

تأثیر میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در منطقه گنبد

Effects of Seed Rates on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Gonbad Region

حبیب اله سوقی^{۱*}، سعید باقری کیا^۲، فرامرز سیدی^۳

۱. دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. (نگارنده مسئول)
۲. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۳. مربی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2024.366224.1678

چکیده

سوقی، ح. باقری کیا، س. سیدی، ف. ه. . تأثیر میزان بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در منطقه گنبد
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۶- شماره ۳- پیاپی ۱۴۰ پائیز ۱۴۰۲ صفحه: ۱۷-۰۱

به منظور بررسی تأثیر تراکم بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید گندم نان، آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل تراکم بذر و ژنوتیپ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تراکم بذر در شش سطح شامل ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ بذر در متر مربع و ژنوتیپ در شش سطح شامل لاین N-93-9 و ارقام آراز، آرمان، تکتاز، کلاته و تیرگان دو عامل این آزمایش بودند. مساحت هر کرت ۱۴/۴ متر مربع بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان داد که اثر ساده سال برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک در سطح آماری یک درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین و کمترین مقادیر برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و تعداد سنبله در متر مربع به ترتیب در تراکم های ۳۵۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع حاصل شد. اثر متقابل سال و تراکم برای صفت عملکرد دانه معنی دار بود اما در هر سال زراعی، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد (۵۱۴۸۰ کیلوگرم در هکتار در سال اول و ۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار در سال دوم). بیشترین عملکرد دانه مربوط ارقام کلاته (۵۰۸۷ کیلوگرم در هکتار)، آرمان (۵۰۸۵ کیلوگرم در هکتار) و تکتاز (۵۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) بود که به طور معنی داری از عملکرد دانه ارقام آراز و تیرگان بیشتر بود.

واژه های کلیدی: استان گلستان، تجزیه مر کب، رقابت، عملکرد زیست توده.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: h.soghi@areeo.ac.ir

مقدمه:

ارقام و لاین های گندم از نظر وزن هزاردانه و قدرت پنجه زنی با هم اختلاف دارند از این رو توصیه کلی یک تراکم بذر خاص (بر اساس کیلوگرم در هکتار) بدون در نظر گرفتن ظرفیت و خصوصیات ژنتیکی ژنوتیپ ها چندان صحیح نیست. در واقع دستیابی به عملکرد بالا در گندم، مستلزم انطباق مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط جوی مساعد و افزایش کارایی استفاده از عوامل تولید به واسطه تراکم مطلوب است زیرا عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته ای برای بهره برداری از عوامل محیطی جهت رشد و نمو است. حداکثر عملکرد دانه زمانی حاصل می شود که این رقابت ها به حداقل خود برسد و گیاه بتواند از عوامل محیطی حداکثر استفاده را بنماید. در غیر این صورت برآیند عملکرد جمعیت گیاهی به علت رقابت بین بوته ها تحت تأثیر تنش شدید قرار می گیرند. تراکم بوته از طریق میزان بذر در هکتار کنترل می گردد. اگر تراکم بوته ها بیشتر یا کمتر از حالت معمول باشد مشکلاتی مانند کاهش عملکرد دانه به دلیل تعداد بوته کمتر یا بیشتر در واحد سطح، تولید بوته های ضعیف و وقوع خوابیدگی، افزایش رشد رویشی گیاه، دیررسی، گسترش بیماری ها و آفات و افزایش خسارت علف های هرز به وجود خواهد آمد (Bastos et al., 2020). در برخی از ارقام با ظرفیت پنجه زنی بالا امکان کاهش هزینه تولید از طریق کاهش میزان مصرف بذر وجود دارد. کاهش تراکم بذر مصرفی در واحد سطح، هزینه نهاده های تولید را به طور معنی داری کاهش

می دهد، اما بایستی دقت شود که استقرار بوته ها در شرایط مختلف اقلیمی در نظر گرفته شود (Jaenisch et al., 2019). تراکم گیاهی بهینه با توجه به عواملی مانند منطقه، تاریخ کاشت، شرایط اقلیمی (به ویژه توزیع بارش)، نوع خاک و ژنوتیپ ارقام تعیین می گردد. هر رقم گندم با توجه به خصوصیات ژنتیکی، گیاه شناسی و فیزیولوژیکی خود و نیز با توجه به شرایط آب و هوایی، خاک و محیط رشد می تواند در وضعیت خاصی از تراکم بوته، حداکثر بازده عملکرد را داشته باشد. تعداد بوته در واحد سطح ممکن است بدون این که اثر قابل توجهی بر عملکرد گیاه زراعی داشته باشد به میزان زیادی تغییر کند. این موضوع به خاصیت پنجه زنی گندم مربوط می شود زیرا در تراکم های کمتر به علت فراهم بودن فضای کافی، هر تک بوته قابلیت پنجه زنی بیشتری دارد هر چند این موضوع تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی نیز قرار دارد. اگر تراکم از حد خاصی کمتر شود حتی افزایش پنجه زنی هم نمی تواند کاهش تعداد سنبله در متر مربع را نسبت به تراکم مطلوب جبران نماید و عملکرد دانه کاهش خواهد یافت. از جمله مهمترین عوامل مدیریتی برای بهبود عملکرد گندم و کاهش شکاف عملکرد، استفاده از تراکم مطلوب است. (Lollato et al., 2019; Jaenisch et al., 2019) تراکم های کمتر از حد بهینه ممکن است باعث کاهش کارایی عملکرد و استفاده از منابع موجود شود (Lollato et al., 2019; Fischer, Ramos, Monasterio et al., 2019; Sayre, &). در عین حال، تراکم های بیش از حد مطلوب، هزینه تولید را افزایش می دهد

می‌ماند (Aparicio *et al.*, 2000). نتایج مطالعه‌ای که تحت شرایط دیم در آمریکای شمالی انجام شد نشان داد که با افزایش تراکم کاشت بر مقدار عملکرد به صورت غیرخطی افزوده شد و تفاوت در عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر از ۲۰۰ بذر در متر مربع، از نظر آماری معنی‌دار نبود (Aparicio *et al.*, 2000). در یک بررسی دو ساله چهار تراکم کاشت ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ بذر در متر مربع در سه لاین و رقم گندم دوروم در شرایط دیم استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که تراکم‌های کاشت ۴۵۰ و ۵۵۰ بذر در متر مربع با هم اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه نداشتند و به‌طور معنی‌داری عملکرد بیشتری نسبت به تراکم‌های کاشت ۳۵۰ و ۲۵۰ بذر در متر مربع تولید نمودند (Ghazvineh *et al.*, 2020).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام و لاین جدید گندم نان در استان گلستان آزمایشی در دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد به اجرا در آمد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در ۵ کیلومتری شرق شهرستان گنبد با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی واقع شده است. آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی محل اجرای آزمایش شامل مجموع طول روز، بارش، مجموع ساعات آفتابی، میانگین رطوبت نسبی و میانگین و حداکثر دما در طی دو سال آزمایش به تفکیک ماه‌های آزمایش در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

و ممکن است به‌طور بالقوه باعث افزایش بروز بیماری‌ها و خوابیدگی بوته‌ها شود و در نتیجه کاهش عملکرد گندم را به دنبال داشته باشد (Lloveras, Manent, Viudas, López, & Santiveri, 2004; Laghari *et al.*, 2011). اجزای عملکرد گندم ظرفیت جبرانی قوی دارند که البته این ظرفیت جبران بستگی به در دسترس بودن منابع دارد (Lloveras *et al.*, 2004). با این حال این سازوکار جبرانی در ژنوتیپ‌های گندم متفاوت است (Lloveras *et al.*, 2004). به عنوان مثال، برخی از ژنوتیپ‌های گندم پتانسیل پنجه‌زنی بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارند (Valério *et al.*, 2013). بنابراین اگر تعداد گیاهان کمتر از منابع موجود باشد در صورت پتانسیل رقم، تعداد پنجه ممکن است افزایش یابد تا کاهش عملکرد را جبران نماید. سایر اجزای عملکرد نیز مانند تعداد دانه و وزن دانه با تفاوت تراکم کاشت تغییر می‌کند. در واقع با افزایش تراکم کاشت، تعداد دانه در واحد سطح افزایش و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (Geleta *et al.*, 2002; Valério *et al.*, 2013). در مطالعه‌ای با بررسی سه تراکم ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ بذر در متر مربع گزارش شده است که عملکرد گندم در تراکم ۲۵۰ بذر در متر مربع به‌طور معنی‌داری بیشتر از تراکم ۴۵۰ بذر در متر مربع بود (Wood *et al.*, 2003). اگر چه با افزایش تراکم، بر عملکرد دانه گندم افزوده می‌شود ولی این افزایش همیشه به صورت خطی نیست و بسته به دامنه تراکم‌ها ممکن است به صورت غیر خطی باشد به‌طوری که در نقطه‌ای به حداکثر رسیده و پس از آن ثابت

خاصی بر اساس تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله وارد شده اند در نظر گرفته شد. برای اندازه گیری عملکرد زیست توده و تعداد سنبله در مترمربع از هر کرت آزمایشی یک متر مربع کف بر شد و پس از توزین، تعداد سنبله ها شمارش شدند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله ده بوته تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات مورد نظر اندازه گیری و میانگین ده بوته یادداشت شد. در پایان هر سال زراعی و پس از رسیدن محصول، برداشت با استفاده از کمباین آزمایشی مدل وینتراشتیگر انجام و عملکرد دانه و اجزای عملکرد هر کرت آزمایشی با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک صدم گرم اندازه گیری شدند. تجزیه واریانس مرکب داده ها پس از آزمون همگنی واریانس ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 انجام و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده های دو ساله آزمایش برای عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، روز تا سنبله دهی و شمار روز تا رسیدن فیزیولوژیک در جدول ۳ نشان داده شده است. بر این اساس، اثر ساده سال برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، روز تا سنبله دهی و روز

آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل تراکم و رقم در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تراکم بوته در شش سطح شامل ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ بذر در متر مربع و ژنوتیپ در شش سطح شامل لاین و ارقام گندم آبی N-93-9، تکتاز، آراز، آرمان، کلاته و تیرگان (جدول شماره ۲) دو عامل این آزمایش فاکتوریل بودند. با توجه به این که ارقام تکتاز، آرمان و آراز در سالهای ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ معرفی شده اند، بنابراین تعیین تراکم مطلوب کاشت هر لاین و رقم به منظور دستیابی به حداکثر پتانسیل پیش از توزیع گسترده در استان ضروری می باشد. ارقام کلاته و تیرگان به عنوان شاهد های این آزمایش در نظر گرفته شده اند. کشت هر رقم در ۱۴/۴ متر مربع (عرض ۱/۲ متر و طول ۱۲ متر) با استفاده از ماشین کاشت آزمایشات غلات وینتراشتیگر انجام شد. مساحت کرت قابل برداشت پس از حذف حاشیه آزمایشات، ۱۲ متر مربع بود و میزان بذر در هر کرت بر اساس تراکم های مورد نظر با توجه به وزن هزار دانه لاین ها تعیین گردیدند. در طول دوره رشد نسبت به اعمال توصیه های فنی زراعی به طور یکسان برای همه ترکیب های تیماری اقدام و یادداشت برداری صفات مهم در طول دوره رشد انجام شد. میزان کودهای شیمیایی مصرفی بر اساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تعیین و استفاده شد. در طول دوره آزمایش از کاشت تا برداشت مراحل فنولوژی مانند ظهور سنبله (زادوکس ۵۵) و رسیدگی فیزیولوژیک (زادوکس ۹۰) یادداشت گردید. تعداد روز تا مرحله نموی

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در دو سال آزمایش (۱۳۹۹-۱۴۰۱)
 Table 1. Meteorological statistics of the Gonbad agricultural research station in two experimental years (2020-2022)

ماه Month	مجموع طول روز (ساعت) Accumulated length of day (hour)		میزان بارندگی (میلی متر) Precipitation (mm)		مجموع ساعت آفتابی Accumulated actual sunshine (hour)		میانگین درصد رطوبت نسبی Mean relative humidity (%)		میانگین دما (درجه سانتیگراد) Mean temperature (°C)		میانگین حداقل دما (درجه سانتیگراد) Mean minimum temperature (°C)		میانگین حداکثر دما (درجه سانتیگراد) Mean maximum temperature (°C)	
	20-21	21-22	20-21	21-22	20-21	21-22	20-21	21-22	20-21	21-22	20-21	21-22	20-21	21-22
آبان Oct23-Nov21	312.7	16.5	23.5	192.9	182.4	66	68	16.5	13.4	10.1	7.2	23	19.6	
آذر Nov22-Dec21	291.1	31.9	12.8	107.3	176.1	78	64	8.9	13.5	4.2	6.4	13.6	20.6	
دی Dec22-Jan20	291.4	31.8	36.9	173.5	168.0	72	68	8.3	10.1	1.9	4.1	14.7	16.1	
بهمن Jan21-Feb19	314.1	24.5	61.1	187.8	201.0	71	65	10.2	9.5	2.9	2.9	17.6	16.2	
اسفند Feb20-Mar20	335.7	62.2	70.9	163.3	126.5	73	76	9.1	12.1	2.7	6.7	15.5	17.4	
فروردین Mar21-Apr20	396.2	16.6	11.9	202.7	173.6	67	69	16.6	15.5	9.5	8.8	23.6	22.1	
اردیبهشت Apr21-May21	431.2	20.0	87.6	240.1	147.5	62	74	22.3	19.9	14.9	14.0	29.6	25.7	
خرداد May22-Jun21	455.0	12.2	2.2	279.0	334.0	50	53	28.2	26.3	20.1	17.8	36.3	34.8	

تا رسیدن فیزیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). به عبارت دیگر این صفات در دو سال آزمایش متفاوت بودند و تفاوت معنی دار آماری داشتند. میانگین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در سال اول آزمایش به ترتیب ۴۶۳۵/۸ و ۱۳۳۹۸/۱ کیلوگرم در

هکتار بود. اما در سال دوم آزمایش میانگین این صفات به ترتیب ۵۳۳۰/۷ و ۱۳۵۰۹/۸ کیلوگرم در هکتار بود که نشان دهنده افزایش معنی دار این صفات در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول آزمایش بود. علت افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در سال دوم آزمایش می‌تواند افزایش

جدول ۲- شجره و سال معرفی ارقام گندم نان مورد استفاده در این پژوهش
Table 2. Pedigree and release year of bread wheat cultivars used in this study

رقم Cultivar	سال معرفی Year of release	شجره Pedigree
تیرگان	۱۳۹۶	PFAU/MILAN/5/CHEM/AEGIL OPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/ VEE#7//BOW/4/PASTOR
کلاشه	۱۳۹۷	MILAN/S87230//BABAX
Kalateh	2018	
آرمان	۱۳۹۹	PBW343/TONI//TROST/3/SOVA
Arman	2020	
آراز	۱۳۹۹	CROC-1/AE.TA(WX-224)//OPATA-M-85/3/PASTOR
Araz	2020	
تکاز	۱۴۰۰	SAUAL/3/MILAN/S87230//BAV92
Taktaz	2021	
N-۹۳-۹		CHAPIO/3/BORL95/2*EXCALIBUR//EXCALIBUR
N-93-9		لاین امیدبخش promised line

منشاء کلیه این ارقام مرکز بین المللی تحقیقات ذرت و گندم (سیمیت) است.

All these cultivars are originated from the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT).

بارندگی و کاهش درجه حرارت محیط نسبت به سال اول باشد. فروردین و اردیبهشت که مصادف با ظهور سنبله، گلدهی و پر شدن دانه گندم در ایستگاه گنبد است؛ مجموع بارندگی دو ماه مذکور در سال دوم ۹۹/۵ و در سال اول ۳۶/۶۶ میلی متر بوده است. همچنین میانگین دما و میانگین حداکثر دما در دو ماه فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۱ (سال دوم آزمایش) به طور قابل توجه کمتر از ماه های مشابه سال ۱۴۰۰

(سال اول آزمایش) بوده است (جدول ۱). این عوامل باعث شده گل دهی و پر شدن دانه ها در هوای خنک تر انجام شود از طرفی این امر باعث افزایش طول دوره پر شدن دانه در سال دوم نسبت به سال اول شده است. اثر ساده تراکم برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. یعنی صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر

دانه در سنبله، شمار روز تا رسیدگی، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه معنی دار گزارش شد (Abdolrahmani, 2016). در این بررسی بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع به ترتیب با ۵۳۸۸ و ۱۴۰۱۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. سپس تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع با ۵۱۸۹ و ۱۳۷۳۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در رتبه دوم قرار داشت (Abdolrahmani, 2016). در بررسی تأثیر تراکم بذر در ارقام مختلف گندم که در شرایط اقلیمی کرج انجام شد، بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد (Majnoun Hosseini, 2022). نتایج یک مطالعه دیگر در شرایط اقلیمی استان لرستان نشان داد که بیشترین عملکرد دانه گندم مربوط به تراکم ۶۰۰ بذر در متر مربع بود (Nabati et al., 2022). به طور کلی اجزای عملکرد گندم بسته به در دسترس بودن منابع، ظرفیت جبران قابل توجهی دارند. با این حال، این ساز و کار جبرانی می تواند در ژنوتیپ های گندم متفاوت باشد (Bastos et al., 2020). نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش تراکم بذر، وزن هزار دانه به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۴). با توجه به این که افزایش تراکم کاشت موجب افزایش رقابت بین گیاهان می شود، هر گیاه برای دسترسی به منابع محدود مانند نور خورشید، آب و مواد مغذی با گیاهان مجاور رقابت می کند. این رقابت می تواند باعث کاهش دسترسی هر گیاه به منابع لازم برای رشد و توسعه دانه ها شود، که در نهایت به کاهش وزن هزار دانه منجر می شود.

مربع، طول پدانکل، روز تا سنبله دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک در تراکم های مختلف متفاوت بودند (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد که حداکثر مقادیر برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و تعداد سنبله در متر مربع در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد و کمترین مقادیر مذکور مربوط به تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع بود (جدول ۴). این یافته ها نشان می دهد که تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع تراکم بهینه برای به حداکثر رساندن عملکرد و کارایی در تولید گندم در منطقه اجرای آزمایش است و بدین مفهوم است که یک نقطه تعادل بحرانی وجود دارد که در آن گیاهان می توانند به طور کامل از منابع موجود بدون تجربه اثرات منفی ناشی از تراکم بیش از حد استفاده کنند. به همین خاطر است که بهینه سازی تراکم بذر برای دستیابی به تولید پایدار گندم بسیار مهم است (Lollato et al., 2024).

تراکم مطلوب تابع عوامل متعددی نظیر شرایط اقلیمی منطقه، تاریخ کاشت، میزان و توزیع بارش، نوع خاک و رقم است (Elhani et al., 2007). به همین خاطر در مطالعات مختلف با توجه به شرایط خاص آن منطقه و ارقام استفاده شده محققان علوم گیاهی نتایج متفاوتی گزارش کرده اند. در یک آزمایش دوساله در منطقه مراغه، شش ژنوتیپ گندم در تراکم های ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ بذر در متر مربع مورد مطالعه قرار گرفتند و بر اساس نتایج آن، اثر تراکم کاشت بر صفات درصد پوشش سبز، طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد

زیست توده نیز متعلق به تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع در سال دوم آزمایش با ۱۴۱۴۵ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع در سال دوم آزمایش بیشترین تعداد سنبله در متر مربع (۵۲۹ عدد) را داشت. وجود اثر متقابل معنی دار بین سال زراعی و تراکم بذر در صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و سایر صفات نشان دهنده اهمیت بالای مدیریت زراعی و شناخت دقیق شرایط محیطی در هر سال زراعی است. شرایط آب و هوایی بهتر در سال دوم به افزایش تمامی این صفات منجر شده است. این نتایج نشان می دهد که بهینه سازی تراکم بذر و مدیریت زراعی بر اساس شرایط سالانه می تواند به بهبود عملکرد کلی محصول کمک کند (Lollato et al., 2024). در صفت عملکرد دانه با وجود معنی دار بودن اثر متقابل سال و تراکم، در هر سال زراعی بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد. در واقع تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع با ۵۱۴۸۰ کیلوگرم در هکتار و ۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به ترتیب در سال اول و سال دوم آزمایش داشتند (جدول ۶).

در استان گلستان مطالعات مختلفی در مورد نقش تراکم بذر بر عملکرد دانه ارقام قدیمی انجام گرفته است. در شرایط اقلیمی گرگان به منظور بررسی اثر تراکم کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام گندم، آزمایشی با سه تراکم کاشت (۱۵۰، ۲۶۲ و ۳۷۵ بوته در متر مربع) و سه ژنوتیپ گندم نان (تجن، فلات و N-81-18) انجام شد. نتایج این آزمایش نشان

از طرفی با افزایش تراکم کاشت، تراکم برگ ها در واحد سطح افزایش می یابد که می تواند باعث سایه اندازی بیشتر شود. کاهش تابش نور به برگ ها می تواند میزان فتوسنتز را کاهش داده و تولید مواد فتوسنتزی را محدود کند. این کاهش در نهایت می تواند بر رشد و پر شدن دانه ها تاثیر منفی بگذارد و وزن هزار دانه را کاهش دهد (Hütsch et al., 2019).

مقایسه میانگین اثر ساده رقم نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با ۵۰۸۷ و ۵۰۸۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به ارقام کلاته و آرمان بود. به طور کلی عملکرد دانه ارقام کلاته، آرمان، تکتاز طور معنی داری بیشتر از ارقام آراز و تیرگان بود. بیشترین عملکرد زیست توده با ۱۴۰۳۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم آراز بود که با توجه به این که این رقم بیشترین ارتفاع بوته را نیز داشت قابل توجه بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین ها برای صفت تعداد سنبله در متر مربع نشان داد که ارقام از این نظر تفاوت معنی دار آماری نداشتند که نشان دهنده قدرت پنجه زنی یکسان ارقام مورد مطالعه است (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که اثر متقابل سال \times تراکم در همه صفات (جز تعداد سنبله در متر مربع)، معنی دار بود (جدول ۶). بر همین اساس بالاترین عملکرد دانه (۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم آزمایش در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد. همچنین کمترین عملکرد دانه (۴۵۲۸ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع و سال اول آزمایش بود. بالاترین عملکرد

Continued Table 3

ادامه جدول ۳

	درجه آزادی	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	طول پدانکل (سانتی متر)	روز تا سنبله دهی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک
	df	Plant height (cm)	Peduncle length (cm)	Days to heading	Days to physiological maturity
سال (Y)	1	37744**	2091**	202**	29992**
بلوک (Y)	6	7.5 ^{ns}	10.1**	0.84 ^{ns}	0.98 ^{ns}
تراکم (SD)	5	135.8**	40.1**	86**	94**
Cultivar (C)	5	546.4**	254.5**	531**	139**
رقم × تراکم × پدیر (C × SD)	25	8.2 ^{ns}	10.5**	1.22 ^{ns}	2.6**
تراکم × پدیر × سال (C × SD)	5	216.7**	11.4**	5.4**	17**
رقم × سال (Y × C)	5	26.3**	68.6**	8.5**	26**
رقم × تراکم × سال (Y × SD × C)	25	6.21 ^{ns}	6.8**	0.67 ^{ns}	1.5**
خطا	210	5.99	2.76	0.68	0.55
درصد ضریب تغییرات CV%		2.42	4.74	0.64	0.45

*، ** and ^{ns}: Significant at the 1% and 5% probability levels and not significant respectively.

^{ns} و * به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی دار

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم در صفات مختلف

تراکم بذر Seeding density	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	روز تا سنبله دهی Days to heading	تعداد دانه در سنبله Grain spike ¹	طول پدانکل (سانتی متر) Peduncle length (cm)	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	وزن هزار دانه (g) Thousand grain weight (g)	تعداد سنبله در متر مربع Spike m ²	عملکرد زیست توده (kg ha ⁻¹) Biological yield (kg ha ⁻¹)	kg dانه the Grain (kg t
200	167.3 ^a	129.4 ^a	36.6 ^a	34.1 ^c	99.3 ^c	38.5 ^{ab}	437 ^d	12723 ^c	463
250	166.7 ^b	128.9 ^b	36.0 ^a	34.4 ^c	99.8 ^c	38.4 ^{bc}	462 ^c	13094 ^{bc}	481
300	166.4 ^c	128.3 ^c	35.9 ^a	34.3 ^c	100.1 ^c	39.2 ^a	485 ^b	13581 ^{ab}	507
350	165.4 ^d	127.6 ^d	35.6 ^a	35.3 ^b	101.7 ^b	38.8 ^{ab}	503 ^a	14017 ^a	538
400	164.4 ^e	126.8 ^e	34.2 ^b	35.9 ^{ab}	102.5 ^b	37.7 ^c	471 ^{bc}	13732 ^a	518
450	163.6 ^f	125.9 ^f	32.8 ^e	36.3 ^a	103.5 ^a	36.5 ^d	438 ^d	13576 ^{ab}	486

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

مقادیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

نتیجه گیری کلی

تجزیه واریانس مرکب آزمایش نشان داد که اثر ساده سال برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدن فیزیولوژیک معنی‌دار بود. میانگین عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در سال دوم آزمایش به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول آزمایش بود که ناشی از افزایش بارندگی و کاهش درجه حرارت محیط در زمان گلدهی و پر شدن دانه‌ها در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر مقادیر برای صفات عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و تعداد سنبله در متر مربع در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع حاصل شد و کمترین مقادیر برای صفات مذکور مربوط به تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع بود. با وجود این که اثر متقابل سال و تراکم در صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود اما در هر سال زراعی، بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدست آمد (۵۱۴۸۰ کیلوگرم در هکتار در سال اول و ۵۸۰۴ کیلوگرم در هکتار در سال دوم). بیشترین عملکرد دانه با ۵۰۸۷، ۵۰۸۵ و ۵۰۶۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به ارقام کلاته و آرمان و تکتاز بود که به‌طور معنی‌داری بیشتر از ارقام آراز و تیرگان بود.

داد اثر متقابل رقم \times تراکم در صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از نظر آماری معنی‌دار نبود. علت این امر ممکن است به دلیل این باشد که ارقام و لاین‌های مورد مطالعه پتانسیل پنجه زنی یکسانی داشته‌اند. افزایش تراکم منجر به کاهش تعداد پنجه بارور در بوته و تعداد دانه در سنبله و افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت شد به‌طوری که حداکثر مقادیر عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت در تراکم ۳۷۵ بوته در متر مربع بدست آمد (Zahed et al., 2011). در مطالعه دیگری اثر تراکم بوته (۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در متر مربع) بر عملکرد دانه گندم (رقم کوه‌دشت) در خاک‌های شور مناطق دیم استان گلستان بررسی شده است که نتایج آن نشان داد که جهت دستیابی به حداکثر عملکرد در خاک‌های با شوری حدود هفت دسی‌زیمنس بر متر و کمتر، تراکم ۳۷۵ بوته در متر مربع و در خاک‌های با شوری حدود نه دسی‌زیمنس بر متر و بیشتر، استفاده از تراکم حدود ۵۰۰ بوته در متر مربع، توصیه شده است (Ghorbani & Kamkar, 2010). با مطالعه تأثیر دو فاصله ردیف کشت (۱۲/۵ و ۲۵ سانتی‌متر) و چهار تراکم بوته (۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در متر مربع) بر عملکرد دانه گندم و کارایی مصرف آب در منطقه انبار الوم استان گلستان گزارش شده است که در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر با افزایش تراکم از ۱۲۵ تا ۳۷۵ بوته در متر مربع، دانه، تولید ماده خشک و کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد (Ghorbani & Kamkar, 2010).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر ساده تراکم در صفات مختلف

Table4. Mean comparison for simple effect of density in different traits

تراکم بندر Seeding density	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	روز تا سنبله دهی Days to heading	تعداد دانه در سنبله Grain spike ^۱	طول پاناکل (سانتی متر) Panicle length (cm)	ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm)	وزن هزار دانه (g) Thousand grain weight (g)	تعداد سنبله در متر مربع Spike m ^۲	عملکرد زیست توده (kg ha ^{-۱}) Biological yield (kg ha ^{-۱})	عملکرد دانه (kg) tha ^{-۱} Grain yield (kg ha ^{-۱})
200	167.3 ^a	129.4 ^a	36.6 ^a	34.1 ^c	99.3 ^c	38.5 ^{ab}	437 ^d	12723 ^c	4630 ^d
250	166.7 ^b	128.9 ^b	36.0 ^a	34.4 ^c	99.8 ^c	38.4 ^{bc}	462 ^c	13094 ^{bc}	4818 ^c
300	166.4 ^c	128.3 ^c	35.9 ^a	34.3 ^c	100.1 ^c	39.2 ^a	485 ^b	13581 ^{ab}	5073 ^b
350	165.4 ^d	127.6 ^d	35.6 ^a	35.3 ^b	101.7 ^b	38.8 ^{ab}	503 ^a	14017 ^a	5388 ^a
400	164.4 ^e	126.8 ^e	34.2 ^b	35.9 ^{ab}	102.5 ^b	37.7 ^c	471 ^{bc}	13732 ^a	5189 ^b
450	163.6 ^f	125.9 ^f	32.8 ^c	36.3 ^a	103.5 ^a	36.5 ^d	438 ^d	13576 ^{ab}	4802 ^c

میانگین ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر ساده رقم برای صفات مختلف
Table 5. Mean comparison for simple effect of cultivar in different traits

رقم Cultivar	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	روز تا سنبله دهی Days to heading	تعداد دانه در سنبله Grain spike ^{a1}	طول پدانکل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height (cm)	وزن هزار دانه (g) Thousand camel grain weight (g)	تعداد سنبله در متر مربع Spike m ⁻²	عملکرد زیست توده (kg ha ⁻¹) Biological yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه (kg ha ⁻¹) Grain yield (kg ha ⁻¹)
تیرگان Tirgan	164.8 ^c	127.6 ^d	33.4 ^b	34.2 ^{bc}	102.3 ^c	37.6 ^b	460 ^a	13267 ^b	4825 ^b
کلاته Kalateh	164.4 ^d	125.0 ^e	37.9 ^a	34.8 ^{bc}	98.2 ^c	36.7 ^c	463 ^a	13293 ^b	5087 ^a
آرمان Arman	168.3 ^a	132.5 ^a	36.3 ^b	35.1 ^b	104.2 ^b	37.3 ^{bc}	473 ^a	13626 ^{ab}	5085 ^a
آراز Aratz	166.4 ^b	128.5 ^c	32.2 ^c	39.5 ^a	105.4 ^a	41.9 ^a	469 ^a	14039 ^a	4892 ^b
تکاز Taktaz	163.6 ^e	122.7 ^f	35.3 ^b	33.1 ^c	96.7 ^f	41.2 ^a	464 ^a	13097 ^b	5068 ^a
N-4 ^a -4 N-93-9	166.2 ^b	129.6 ^b	36.1 ^b	33.6 ^{bc}	100.1 ^d	34.4 ^d	468 ^a	13402 ^b	4943 ^{ab}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

جدول ۶: مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × رقم برای صفات مختلف
Table 6. Mean comparison for interaction effect of density × cultivar in different traits

سال	تراکم	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	روز تا سبزه دهی	تعداد دانه در سبزه Grain spike ⁻¹	طول پدانکل (سانتی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	وزن هزار دانه (g) Thousand kernel weight (g)	تعداد سبزه در متر مربع	صمغ زردست توده (kg ha ⁻¹)	صمغ در دانه (kg ha ⁻¹)
Year	Density	Days to physiological maturity	Days to heading	Grain spike ⁻¹	Peduncle length (cm)	Plant height (cm)	Thousand kernel weight (g)	Spike m ⁻²	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Grain yield (kg ha ⁻¹)
1	200	161.8 ^b	128.9 ^{bc}	36.5 ^{abc}	33.1 ^e	94.8 ^d	36.9 ^e	428 ^e	12469 ^d	4528 ^e
1	250	161.4 ^b	128.4 ^{dc}	35.6 ^{abc}	33.2 ^e	95 ^d	36.2 ^e	452 ^f	12888 ^{dc}	4684 ^{de}
1	300	161 ^b	127.8 ^{dc}	36.2 ^{abc}	33 ^e	94.6 ^d	36.8 ^e	474 ^{de}	13429 ^{bac}	4850 ^{de}
1	350	160.4 ^b	127.3 ^e	34.8 ^{de}	34 ^e	96 ^d	36.4 ^e	490 ^{bcd}	13953 ^{ba}	5180 ^{bc}
1	400	159.6 ^b	126.6 ^f	33.7 ^{ef}	34.4 ^e	95.7 ^d	35.4 ^e	459 ^{ef}	13855 ^{ba}	4935 ^{bac}
1	450	158.9 ^b	125.7 ^g	32.9 ^f	34.6 ^{de}	96.4 ^d	34.7 ^e	429 ^g	13962 ^{ba}	4680 ^{de}
2	200	178.1 ^a	130.6 ^a	36.9 ^a	36.2 ^{de}	108.2 ^e	41.8 ^{ab}	453 ^f	13231 ^{bc}	4833 ^{de}
2	250	177.4 ^a	130.1 ^a	36.8 ^{ab}	36.7 ^e	109.4 ^e	42.8 ^a	484 ^{cd}	13506 ^{bac}	5084 ^{bcd}
2	300	177.1 ^a	129.5 ^b	35.4 ^{abc}	37 ^e	111.1 ^{bc}	44 ^a	507 ^b	13885 ^{ba}	5519 ^{ab}
2	350	175.3 ^a	128.2 ^d	37 ^a	37.8 ^{bc}	113.1 ^{abc}	43.6 ^a	529 ^a	14145 ^a	5804 ^a
2	400	174.1 ^a	127.2 ^e	35.2 ^{dc}	38 ^{ab}	116.1 ^{ab}	42.3 ^{ab}	495 ^{bc}	13485 ^{bac}	5696 ^a
2	450	173.1 ^a	126.5 ^f	32.8 ^f	39.8 ^a	117.7 ^a	40.2 ^b	456 ^{cd}	12805 ^{dc}	5046 ^{bcd}

میانگین های حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.
Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level.

References :

- Abdolrahmani, B. 2016. Determination of appropriate rainfed wheat varieties density in cold regions. *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 3(1), 155-174.
- Aparicio, N., Villegas, D., Casadesus, J., Araus, J.L., and Royo, C. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 92(1), 83-91.
- Bastos, L.M., Carciochi, W., Lollato, R.P., Jacnisch, B.R., Rezende, C.R., Schwalbert, R., Prasad, P.V.V., Zhang, G., Fritz, A.K., Foster, C., Wright, Y., Young, S., Bradley, P., and Ciampitti, I.A. 2020. Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: A Review and Field Studies. *Frontiers in Plant Science*, 11: 54. doi: 10.3389/fpls.2020.00054.
- Elhani, S., Martos, V., Rharrabti, Y., Royo, C., and del Moral, L.G. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum L. var. durum*) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. *Field Crops Research*, 103(1), 25-35.
- Fischer, R.A., Ramos, O.M., Monasterio, I.O., and Sayre, K.D. 2019. Yield response to plant density, row spacing and raised beds in low latitude spring wheat with ample soil resources: an update. *Field Crops Research*, 232: 95-105.
- Geleta, B., Atak, M., Baenziger, P.S., Nelson, L.A., Baltenesperger, D.D., Eskridge, K.M., Shipman, M.J., and Shelton, D.R. 2002. Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Science*, 42(3), 827-832.
- Ghazvineh, S., Valadabadi, A, R., Abdolahi, A, V., Seyfzadeh, S., and Zakerin, H, R. 2020. Response of durum wheat genotypes to different planting dates and plant densities under dryland conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, 14(3), 401-422. (in Persian with English Summary).
- Ghorbani, M. H., and Basiri, M. 2013. Plant density effect on growth and seed yield of wheat in saline soils and rainfed condition. *Crop Production*, 6 (2),

- 57-72. (in Persian with English Summary).
- Ghorbani, M. H., and Kamkar, B. 2010. Effect of row spacing and plant density on soil moisture, dry matter production, yield and water use efficiency in wheat in rainfed condition. *Journal of Plant Production*, 17(3): 1-19. (in Persian with English Summary).
- Hütsch, B. W., Jahn, D., and Schubert, S. 2019. Grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under long-term heat stress is sink-limited with stronger inhibition of kernel setting than grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 205(1), 22-32.
- Jaenisch, B.R., de Oliveira Silva, A., DeWolf, E., Ruiz-Diaz, D.A., and Lollato, R.P. 2019. Plant population and fungicide economically reduced winter wheat yield gap in Kansas. *Agronomy Journal*, 111(2), 650-665.
- Laghari, G.M., Oad, F.C., Tunio, S., Chachar, Q., Gandahi, A.W., Siddiqui, M.H., Hassan, S., and Ali, A. 2011. Growth and yield attributes of wheat at different seed rates. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(2), 177-183.
- Lloveras, J., Manent, J., Viudas, J., López, A., and Santiveri, P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal*, 96(5), 1258-1265.
- Lollato, R.P., Pradella, L.O., Giordano, N., Ryan, L.P., Soler, J.R., Simão, L.M., Jaenisch, B.R., and Horton, R. 2024. Winter wheat response to plant density in yield contest fields. *Crop Science*, 64(5), 2877-2893.
- Lollato, R.P., Ruiz Diaz, D.A., DeWolf, E., Knapp, M., Peterson, D.E., and Fritz, A.K. 2019. Agronomic practices for reducing wheat yield gaps: a quantitative appraisal of progressive producers. *Crop Science*, 59(1), 333-350.
- Nabati, E., Farnia, A., Jafarzadeh, K., and Nakhgavan, S. 2022. The effect of drought stress and plant density on yield and yield components of irrigated wheat cultivars in the temperate region of Lorestan province. *Journal of Plant Ecophysiology*, 14(1), 1-16. (in Persian with English Summary).
- Majnoun hosseini, N. 2022. Reaction of agronomic traits and yield of wheat cultivars to different planting densities. *Plant Production and Genetics*, 3(1), 33-42. (in Persian with English Summary).

- Valério, I.P., Carvalho, F., Benin, G., Silveira, G.D., Silva, J., Nornberg, R., Hagemann, T., Luche, H., and Oliveira, A. 2013. Seeding density in wheat: the more, the merrier? *Scientia Agricola*, 70(3), 176-184.
- Wood, G.A., Welsh, J.P., Godwin, R.J., Taylor, J.C., Earl, R., and Knight, S.M. 2003. Real-time measures of canopy size as a basis for spatially varying nitrogen applications to winter wheat sown at different seed rates. *Biosystems engineering*, 84(4), 513-531.
- Zahed, M., Galeshi, S., Latifi, N., Soltani, A., and Kalateh, M. 2011. The effect of plant density on seed yield and yield components in modern and old wheat cultivars. *Crop Production*, 4(1), 201-215. (in Persian with English Summary).

Effects of Seed Rates on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Gonbad Region

Habiballah Soughi^{1*}, Saeed Bagherikia², Faramarz Sayyedi³

1. Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. . (Corresponding author)
2. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.
3. Instructor, Horticulture Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.

Received: July 2024 Accepted: November 2024- DOI: 10.22092/aj.2024.366224.1678

Extended Abstract

Soughi, H., Bagherikia, S., Sayyedi, F., Effects of Seed Rates on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Gonbad Region
Applied Research in Field Crops Vol 36, No. 3, 2023, 1-3: 1-17(in Persian)

Introduction

According to their genetic, botanical, physiological characteristics, weather conditions, soil and growth environment, each wheat cultivar can produce the highest grain yield in a certain condition of plant density (Elhani *et al.*, 2007). Wheat cultivars and lines differ in terms of thousand kernel weight and tillering power, Therefore, recommending a specific plant density based on kilograms per hectare without considering the capacity and genetic characteristics of the genotypes is not very accurate. The highest grain yield is achieved when the competition among the plants are at its minimum and the plant can make maximum use of the environmental factors (Bastos *et al.*, 2020). Thus, it seems necessary to determine the most appropriate density for each promising line and variety in order to achieve the highest grain yield potential before distribution and planting by farmers.

Materials & Methods

In order to investigate the effect of seeding rate on yield and yield components of new cultivars and promising lines of bread wheat, an experiment was conducted
Email address of the corresponding author: Corresponding author: h.soghi@areeo.ac.ir

in two cropping seasons (2020-2022) at Gonbad agricultural research station. The experiment was carried out as a factorial with two factors of density and cultivar in the randomized complete block design (RCBD) in four replications. Plant density in six levels including 200, 250, 300, 350, 400 and 450 seeds per m² and genotype in six levels including N-93-9 line and Araz, Arman, Tektaz, Kalateh and Tirgan cultivars were two factors of this experiment. The area of each plot was 12m×1.2m = 14.4 m² and the harvested area was 12 m². After harvesting, weighing and measuring the desired traits and ensuring the uniformity of the error variances in the experiments, combined variance analysis was performed for two years. Then, the mean of the treatments was compared based on Duncan's test at a statistical level of 5%.

Results & Discussion

The results showed that simple effect of density was significant at 1% statistical level for all investigated traits. Specifically, the characteristics of grain yield, biomass yield, thousand kernel weight, plant height, and number of grains per spike, number of spikes per m², peduncle length, days to heading and days to physiological maturity were different in various densities. The comparison of means showed that the highest and lowest values for grain yield, biomass yield and the number of spikes per m² were obtained at densities of 350 and 200 seeds per m², respectively. The highest grain yield and biomass yield at a density of 350 seeds per m² were 5388 and 14017 kg ha⁻¹, respectively. The density of 400 seeds per m² was ranked second with seed yield and biomass yield of 5189 and 13732 kg ha⁻¹, respectively. The interaction effect of year and density was significant for grain yield, but in each year, the highest grain yield was obtained at a density of 350 seeds per m². The Kalateh, Arman and Taktaz cultivars had the highest grain yield, with 5087, 5085 and 5068 kg ha⁻¹, respectively. Additionally, the Arman cultivar had the highest number of spikes, with 473 spikes per m², and the Araz cultivar had the highest thousand kernel weight at 41.9 gram. The highest number of spikes, 503 spikes per m², was obtained at a density of 350 seeds per m², while the lowest number of spikes per m², 437 spikes per m², was observed at a density of 200 seeds per m². These findings show that a density of 350 seeds per m² is optimal

density for maximizing wheat yield. In fact, at this density, plants can fully utilize the available resources without experiencing negative effects (Lollato *et al.*, 2024).

Conclusion

In conclusion, the maximum values for grain yield, biomass yield and number of spikes per m² were obtained at a density of 350 seeds per m². Although the interaction effect of year and density was significant for grain yield, the highest grain yield was obtained at this density, with 51480 kg ha⁻¹ in the first year and 5804 kg ha⁻¹ in the second year. The highest grain yields, 5087, 5085 and 5068 kg ha⁻¹, were recorded for the Kalateh, Arman and Taktaz cultivars, which were significantly higher than those of the Araz and Tirgan cultivars.

Keywords: Biomass yield, Combined analysis, Golestan province, Competition.

References

- Bastos, L.M., Carciochi, W., Lollato, R.P., Jacnisch, B.R., Rezende, C.R., Schwalbert, R., Prasad, P.V.V., Zhang, G., Fritz, A.K., Foster, C., Wright, Y., Young, S., Bradley, P., and Ciampitti, I.A. 2020. Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: A Review and Field Studies. *Frontiers in Plant Science*, 11: 54. doi: 10.3389/fpls.2020.00054.
- Lollato, R.P., Pradella, L.O., Giordano, N., Ryan, L.P., Soler, J.R., Simão, L.M., Jaenisch, B.R., and Horton, R. 2024. Winter wheat response to plant density in yield contest fields. *Crop Science*, 64(5), 2877-2893.
- Elhani, S., Martos, V., Rharrabti, Y., Royo, C., and del Moral, L.G. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum L. var. durum*) grain yield and its components grown in Mediterranean environments. *Field Crops Research*, 103(1), 25-35.