasing at N fertilizer; plant height, grain number per spike, 1000-seeds weight, biological yield, chlorophyll index and protein percentage were increased. But, by increasing at plant density; grain number per spike, 1000-seeds weight, chlorophyll index and protein percentage were decreased. The traits such as spike number per m^2, grain yield and protein yield were affected by fertilizer × density interaction, significantly. The highest grain yield and protein yield (500 and 68.50 g m^{-2}, respectively) were achieved at 160 kg N fertilizer × 300 plant per m^2 treatment. So, pay attention to the results of present research, it seems that density of 300 plants with consumption of 120 kg N ha^{-1} is suitable for producing maximum grain and protein yields of wheat.

Keywords: Biological yield, Chlorophyll index, Fertilizer efficiency, Grain yield, Protein yield.

www.iapb.kiau.ac.ir

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Postal Code: 6517833131, Hamedan, Iran.
2- Ph.D Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3- Ph.D Graduated of Weed Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
4- Ph.D Crop Ecology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Alborz, Karaj, Iran.
*- Corresponding author: Afsharazadbakht@uma.ac.ir

Iranian Journal of Agronomy & Plant Breeding Islamic Azad University, Karaj Branch