



دانشگاه گیلان  
دانشکده علوم کشاورزی

## تحقیقات غلات

دوره ششم / شماره اول / بهار ۱۳۹۵ (۱۰۳-۸۹)

# ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد گندم در پاسخ به کاهش کود نیتروژن و بذر مصرفی تحت شرایط کشاورزی پایدار

داود امیدینسب<sup>۱\*</sup>، محمد حسین قرینه<sup>۲</sup>، عبدالمهدی بخشنده<sup>۳</sup>، مهران شرفی زاده<sup>۴</sup> و علیرضا شافعی نیا<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۵

### چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در پاسخ به کاهش کود نیتروژن و بذر مصرفی در شرایط کشاورزی پایدار، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده- فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی دزفول در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. دو رقم گندم (چمران و بهرنگ) در کرت‌های اصلی و پنج سطح تراکم بذر (شامل ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه شش سطح کود نیتروژن از منبع اوره (شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم، کود نیتروژن و بذر مصرفی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. رقم چمران با میانگین عملکرد دانه ۴۱۳۰/۷۰ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری نسبت به رقم بهرنگ داشت. مصرف بذر بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه را کاهش داد و بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۴۹۷۵ کیلوگرم در هکتار در تراکم بذر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در مقابل، افزایش مصرف کود نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد و پس از آن تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

**واژه‌های کلیدی:** تراکم بذر، شاخص سطح برگ، صفات مرفولوژیک

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز، ایران

۲- دانشیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز، ایران

۳- استاد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، اهواز، ایران

۴- کارشناس ارشد، واحد کنترل و گواهی بذر استان خوزستان، اهواز، ایران

\* نویسنده مسئول: [davoudomidinasab@gmail.com](mailto:davoudomidinasab@gmail.com)

## مقدمه

خاک، آب و هوا در مسیر برنامه‌ریزی افزایش تولید در واحد سطح است. توجه به مدیریت‌های نوین خاک از جمله خاک‌ورزی حفاظتی با هدف حفاظت از منابع خاک و آب یک استراتژی مناسب جهت برون رفت از این تنگنا به حساب می‌آید (Hemmat and Eskandari, 2006). با توجه به فقر مواد آلی خاک به خصوص در بخش‌های میانی و جنوبی استان خوزستان و روش مرسوم سوزاندن کاه و کلش، مخصوصاً برای آماده‌سازی بستر لازم برای کشت‌های بعدی، بررسی راهکارهایی به منظور جایگزین نمودن روش سوزاندن، به‌طوری‌که ضمن حفظ منافع تولید کننده، افزایش کیفیت خاک و محیط را به دنبال داشته باشد، ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس، آزمایش حاضر برای دستیابی به امکان کاهش میزان بذر و کود مصرفی به‌عنوان راهکاری برای استفاده بهینه از نهاده‌ها و به صورت بی‌خاک‌ورزی (کشت گندم در بقایای ذرت در راستای زراعت پایدار گندم پائیزه آبی) با هدف تعیین تراکم مناسب بذر سطح مناسب کود نیتروژن برای کشت گندم در نظام بی‌خاک‌ورزی انجام شد.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۰ در مزرعه کشاورزی واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان دزفول، با طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۰ دقیقه و ۴۴ ثانیه و عرض جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه و ۵۹ ثانیه و ارتفاع ۸۸ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین دمای سالیانه ۲۴/۱ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه ۱۷۲/۹ میلی‌متر می‌باشد. خصوصیات خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است. مزرعه آزمایشی در سال قبل از اجرای آزمایش زیر کشت ذرت قرار داشت. آزمایش به صورت اسپلیت‌پلات-فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. دو رقم گندم به‌رنگ (دوروم) و چمران (نان) در کرت‌های اصلی و پنج سطح تراکم بذر (شامل ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه شش سطح کود نیتروژن از منبع اوره (شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. مقادیر تراکم بذر و کود مصرفی بر اساس مصرف منطقه انتخاب شدند، به‌طوری‌که میانگین مصرف بذر گندم در شهرستان دزفول ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین مصرف کود نیتروژن نیز ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

نقش استراتژیک محصول گندم در نظام مصرفی کشور و رسالت سنگینی که در رسیدن به خودکفایی و پیش‌برد اهداف توسعه ملی دارد، بر اهمیت و لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع و عامل‌های تولید می‌افزاید (Rezaei *et al.*, 2012). افزایش تولید یا از راه افزایش سطح زیر کشت و یا افزایش میزان عملکرد در واحد سطح امکان‌پذیر است (Von Braun, 2007). به‌دلیل محدودیت سطح زیر کشت، تحقیقات زیادی در خصوص افزایش عملکرد گندم در واحد سطح انجام شده است که از جمله آن استفاده از کشاورزی پایدار می‌باشد. این نوع سیستم شامل کشاورزی کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی است (Melero *et al.*, 2012). مفهوم کشاورزی پایدار دستیابی به حداکثر ظرفیت باروری و تولید مستمر اراضی کشاورزی همراه با حفاظت از منابع پایه (آب، خاک و تنوع زیستی) است (Kluson, 2006). یکی از اصول مهم در کشاورزی پایدار استفاده بهینه و افزایش کارایی مصرف نهاده‌های شیمیایی از جمله کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های کشاورزی است (Gharineh and Nadian, 2011).

کود نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی است که برای افزایش عملکرد گیاه زراعی استفاده می‌شود (Camara *et al.*, 2003). مصرف بیش از حد نیتروژن می‌تواند مشکلاتی از قبیل خوابیدگی ساقه (ورس)، آلودگی آب‌های زیرزمینی و هزینه زیاد را به دنبال داشته باشد (Malakouti, 1993). بنابراین، مصرف کودهای نیتروژنه به میزان لازم و در زمان معین برای حصول عملکرد گندم مهم می‌باشد (Fatima *et al.*, 1992). تراکم مناسب گیاه در واحد سطح نیز یکی از عوامل موثر در تولید محصولات کشاورزی است (Elhani *et al.*, 2007). اگر کلیه شرایط لازم از جمله رقم مناسب، کود و غیره فراهم باشد، ولی تراکم گیاه مناسب نباشد، حداکثر محصول در واحد سطح به‌دست نخواهد آمد (Asdollahzadeh *et al.*, 2010). بذرداری به مقدار مطلوب موجب کاهش هزینه بذر، کاهش خوابیدگی محصول و بهبود وضعیت گیاه در برابر بیماری‌های گیاهی خواهد شد (Mazaheri and Majnon Hosseini, 2008). هیلتبرونر و همکاران (Hiltbrunner *et al.*, 2007)، تراکم‌های کاشت مطلوب در گندم را کلیدی برای رسیدن به حداکثر عملکرد می‌دانند. چالش اساسی امروز دانشمندان و دولت‌مردان بر سر افزایش و یا حداقل حفظ استانداردهای فعلی محیط

در این رابطه، LAI شاخص سطح برگ، LA مساحت برگ و GA مساحت زمین اشغال شده است. برای محاسبه ارتفاع گیاه، به طور تصادفی ارتفاع ده بوته در هر کرت از سطح خاک تا نوک ریشک بر حسب سانتی‌متر در زمان برداشت اندازه‌گیری شد و میانگین ارتفاع بوته در هر کرت به دست آمد. برای تعیین تعداد پنجه در بوته، بعد از پایان و تکمیل پنجه‌زنی تعداد پنجه‌های ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت آزمایشی شمارش و میانگین آن به عنوان تعداد پنجه در بوته تعیین شد. جهت تعیین تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد کل سنبله‌های برداشت شده در سطح یک متر مربع در هر کرت آزمایشی مورد شمارش قرار گرفت و به عنوان تعداد سنبله در متر مربع در نظر گرفته شد. تعداد سنبلچه در سنبله نیز با شمارش تمامی سنبلچه‌های ده سنبله تصادفی از سنبله‌های برداشت شده در سطح یک متر مربع از هر کرت و سپس محاسبه میانگین آن‌ها به دست آمد. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در سنبله، به طور تصادفی ده سنبله از کل سنبله‌های برداشت شده از یک متر مربع انتخاب و پس از شمارش همه دانه‌های آن‌ها، میانگین تعداد دانه در هر سنبله به دست آمد. اندازه‌گیری وزن دانه‌ها در سنبله پس از برداشت نهایی صورت گرفت، به این صورت که پس از انتخاب تصادفی ده سنبله از هر کرت، دانه‌های آن‌ها جدا، پاکسازی و سپس توزین و بر تعداد سنبله‌ها تقسیم شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه کل سنبله‌های برداشت شده از سطح یک مترمربع در هر کرت با دست خرمن‌کوبی شد و سپس دانه‌های به دست آمده توزین و عملکرد دانه در متر مربع محاسبه و در نهایت به هکتار تبدیل شد. برای انجام تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS ver. 9.1، برای انجام مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

است. در تمام سطوح کودی، نیمی از کود قبل از کشت و نیم دیگر آن هم به صورت سرک در اوایل مرحله پنجه‌زنی در کرت‌های مورد نظر توزیع شد. همچنین بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک، مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره ( $P_2O_5$ ) از منبع فسفات آمونیوم و مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاسه ( $K_2O$ ) از منبع سولفات پتاسیم به طور یکنواخت برای تمام قطعات آزمایشی مصرف شد. کشت در آبان‌ماه سال ۱۳۹۰ بدون انجام هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی به صورت کاشت مستقیم با ماشین کشت مستقیم (گاسپاردو) با توجه به تراکم‌های مورد نظر در بقایای مزرعه ذرت انجام شد. کشت هم روی پشته و هم درون جوی‌های مزرعه ذرت صورت گرفت. دستگاه گاسپاردو در هر نوار کشت‌شده ۱۷ خط کشت با فاصله ۱۷ سانتی‌متری کشت می‌کند، خطوط کشت‌شده توسط این دستگاه کرت‌بندی شد، به طوری که هر کرت شامل ۷ ردیف کاشت، به طول ۵ متر و عرض ۱/۵ متر (۵ × ۱/۵) بود. فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر و فاصله بین کرت‌های فرعی به اندازه یک ردیف نکاشت (۷۵ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد.

برای تعیین شاخص سطح برگ (Leaf Area Index) در هر مرحله نمونه‌برداری (به فواصل ۱۵ روز)، کادر چوبی ۲۰ سانتی‌متر × ۲۰ سانتی‌متر به طور تصادفی در هر کرت انداخته شد و سپس کل بوته‌های آن محدوده کف‌بر و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه کلیه برگ‌های هر کرت آزمایشی از ساقه‌ها جدا و نهایتاً ۱۰ برگ به طور تصادفی از هر بوته انتخاب و طول و عرض برگ‌ها اندازه‌گیری و سپس مساحت برگ‌ها با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Gharineh and Nadian, 2011):

$$(1) \quad 0.75 \times \text{عرض برگ} \times \text{طول برگ} = \text{مساحت برگ}$$

پس از تعیین مساحت برگ‌ها، شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد:

$$(2) \quad LAI = \frac{LA}{GA}$$

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

Table 1. Physico-chemical characteristics of the experimental field (0-30 cm)

رس Clay	لای Silt	شن Sand	پتاسیم K	فسفر P	ازت N	کربن آلی Organic carbon	نسبت جذب سدیم NAR	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC
26%	52%	22%	168	8.4	700	0.88	2.26	7.57	4.7

## نتایج و بحث

سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه‌ها در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم، بذر مصرفی و کود نیتروژن بر ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام گندم

Table 2. Analysis of variance (mean squares) yield and yield components of wheat cultivars

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	تعداد سنبله	تعداد سنبلچه	تعداد دانه در سنبله	وزن دانه	عملکرد دانه
Source of variation	df	Plant height	Tiller number	Spike number	Spikelet number	No. of grain per spike	Grain weight	Grain yield
تکرار	3	1.225**	0.50 <sup>ns</sup>	966569.00**	1.74*	14072.29**	9.48**	73743803.6**
Replication (R)								
رقم	1	652.872**	218.88**	56524.84**	394.75**	271.36**	7.64**	32120166.7**
Cultivar (C)								
تکرار × رقم	3	1.148*	0.81 <sup>ns</sup>	1884.16 <sup>ns</sup>	0.50 <sup>ns</sup>	13.11**	0.12**	695936.9 <sup>ns</sup>
R × C								
تراکم	4	351.633**	63.24**	139913.18**	43.35**	141.01**	0.39**	24476416.7**
Density (D)								
نیتروژن	5	961.626**	22.59**	104969.67**	2.65**	64.88**	0.17*	31263766.7**
Nitrogen (N)								
رقم × تراکم	4	210.965**	30.64**	51849.22**	17.49**	67.50**	0.28**	10419750.0**
C × D								
رقم × نیتروژن	5	89.078**	9.84**	30.481.53**	6.08**	145.08**	0.09**	15616566.7**
C × N								
تراکم × نیتروژن	20	53.118**	6.81**	11303**	3.30**	35.29**	0.14**	12556016.7**
D × N								
رقم × تراکم × نیتروژن	20	67.284**	5.36**	23752.54**	3.48**	34.72**	0.10**	12644150.0**
C × D × N								
خطای آزمایش	174	0.645	0.66	1233.85	0.66	2.75	0.002	327985
Error								
ضریب تغییرات (درصد)	-	4.78	16.82	10.10	4.49	4.76	3.31	15.20
CV (%)								

<sup>ns</sup>، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

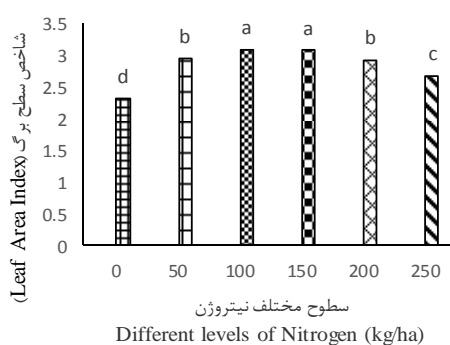
<sup>ns</sup>، \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

## شاخص سطح برگ (LAI)

برگ‌ها نتوانستند از رشد مناسبی برخوردار شوند و این موضوع باعث کاهش سطح برگ در تراکم‌های بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار شد (شکل ۱). با مصرف نیتروژن تا سقف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ روند افزایشی داشت. کمبود نیتروژن باعث کاهش کلروفیل برگ و در نتیجه کاهش کارایی استفاده از تشعشع خورشیدی و نیز باعث کاهش شاخص سطح برگ جامعه گیاهی و در نتیجه کاهش میزان نور جذب شده می‌شود (Olsen *et al.*, 2002; Delfin *et al.*, 2005). ولی با مصرف بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، شاخص سطح برگ کاهش یافت به طوری که تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کمترین شاخص سطح برگ را داشت که دلیل آن را می‌توان افزایش بیش از حد رشد

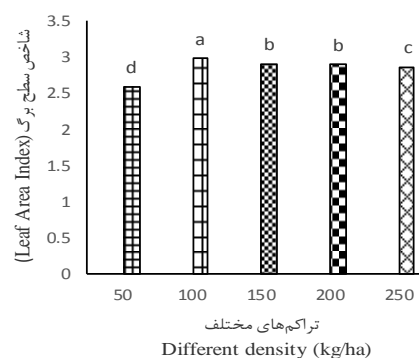
شاخص سطح برگ یکی از معیارهای اساسی و مهم در تعیین قدرت فتوسنتزی گیاه محسوب می‌گردد. بر اساس نتایج، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار بیشترین شاخص سطح برگ را در بین تمامی سطوح مصرفی بذر داشت (شکل ۱). احتمالاً بوته‌های گندم در این میزان مصرف بذر استفاده بیشتر و مطلوب‌تر از شرایط محیطی داشته و برگ‌ها به دلیل رقابت کمتر بین بوته‌ها، بیشتر توسعه یافته‌اند، لذا شاخص سطح برگ افزایش پیدا کرده است. گزارش شده که با افزایش تراکم بوته، میزان شاخص سطح برگ نیز افزایش یافته است (Momtazi *et al.*, 2005). اما در مصارف زیادتر بذر به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالا بر روی برگ‌های پایینی و کمبود فضا،

بوته در این شرایط و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ دانست. خصوصیات ژنتیکی از جمله عواملی است که باعث به وجود آمدن تفاوت‌هایی در شاخص سطح برگ می‌گردد (Ouzuni Douji *et al.*, 2008). نواب‌پور و همکاران (Navabpour *et al.*, 2011) نیز گزارش کردند که شاخص سطح برگ در رقم گندم دوروم بیشتر از ارقام گندم نان افزایش یافت. نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Lebaschy and Sharifi Ashour Abadi, 2004). رقم چمران نسبت به رقم بهرنگ از شاخص سطح برگ کمتری برخوردار بود، اما توانست در مدت زمان کمتری به حداکثر شاخص سطح برگ برسد و از عملکرد دانه بالاتری نیز برخوردار باشد. بنابراین بنظر می‌رسد اگر شاخص سطح برگ در مدت زمان کوتاه‌تری به سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه حاصل می‌شود.



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح نیتروژن  
Figure 2. Changes of leaf area index affected by nitrogen levels

رویشی، افزایش تراکم بوته‌ها و کاهش فضا برای رشد برگ‌ها در سطوح بالای نیتروژن دانست (شکل ۲). میزان نیتروژن در دسترس باید به اندازه‌ای باشد که گیاه ضمن رسیدن به سطح برگ مناسب، دوام آن را نیز به اندازه کافی حفظ کند. شاخص سطح برگ در ارقام بهرنگ و چمران از یک روند سیگموئیدی تبعیت نمود، شاخص سطح برگ در رقم بهرنگ از زمان پنجه‌زنی نسبت به رقم چمران افزایش یافت و این روند در تمام مراحل رشد ادامه داشت، حداکثر شاخص سطح برگ هم در هر دو رقم در مرحله گل‌دهی به دست آمد. از این‌رو، پس از این مرحله و با آغاز رشد خطی دانه، مواد معدنی ذخیره شده در برگ‌ها به دانه‌ها منتقل شده و برگ‌ها شروع به زرد شدن نمودند که این زرد شدن از قسمت‌های پایینی به سمت بالا ادامه یافت (شکل ۳). دلیل بیشتر بودن شاخص سطح برگ در رقم بهرنگ را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی هر رقم و پنجه‌زنی کمتر در ارقام دوروم و توسعه سطح برگ در هر



شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم‌های بذر  
Figure 1. Change of leaf area index affected by seed density

تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (Lebaschy and Sharifi Ashour Abadi, 2004).

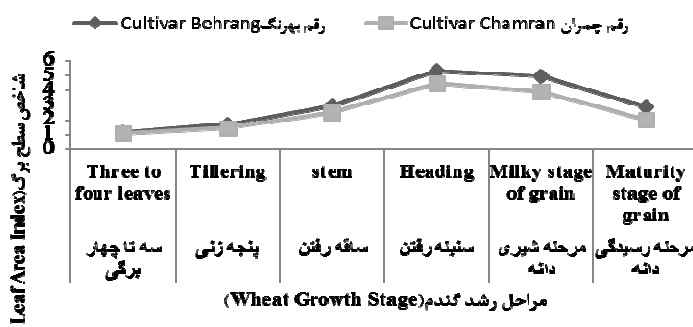
### ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاه یکی از صفاتی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد. افزایش ارتفاع معمولاً بارزترین تغییر ناشی از رشد در گیاهان است. ارتفاع می‌تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیتی محسوب شود. یکی از نتایج افزایش ارتفاع گیاه، تشکیل برگ‌های جدید در بالای گیاه است که کارایی

در این پژوهش با توجه به کاهش مصرف بذر و کود نیتروژن در هکتار و کشت به صورت بی‌خاک‌ورزی، بوته‌های گندم از شاخص سطح برگ مناسبی برخوردار بودند و شاید دلیل متفاوت بودن عملکرد دانه در تیمارهای مختلف، بالا بودن شاخص سطح برگ در تیمارهایی بود که از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند. نتایج برخی تحقیقات در این ارتباط نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان

کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و کمترین ارتفاع گیاه در سطح شاهد بدست آمد (جدول ۵)، دلیل آن می‌تواند افزایش رشد رویشی در اثر افزایش میزان مصرف نیتروژن باشد. در شرایطی که رطوبت مطلوب باشد، نیتروژن خیلی زیاد باعث طولی‌شدن میانگره‌های ساقه می‌گردد و در نتیجه بافت‌های مکانیکی ساقه توسعه چندانی نمی‌یابد و استحکام دیواره ساقه کاهش پیدا می‌کند، توسعه بافت‌های سبزینه‌ای موجب تحریک فعالیت بعضی حشرات مانند شته‌ها و همچنین حساسیت گیاه نسبت به سرما، خشکی، خوابیدگی و بعضی از امراض و تأخیر در رسیدگی محصول می‌شود (Khagepour, 2006). ایوب و همکاران (Ayoub *et al.*, 1994) نیز ثابت کردند با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. بین ارقام هم تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع گیاه وجود داشت، حداکثر ارتفاع بوته با میانگین ۸۱/۴۴ سانتی‌متر در رقم بهرنگ و حداقل ارتفاع بوته با میانگین ۷۸/۱۵ سانتی‌متر برتری در رقم چمران ثبت شد (جدول ۳). دامنه تغییرات ارتفاع بوته ۳ سانتی‌متر بود و معنی‌دار بودن این اختلاف نشان از تنوع بالای این صفت در ارقام مورد ارزیابی داشت.

بیشتری در استفاده از نور خورشید دارد (Damania and Jackson, 2006). تراکم به عنوان یک عامل زراعی مهم تأثیر قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع گیاه دارد، با افزایش مصرف بذر در هکتار ارتفاع گیاه نیز افزایش پیدا کرد، به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار، به دلیل کمبود نور در قسمت‌های پایینی گیاه و کمترین میزان ارتفاع گیاه در تراکم ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار حاصل شد (جدول ۴). با افزایش تراکم گیاه و رقابت برای دستیابی به نور، ارتفاع گیاه ممکن است تا حدود زیادی افزایش یابد، در شرایطی که تراکم خیلی زیاد باشد به دلیل نرسیدن نور به قسمت‌های پایینی ساقه، میانگره‌های اولی و دومی رشد زیاد می‌کنند و غیر مقاوم می‌شوند و خطر خوابیدگی بوته‌ها بیشتر خواهد بود (Nourmohammadi *et al.*, 2010). مظاهری و مجنون حسینی (Mazaheri and Majnoon Hosseini, 2008) نیز گزارش کردند نور رشد و نمو میانگره‌ها و در نتیجه رشد طولی ساقه را محدود می‌کند. نتایج نشان داد که با مصرف بیشتر کود نیتروژن، ارتفاع گیاه هم افزایش داشت بطوری که بیشترین ارتفاع گیاه در سطح ۲۵۰



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام بهرنگ و چمران

Figure 3. Changes of leaf area index in the behrang and chamran cultivars

پنجه در بوته بالاترین پنجه‌زنی و تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با تعداد ۴/۰۶ پنجه در بوته کمترین تعداد پنجه را داشت (جدول ۴). یکی از خصوصیات مشترک برای اکثر غلات تشکیل انشعابات به نام پنجه است. در شرایط تراکم کم غلات دانه‌ریز می‌توانند ۵۰-۱۰ پنجه به ازای هر گیاه و در شرایط استثنایی تا ۱۵۰ پنجه به ازای هر گیاه تولید کنند که هر کدام می‌تواند اندام‌های زایشی تولید کنند و سهمی در عملکرد دانه داشته باشند. در شرایط تراکم زیاد، پنجه کمتری تولید می‌شود و فقط تعداد کمی به بلوغ

### تعداد پنجه

نتایج نشان داد که رقم چمران با میانگین تعداد ۵/۸۱ پنجه در بوته نسبت به رقم بهرنگ با میانگین تعداد ۳/۹۰ پنجه در بوته، از نظر پنجه‌زنی برتری دارد (جدول ۳). دلیل آن را می‌توان پنجه‌زنی کمتر گندم دوروم نسبت به گندم معمولی (نان) از نظر زنتیکی دانست. میزان افزایش تعداد پنجه تابع ژنوتیپ است (Hay and Walker, 1989). با افزایش تراکم، پنجه‌زنی روند نزولی داشت و در این میان تراکم ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با تعداد ۶/۸۳

میانگین تعداد ۴ پنجه در بوته کمترین پنجه‌زنی را داشت (جدول ۵). با افزایش نیتروژن، رشد سبزینه‌ای و ذخیره کربوهیدرات‌ها افزایش می‌یابد و توان گیاه برای تولید پنجه افزایش می‌یابد. ایوب و همکاران (Ayoub *et al.*, 1994) نیز نتیجه گرفتند با افزایش کود نیتروژن میزان پنجه‌زنی افزایش می‌یابد.

رسیده و دانه تولید می‌کنند. بقیه عمدتاً در طی دوره ساقه‌دهی تا گلدهی از بین می‌روند (Power and Alessi, 1978). با افزایش میزان کوددهی در کرت‌های آزمایشی، میزان پنجه‌زنی نیز افزایش یافت به طوری که تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین تعداد ۶/۱۷ پنجه در بوته بیشترین پنجه‌زنی و تیمار شاهد با

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام گندم مورد مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Table 3. Mean comparison of the studied wheat cultivars for grain yield and yield components

رقم Cultivar	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد پنجه Tiller number	تعداد سنبله Spike number	تعداد سنبلچه در سنبله Spikelet number	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن دانه‌ها در سنبله Grains weight per spike	عملکرد دانه Grain yield
بهرنگ	81.44 <sup>a</sup>	3.90 <sup>b</sup>	330.15 <sup>b</sup>	16.85 <sup>b</sup>	33.66 <sup>b</sup>	1.71 <sup>a</sup>	3400.00 <sup>b</sup>
چمران	78.15 <sup>b</sup>	5.81 <sup>a</sup>	362.78 <sup>a</sup>	19.41 <sup>a</sup>	35.94 <sup>a</sup>	1.36 <sup>b</sup>	4130.70 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly differences using Duncan's test.

### تعداد سنبله

افزایش کود مصرفی در هکتار، تعداد سنبله‌ها افزایش یافت، به طوری که تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین تعداد ۴۱۱/۳ سنبله در هکتار بالاترین تعداد سنبله و تیمار شاهد با میانگین تعداد ۲۶۵/۳ تعداد سنبله در واحد سطح کمترین تعداد سنبله در واحد سطح را دارا بودند. دلیل آن می‌تواند افزایش رشد رویشی و در نتیجه بالا رفتن میزان پنجه‌زنی در اثر مصرف نیتروژن باشد. در چنین شرایطی میزان پنجه بارور در واحد سطح افزایش پیدا کرده و در نتیجه تعداد سنبله در واحد سطح نیز افزایش می‌یابد. دونالدسون و همکاران (Donaldson *et al.*, 2001)، رحیمی‌زاده و همکاران (Rahimizadeh *et al.*, 2010) و ایوب و همکاران (Ayoub *et al.*, 1994)، نیز گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن، تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش می‌دهد.

### تعداد سنبلچه در سنبله

بررسی اثر رقم بر تعداد سنبلچه نشان داد که رقم چمران با میانگین تعداد ۱۹/۴۱ سنبلچه در هر سنبله نسبت به رقم بهرنگ با میانگین تعداد ۱۶/۸۵ سنبلچه در هر سنبله برتری دارد (جدول ۳). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بوته، تعداد سنبلچه در سنبله کاهش پیدا کرد، به طوری که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در

در بین ارقام، رقم چمران با میانگین تعداد ۳۶۲/۸ سنبله در واحد سطح نسبت به رقم بهرنگ با میانگین تعداد ۳۳۰/۱ سنبله در واحد سطح برتری معنی‌داری داشت (جدول ۳). تعداد سنبله یا پنجه‌های بارور در هر گیاه اولین جزء عملکرد می‌باشد که به طور ژنتیکی کنترل می‌شود (Donaldson *et al.*, 2001). تعداد سنبله در واحد سطح در تراکم‌های بالاتر بیشتر بود و تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۴۱۹/۳ سنبله در متر مربع بیشترین تعداد سنبله و تراکم ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۲۷۳/۷ سنبله در متر مربع کمترین تعداد سنبله را داشتند (جدول ۴). در غلات زمستانه و بهاره افزایش تراکم جمعیت گیاهی تا محدوده معینی باعث افزایش تراکم جمعیت سنبله در واحد سطح خواهد شد، در تراکم‌های پایین که رقابت بین بوته‌ای کم است ممکن است تعداد پنجه‌های باروری که هر بوته تولید می‌نماید برای جبران تعداد کم سنبله در واحد سطح کافی نباشد (Hiltbrunner *et al.*, 2007). راهنما و همکاران (Rahnama *et al.*, 2000) گزارش کردند که افزایش میزان بذر مصرفی می‌تواند سنبله در واحد سطح را زیاده‌تر کند. اثرات سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد سنبله در واحد سطح در جدول ۵ ارایه شده است. طبق جدول با

افزایش نیتروژن مصرفی نیز تعداد سنبلچه در سنبله افزایش یافت، به طوری که سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین تعداد ۱۸/۵۲ سنبلچه در سنبله و شاهد با میانگین تعداد ۱۷/۳۲ سنبلچه در سنبله به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله را دارا بودند (جدول ۵).

تراکم ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۱۹/۴۱ سنبلچه در هر سنبله و کمترین تعداد آن در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۱۶/۹ سنبلچه در هر سنبله به دست آمد (جدول ۴). توحیدی و همکاران (Tohidi *et al.*, 1996) و تاکی و همت (Taki and Hemmat, 1998) نیز نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم تعداد سنبلچه در سنبله کاهش می‌یابد. همچنین با

جدول ۴- اثر تراکم‌های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Table 4. Effects of different seed densities on grain yield and yield components

تراکم Density	ارتفاع گیاه Plant height	تعداد پنجه Tiller number	تعداد سنبله Spike number	تعداد سنبلچه Spikelet number	تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	وزن دانه در سنبله Grains weight	عملکرد دانه Grain yield
50	75.47 <sup>d</sup>	6.83 <sup>a</sup>	273.66 <sup>e</sup>	19.41 <sup>a</sup>	35.23 <sup>b</sup>	1.60 <sup>b</sup>	3100.0 <sup>c</sup>
100	79.56 <sup>c</sup>	4.82 <sup>b</sup>	322.66 <sup>d</sup>	18.64 <sup>b</sup>	37.39 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	4975.0 <sup>a</sup>
150	80.50 <sup>b</sup>	4.45 <sup>c</sup>	353.04 <sup>c</sup>	17.98 <sup>c</sup>	34.55 <sup>c</sup>	1.49 <sup>c</sup>	3737.5 <sup>b</sup>
200	80.60 <sup>b</sup>	4.10 <sup>d</sup>	368.66 <sup>b</sup>	17.73 <sup>c</sup>	34.13 <sup>c</sup>	1.48 <sup>c</sup>	3529.2 <sup>b</sup>
250	82.86 <sup>a</sup>	4.60 <sup>d</sup>	419.29 <sup>a</sup>	16.90 <sup>d</sup>	32.71 <sup>d</sup>	1.44 <sup>d</sup>	3487.5 <sup>b</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly differences by Duncan's test.

#### تعداد دانه در سنبله

از بین دو رقم مورد بررسی، رقم چمران با میانگین تعداد ۳۵/۹۴ دانه در سنبله نسبت بالاتری از رقم بهرنگ با تعداد ۳۳/۶۶ دانه در سنبله داشت (جدول ۳). تعداد دانه‌های یک سنبله بستگی به تعداد سنبلچه‌های یک سنبله و تعداد گل‌های بارور شده درون سنبله دارد (Nourmohammadi *et al.*, 2010)، بنابراین رقم چمران به علت داشتن سنبله و سنبلچه بارور بیشتر در واحد سطح، از تعداد دانه بالاتری در هر سنبله نسبت به رقم بهرنگ برخوردار بود. همچنین با افزایش تراکم، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت بطوری‌که حداکثر آن در تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۳۷/۳۹ دانه در سنبله و حداقل آن در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین تعداد ۳۲/۷۱ دانه در سنبله بدست آمد (جدول ۴). از آنجا که تشکیل دانه بستگی به تأمین مواد غذایی لازم و شرایط محیطی مناسب در مرحله تبدیل مریستم رویشی به زایشی و مراحل بعد از آن دارد، به نظر می‌آید با افزایش تراکم بالاتر و به دنبال محدودیت مواد غذایی و نور، تولید واحدهای زایشی کاهش می‌یابد. بنابراین، افزایش تراکم هر چند تعداد سنبله بالاتری در واحد سطح تولید می‌کند، ولی تعداد دانه در سنبله را

کاهش می‌دهد. باور (Bavar, 2008) نیز گزارش کرد که با افزایش تراکم تعداد دانه در سنبله کاهش پیدا کرد. همچنین با افزایش مقدار کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله افزایش یافت و در بین سطوح مختلف نیتروژن تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین تعداد ۳۸/۰۸ دانه در متر مربع و تیمار شاهد با میانگین تعداد ۳۲/۶۵ دانه در متر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در واحد سطح را ایجاد کردند (جدول ۵). رویو و همکاران (Royo *et al.*, 2006)، بیان داشتند که عملکرد دانه وابسته به تعداد بوته در واحد سطح، سنبله در بوته، سنبلچه در سنبله، دانه در سنبله و وزن تک دانه است، این اجزای مهم تعیین کننده عملکرد شدت تحت تأثیر فراهمی منابع از جمله آبیاری و نیتروژن قرار می‌گیرند. بطور کلی اجزایی که تا قبل از ظهور خوشه تعیین می‌شوند مانند تعداد دانه در سنبله، افزایش مصرف نیتروژن موجب بالا رفتن آن‌ها می‌گردد (Bavar, 2008)، اما با افزایش نیتروژن از یک مقدار مشخصی از تعداد دانه در سنبله کاسته می‌شود. ایوب و همکاران (Ayoub *et al.*, 1994)، نیز طی آزمایش جداگانه‌ای بر روی گندم گزارش کردند که با افزایش کاربرد کود نیتروژن، تعداد دانه در سنبله افزایش می‌یابد.



جدول ۵- اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 5. Effects of nitrogen levels on grain yield and yield components of wheat

سطوح نیتروژن Nitrogen levels (kg/ha)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد پنجه Tiller number	تعداد سنبله (مترمربع) Spike number (m <sup>2</sup> )	تعداد سنبلچه Spikelet number	تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	وزن دانه در سنبله (گرم) Grain weight per spike (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)
0	72.73 <sup>f</sup>	4 <sup>f</sup>	265.20 <sup>f</sup>	17.32 <sup>b</sup>	32.65 <sup>e</sup>	1.43 <sup>d</sup>	2735 <sup>c</sup>
50	75.99 <sup>e</sup>	4.34 <sup>df</sup>	311.70 <sup>e</sup>	17.94 <sup>b</sup>	33.05 <sup>d</sup>	1.48 <sup>c</sup>	3575 <sup>b</sup>
100	78.24 <sup>d</sup>	4.46 <sup>dc</sup>	345.65 <sup>d</sup>	18.16 <sup>ab</sup>	33.52 <sup>d</sup>	1.50 <sup>b</sup>	3695 <sup>b</sup>
150	82.88 <sup>c</sup>	4.90 <sup>bc</sup>	359.15 <sup>c</sup>	18.38 <sup>ab</sup>	34.78 <sup>c</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	4050 <sup>ab</sup>
200	84.12 <sup>b</sup>	5.08 <sup>b</sup>	391.80 <sup>b</sup>	18.49 <sup>ab</sup>	36.75 <sup>b</sup>	1.62 <sup>a</sup>	4350 <sup>a</sup>
250	84.81 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>	411.300 <sup>a</sup>	18.52 <sup>a</sup>	38.08 <sup>a</sup>	1.64 <sup>a</sup>	4490 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف آماری معنی‌داری با استفاده از آزمون دانکن ندارند.

Means with the same letters in each column have not significantly differences using Duncan's test.

### وزن دانه‌ها در سنبله

از نظر ارقام، رقم بهرنگ با میانگین وزن ۱/۷۱ گرم دانه در سنبله، نسبت به رقم چمران با میانگین وزن ۱/۳۶ گرم دانه در سنبله برتری داشت (جدول ۳). در بین ذرات نشاسته و هیدرات‌های کربن دانه گندم دوروم، فضای خالی وجود نداشته و این موضوع موجب افزایش وزن دانه در گندم دوروم می‌شود (Ghorbanijavid, 2005)، لذا وزن دانه‌ها در سنبله گندم بهرنگ بالاتر از رقم چمران (گندم معمولی یا نان) بود. جووانی و همکاران (Giovanni et al., 2004)، نیز بیان کردند که وزن دانه بیشتر تحت کنترل ژنتیک است. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش تراکم وزن دانه‌ها در سنبله روند نزولی پیدا می‌کند بطوری‌که حداکثر وزن دانه‌ها در سنبله در تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین وزن دانه در سنبله ۱/۶۵ گرم و حداقل وزن دانه‌ها در سنبله در تراکم ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار با میانگین وزن دانه‌ها در سنبله ۱/۴۵ گرم بدست آمد (جدول ۴). با افزایش تعداد دانه در سنبله وزن تکدانه در سنبله کاهش می‌یابد ولی در شرایط این آزمایش تعداد زیادتر دانه در سنبله توانست جبران کاهش وزن تکدانه را داشته باشد و با وجود تعداد بیشتر دانه در سنبله در تراکم‌های کمتر، وزن دانه‌ها در سنبله هم افزایش یافت. توحیدی و همکاران (Tohidi et al., 1996) نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم، وزن دانه‌ها در سنبله کاهش می‌یابد. جدول (۵)، اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی وزن دانه‌ها در سنبله را نشان می‌دهد، افزایش نیتروژن موجب افزایش وزن دانه‌ها در

سنبله گردید. به نظر می‌رسد با افزایش کاربرد نیتروژن میزان تولید و انتقال مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها افزایش پیدا کرده و وزن دانه‌ها در سنبله افزایش یافت. سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین وزن دانه‌ها در سنبله ۱/۶۴ گرم و شاهد با میانگین وزن دانه‌ها در سنبله ۱/۴۳ گرم به ترتیب بالاترین و پائین‌ترین وزن دانه‌ها در سنبله را ایجاد کردند، همچنین سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با سطوح کودی ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، از نظر وزن دانه‌ها در سنبله اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد. جدول (۶)، نشان‌دهنده همبستگی بالا و مثبت بین وزن دانه‌ها در سنبله و عملکرد دانه می‌باشد.

### عملکرد دانه

تفاوت عملکرد دانه ارقام بهرنگ و چمران در جدول (۳)، نشان داده شده است، رقم چمران با میانگین عملکرد دانه ۴۱۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم بهرنگ با میانگین عملکرد ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برتری داشت. وارگا و همکاران (Varga et al., 2001)، نشان دادند که بین ژنوتیپ‌های مختلف گندم از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. رقم بهرنگ با وجود وزن دانه بیشتر در سنبله عملکرد کمتری از رقم چمران داشت. عملکرد بالای ارقام جدید گندم به تعداد دانه بیشتر در سنبله ربط داده شده است (Felekhora et al., 2012). مکنیل و دیویس (McNeal and Davis, 1954)، در پژوهش خود گزارش کردند در بعضی از ارقام، افزایش عملکرد دانه به

مصرف بذر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه را افزایش داد و بنظر می‌رسد در تراکم‌های بالاتر به دلیل رقابت زیاد و شرایط نامساعد رشد و کاهش شاخص سطح برگ، عملکرد دانه روند نزولی پیدا کرده است. در آزمایش‌های مشابه گزارش شده است که با افزایش تراکم بوته، میزان عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Salehi *et al.*, 2006; Bavar, 2008).

خطر افزایش تعداد سنبله در واحد سطح بود، در حالی که در بعضی از ارقام، بیش از نیمی از افزایش عملکرد دانه به خاطر افزایش تعداد دانه در سنبله با افزایش وزن دانه و یا هر دوی این‌ها بود. اثرات تراکم بر عملکرد دانه نشان داد که بهترین عملکرد دانه در تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار حاصل شد و تراکم‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار در سطح پائین‌تر و بدون اختلاف معنی‌دار قرار داشتند. در واقع در شرایط این آزمایش افزایش

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در این آزمایش

Table 6. Simple correlation coefficient among grain yield and yield components in this experiment

	تعداد پنجه Tiller number	تعداد سنبله Spike number	تعداد سنبلیچه Spikelet number	تعداد دانه در سنبله Grain number per spike	وزن دانه در سنبله Grain weight per spike
Tiller number	1				
Spike number	0.01 <sup>ns</sup>	1			
Spikelet number	0.56 <sup>**</sup>	-0.15 <sup>**</sup>	1		
Grain number per spike	0.02 <sup>ns</sup>	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>n.s</sup>	1	
Grain weight per spike	-0.16 <sup>**</sup>	-0.05 <sup>ns</sup>	-0.24 <sup>**</sup>	0.41 <sup>**</sup>	1
Grain yield	0.07 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>**</sup>	0.12 <sup>*</sup>	0.17 <sup>**</sup>	0.36 <sup>**</sup>

<sup>ns</sup>, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

<sup>ns</sup>, \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

دانه اختلاف معنی‌داری با مصرف ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نداشت و همان‌طور که در جدول (۵)، نشان داده شده است عملکرد دانه در مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با میانگین ۴۰۵۰ کیلوگرم در هکتار هم‌ردیف با تیمارهای ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۴۳۵۰ و ۴۴۹۰ کیلوگرم در هکتار قرار داشت و سایر تیمارها عملکرد دانه پائین‌تری تولید کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن تا مقدار مطلوب (با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه)، عملکرد افزایش می‌یابد، اما با مصرف بیشتر از مقدار بهینه کود نیتروژن، عملکرد به همان نسبت افزایش پیدا نمی‌کند. نیتروژن با افزایش تعداد برگ‌های بالغ سبب می‌شود تا نسبت فتوسنتز به تنفس افزایش یافته، تولید مواد آسمیله و عملکرد افزایش یابد، اما اگر نیتروژن مصرفی بیش از حد مطلوب باشد، توسعه اندام‌های هوایی خیلی زیاد شده و در

تراکم ۵۰ کیلوگرم بذر در هکتار کمترین عملکرد را در بین تراکم‌ها داشت (جدول ۴). دونالد (Donald, 1986) نتیجه گرفت که اگر تراکم گیاه خیلی کم باشد، از تمام ظرفیت تولید کاملاً استفاده نمی‌شود و چنانچه زیاد باشد به علت رقابت زیاد از حد گیاهان در جذب آب، مواد غذایی، دی اکسید کربن و نور راندمان کل محصول کاهش می‌یابد. تراکم مناسب و توزیع متعادل بوته‌ها در واحد سطح موجب استفاده بهتر از رطوبت مواد غذایی و نور می‌گردد و موجب افزایش عملکرد می‌شود (Maleki *et al.*, 2012). به‌طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که مصرف بذر کمتر در هکتار عملکرد دانه را کاهش نداده است. از این‌رو می‌توان با مصرف بهینه بذر که با توجه به شرایط خاک و آب و هوایی هر منطقه متفاوت است، ضمن صرفه‌جویی در مصرف بذر از عملکرد دانه مطلوب نیز برخوردار شد. نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر عملکرد

هکتار، با داشتن بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله توانستند بیشترین عملکرد را تولید کنند (جدول ۶). رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2012)، گزارش کردند که در شرایط آبیاری کامل، همبستگی عملکرد دانه با تعداد سنبلچه در سنبله و دانه در سنبله مثبت و معنی‌دار است، هاشمی‌نژاد و همکاران (Hasheminejad *et al.*, 2012)، نیز در بررسی روابط بین خصوصیات مورفولوژیک در ارقام مختلف گندم گزارش کردند که عملکرد دانه دارای بیشترین ارتباط مثبت و معنی‌دار با صفات تعداد بذر در سنبله و وزن بذر در سنبله بود.

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که تراکم بوته و کود نیتروژن می‌توانند به عنوان عوامل اصلی در افزایش عملکرد گندم مؤثر باشند. مقایسه عملکرد دانه رقم چمران (گندم نان) و رقم بهرنگ (گندم دوروم) نشان داد که رقم چمران نسبت به رقم بهرنگ از عملکرد دانه بالاتری برخوردار است. بهترین عملکرد دانه در تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. با توجه به اینکه بین سطوح کودی ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، می‌توان تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (D<sub>4</sub>N<sub>4</sub>) را به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار در افزایش عملکرد دانه در این آزمایش معرفی کرد. در پژوهش حاضر ملاحظه شد که با کاهش مصرف بذر و کود نیتروژن مصرفی در هکتار و کشت به صورت بی‌خاک‌ورزی، ضمن رعایت اصول پایداری از میزان عملکرد دانه در هکتار نیز کاسته نشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که برای تولید عملکرد دانه کافی در گندم به عنوان مهم‌ترین محصول کشور، نیازی به افزایش مصرف بذر و کود مصرفی در هکتار وجود ندارد و این کار فقط موجب افزایش هزینه‌ها و خطرات زیست‌محیطی می‌شود و می‌تواند نتیجه دلخواه را نیز در بر نداشته باشد. بنابراین، با تعیین مقدار بهینه بذر و کودهای شیمیایی می‌توان ضمن دستیابی به بهترین عملکرد، از میزان هزینه‌ها کاست و در علاوه بر آن، آلودگی‌های زیست‌محیطی را نیز کاهش داد.

نتیجه تعداد برگ‌هایی که در سایه قرار می‌گیرند، افزایش و نسبت فتوسنتز به تنفس کاهش و مواد آسمیله کمتری به دانه هدایت خواهد شد و بیشتر مواد به مصرف برگ‌های بالغ و نابالغی که در سایه قرار گرفته و همچنان مصرف کننده‌اند، می‌رسد (Emam and Niknezhad, 2005). در شرایط این آزمایش نیز تیمارهای کودی بالاتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ارتفاع بوته بالاتری داشتند و این موضوع حاکی از این مطلب است که افزایش نیتروژن توزیع ماده‌خشک را بیشتر معطوف به رشد رویشی نموده و سهم کمتری در تولید دانه و افزایش وزن آن داشته است، بنابراین تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، اندام رویشی کوتاهتری تولید نمود اما در مقابل تعداد دانه بالا با وزن مناسب تولید و در نهایت عملکرد دانه بالایی هم داشت که موجب شد تا بین تیمارهای کودی ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشته باشد. سلیمانی‌فرد و همکاران (Soleimanifard *et al.*, 2009)، نیز در بررسی اثر کود نیتروژن (۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در استان ایلام، گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۵۱۰۰ و ۱۴۳۶۰ کیلوگرم در هکتار در سطوح کودی ۱۶۰ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در حال حاضر علی‌رغم اینکه مصرف کودهای شیمیایی در ایران بالاتر از مصرف متوسط جهانی و معادل متوسط مصرف کود در کشورهای توسعه یافته است، میزان تولید در واحد سطح عمدتاً به دلیل عدم شناخت نیاز واقعی گیاه، زمان نیاز و عدم تعادل بین عناصر غذایی، پایین‌تر از این کشورهاست (Malakouti, 1993). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مصرف بهینه کود می‌تواند نتیجه بهتری در عملکرد دانه نسبت به مصرف زیاد از حد کود که با صرف هزینه زیاد و آلودگی محیط زیست همراه است داشته باشد و این از اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. عملکرد دانه همبستگی بالایی با تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله داشت، بنابراین تراکم ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار و تیمار کودی ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در

## References

- Asdollahzadeh, R., Naderi, A. and Kakzadeh, A. 2010.** Effect of plant density on yield and yield components of wheat genotypes in different planting patterns. **Journal of Crop Physiology** 2 (1): 4-6. (In Persian with English Abstract).
- Ayoub, M., Guertin, S., Lussier, S. and Smith, D. L. 1994.** Timing and level of nitrogen fertility effects on spring wheat yield in eastern Canada. **Crop Science** 34 (3): 748-756.
- Bavar, M. 2008.** Effects of planting date density on growth indices and yield component of hull-less barley. M.Sc. Dissertation. University of Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. (In Persian).
- Camara, K. M., Payne, W. A. and Rasmussen, P. E. 2003.** Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on winter wheat yields in the Pacific Northwest. **Agronomy Journal** 95: 828-835.
- Damania, A. B. and Jackson, M. T. 2006.** An application of factor analysis for morphological data of wheat and barely landraces. **Valley Nepal Research** 5 (2): 25-30.
- Delfin, S., Tognetti, R., Dsiderio, E. and Alvino, A. 2005.** Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. **Agronomy and Sustainable Development** 25: 183-191.
- Donald, C. M. 1986.** The breeding of crop ideotypes. **Euphytica** 17: 385-403.
- Donaldson, E., Schillinger, W. E. and Dofing, S. M. 2001.** Straw production and grain yield relationships in winter wheat. **Crop Science** 41: 100-106.
- Elhani, S., Martos, V., Rharrabi, Y., Royo, C. and Garcia del Moral, L. F. 2007.** Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum aestivum* L. var. durum) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. **Field Crops Research** 103: 25-35.
- Emam, Y. and Niknezhad, M. 2005.** An introduction on physiology of crop yield. Shiraz University Press. Second Edition. 551 p. (In Persian).
- Fatima, M., Bedhlaf, M. and Rhomeri, Y. 1992.** Fertilization of cereals: Soil nitrogen test. In: Ryan, J. and Matar, A. (Eds.). Fertilizer use efficiency under rainfed agriculture in West Asia and North Africa. ICARDA, Aleppo Syria. pp: 224.
- Felekhora, H., Eghbalghobadi, M. and Khazaei, E. 2012.** Variability of wheat spike under supplemental irrigation and nitrogen rates. Proceeding of 12<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. pp: 1-6. (In Persian).
- Gharineh, M. H. and Nadian, H. 2011.** Sustainable agriculture practices. Chamran University Press, Ahvaz, Iran. (In Persian).
- Ghorbanijavid, M. 2005.** Comprehensive book of agronomy, plant breeding and biotechnology. Vol. IV. Daneshpazhohan Azad Farda Press, Tehran, Iran. 247 p. (In Persian).
- Giovanni, G., Silvano, P. and Giovanni, D. 2004.** Grain yield, nitrogen use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. **European Journal of Agronomy** 21: 181-182.
- Hasheminejad, S. A., Shekarpour, M., Esfandiyari, E. and Zare, M. 2012.** Investigation of relationship between morphological characteristics in different wheat cultivars. Proceeding of 12<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. Page 3. (In Persian)
- Hay, R. K. M. and Walker, A. J. 1989.** An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific Technical. London. 291 p.
- Hemmat, A. and Eskandari, I. 2006.** Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in Northwestern Iran. **Soil and Tillage Research** 92: 158-169.
- Hiltbrunner, J., Streit, B. and Lidgens, M. 2007.** Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? **Field Crops Research** 102: 163-171.
- Khagepour, M. 2006.** Principles and foundations of agriculture. 2<sup>nd</sup> ed. Esfahan University Press. 386 p. (In Persian).
- Kluson, A. R. 2006.** Sustainable agriculture: Definitions and concepts. Newsletter of Agriculture/Natural Resource Extension.
- Lebaschy, M. H. and Sharifi Ashour Abadi, E. 2004.** Application of physiological growth indices for suitable harvesting of *Hypericum perforatum*. **Pajouhesh and Sazandegi** 65: 65-75. (In Persian with English Abstract).

- Malakouti, M. J. 1993.** A comprehensive method for the detection of plant and recommend the use of chemical fertilizers in agricultural land of Iran. 2<sup>nd</sup> ed. Tarbiat Modarres University Press. pp: 2-35. (In Persian).
- Maleki, E. Mansouri, S., Sidan, P., Heidarnjad, M. and Jaefarzadeh, M. 2012.** Investigation of different plant densities on old and new wheat varieties. Proceeding of 12<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. (In Persian).
- Mazaheri, D. and Majnoon Hosseini, N. 2008.** General agriculture. 6<sup>th</sup> ed. Tehran University Press. pp: 1-80. (In Persian).
- McNeal, F. H. and Davis, D. J. 1954.** Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and porotein of certain spring wheat varieties. *Agronomy Journal* 46: 375-378.
- Melero, S., Lopez-Bellido, R. J., Lopez-Bellido, L., Munoz-Romero, V. N., Lix Moreno, F., Murillo, J. M. and Franzluebbers, A. J. 2012.** Stratification ratios in a rainfed Mediterranean Vertisol in wheat under different tillage, rotation and N fertilization rates. *Soil and Tillage Research* 119: 7-12.
- Momtazi, F., Emam, Y. and Nagafali, K. 2005.** Physiological characteristics and yield of winter wheat in response to sowing date and plant density. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 3 (9): 9-13. (In Persian with English Abstract).
- Navabpour, S., Latifi, N., Hosseini, S. and Kazemi, G. 2011.** Investigation of grain yield due to variations in crop growth and yield components. *Electronic Journal of Crop Production* 3 (4): 157-173. (In Persian with English Abstract).
- Nourmohammadi, Gh., Siadat, A. and Kashani, A. 2010.** Cereal crops. 9<sup>th</sup> ed. Chamran University Press, Ahvaz, Iran. (In Persian).
- Olsen, J. E., Berntsen, J., Hansen, E. M., Petersen, B. M. and Petersen, J. 2002.** Crop nitrogen demand and canopy area expansion in winter during vegetative growth. *European Journal of Agronomy* 16: 279-294.
- Ouzuni Douji, A. A., Esfahani, M., Samizadeh Lahiji, H. and Rabiee, M. 2008.** Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science* 9: 32-40. (In Persian with English Abstract).
- Power, J. F. and Alessi, J. 1978.** Tiller development on yield of standard and semidwarf spring wheat varieties as affected by nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science* 90: 97-108.
- Rahimizadeh, M., Kashani, E. and Zare-Feizabadi, A. 2010.** Effect of pre-sowing crops, nitrogen fertilizers and returning crop residue on the growth and yield of wheat. *Journal of Agricultural Research* 8 (1): 98-110. (In Persian with English Abstract).
- Rahnama, A., Bakhshandeh, A. and Noormohammadi, Gh. 2000.** Investigation and determination of the part of the tiller in plant in the different density on grain yield and yield components in wheat in Khozectan. *Iranian Journal of Agricultural Science* 2 (3): 12-24. (In Persian with English Abstract).
- Rezaei, M., Eivazi, E. R., Yazdanebas, A. and mohamadi, S. 2012.** Effect of agronomic and physiological characteristics on grain yield of wheat genotypes under limited irrigation conditions. Proceeding of 12<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. (In Persian).
- Royo, C., Villegas, D., Rharrabti, Y., Blanco, R., Martos, V. and Garcia Delmoral, L. F. 2006.** Grain growth and yield formation of durum wheat grown at contrasting latitudes and water regimes in a Mediterranean environment. *Cereal Research Communications* 34: 1021-1028.
- Salehi, F., Safari, S. and Rafiei Alhosseini, M. 2006.** Effects of planting date and density on yield and yield components of hull-less barley. Proceeding of 9<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress. (In Persian).
- Soleimanifard, E., Naseri, R., Naserizadeh, H., Mirzaei, A. and Nazaralizadeh, K. 2009.** Effect of nitrogen fertilizer levels on yield and yield components of wheat cultivars in Ilam province. Proceeding of National Conference on Water Science, Soil, Plant and Agricultural Mechanization. Islamic Azad University of Dezful, Khuzestan, Iran. (In Persian).
- Taki, A. and Hemmat, E. 1998.** The effect of different methods of seed bed preparation and seeding rates on yield and yield components of irrigated wheat. Proceeding of 5<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress, Karaj, Iran. (In Persian).

- Tohidi, M., Siadat, S. A. and Hashemi Dezfuli, A. 1996.** Investigation and comparison of tillering and yield of wheat cultivars in different seeding rates in the climatic conditions of Dezful. Proceeding of 4<sup>th</sup> Iranian Crop Science Congress, Karaj, Iran. (In Persian).
- Varga, B., Svecngak, I. and Pospisil, I. 2001.** Winter wheat cultivars performance as affected by production systems in Croatia. *Agronomy Journal* 93: 961-966.
- Von Braun, J. 2007.** The world food situation: New driving forces and required actions. IFPRI. Presented at CGIAR Annual General Meeting, Beijing, China.



University of Guilan  
Faculty of Agricultural  
Sciences

**Cereal Research**  
Vol. 6, No. 1, Spring 2016 (89-103)

## **Investigation of yield and yield components of wheat in response to reduced nitrogen fertilizer and seed consumption under sustainable agriculture conditions**

**Davoud Omidi-Nasab<sup>1\*</sup>, Mohammad Hossien Gharineh<sup>2</sup>, Abdolmehdi Bakhshandeh<sup>3</sup>, Mehran Sharafizadeh<sup>4</sup> and Alireza Shafeienia<sup>2</sup>**

Received: February 14, 2015

Accepted: December 12, 2015

### **Abstract**

To investigate yield and yield components of wheat in response to reduced nitrogen fertilizer and seed consumption under sustainable agriculture conditions, an experiment was carried out as split plot factorial based on randomized complete block design with four replications in Dezfol Agricultural Research Center, Dezfol, Iran, in 2011-2012. Two wheat cultivars (Chamran and Behrang) in main plots and five levels of seed density (50, 100, 150, 200 and 250 kg.ha<sup>-1</sup>) together with six levels of nitrogen fertilizer from urea source (0, 50, 100, 150, 200 and 250 kg.ha<sup>-1</sup>) as factorial in sub-plots were considered. The result of analysis of variance showed that the effects of cultivar, nitrogen fertilizer and seed density were significant on grain yield and yield components at 1% probability level. Chamran with the average grain yield of 4130.70 kg./ha<sup>-1</sup> was significantly higher than Behrang. Seed consumption more than 100 kg.ha<sup>-1</sup> was reduced grain yield and the highest grain yield with the average of 4975 kg.ha<sup>-1</sup> was obtained from seed density of 100 kg.ha<sup>-1</sup>. In contrast, increasing nitrogen fertilizer up to 150 kg.ha<sup>-1</sup> significantly increased grain yield and then there was no significant change.

**Keywords:** Leaf area index, Morphologic characters, Seed density

- 
1. Former M. Sc. Student, Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahvaz, Iran
  2. Assoc. Prof., Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahvaz, Iran
  3. Prof., Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahvaz, Iran
  4. M. Sc., Seed Control and Certificat Center of Khozestan, Ahvaz, Iran

\* Corresponding author: [davoudomidinasab@gmail.com](mailto:davoudomidinasab@gmail.com)