

اثر مقادیر مختلف بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در شرایط دیم

- * پهلماپ حسین پور، مریم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان (نویسنده مسئول)
- * علی احمدی، کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان.
- * فریبا محمدی، کارشناس مرکز سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، جهاد کشاورزی اندیمشک
- * رضا دریکوند، مربی دانشکده آزاد اسلامی واحد خرم آباد

تاریخ دریافت آذر ماه ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۹۱

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۳۶۱۲۴۸۶

پست الکترونیک نویسنده مسئول: th35740@yahoo.com

حکیده:

به منظور بررسی اثر تراکم بذر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد رقم‌های گندم، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌ها با کامل تصادفی یا سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد به صورت دیم اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی سه رقم گندم (سه دشت، زاگرس و چمران) و پنج تراکم بذر (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع) بودند. تأثیر تراکم و رقم بر عملکرد و برخی خصوصیات ریختاری (مرفولوژیکی) و ساختاری (فیزیولوژیکی) رقم‌های مزبور ارزیابی گردید. میزان هم‌بستگی بین صفت‌ها و آن‌ها که پیشینه تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند تعیین شد؛ و در ادامه اثرات مستقیم و غیر مستقیم این صفت‌ها یا عملکرد دانه بررسی گردید. نتایج نشان داد که اختلاف بین رقم‌ها از نظر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود؛ اما تراکم بذر و اثر متقابل آن و رقم صفت مزبور تأثیر معنی‌داری نداشت. رقم چمران، تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع و بر هم‌کنش این دو صفت دارای بیشترین عملکرد دانه بود (ترتیب ۵۸۹۵، ۵۴۴۹ و ۶۳۳۵ کیلوگرم در هکتار) بودند. بر اساس نتایج هم‌بستگی صفات، عملکرد دانه با صفت‌های عملکرد ژست (دانه‌ریزی)، زمان رسیدگی، عملکرد گاه و تعداد سنبله در مترمربع هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار و با وزن هزار دانه و وزن هکتاری هم‌بستگی منفی و معنی‌دار داشت. تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که سه صفت تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، مؤثرترین صفت‌های تعیین‌کننده عملکرد دانه بودند. نتایج تجزیه هم‌بستگی صفت‌ها نشان داد که صفت‌های تعداد سنبله در واحد سطح یا اثر مستقیم برابر با $1/55 - r^2$ و تعداد دانه در سنبله یا اثر مستقیم برابر با $0/99 - r^2$ به ترتیب بیشترین سهم را در تعیین و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند.

کلمات کلیدی: تجزیه هم‌بستگی، تراکم بذر، شرایط دیم، عملکرد دانه، گندم

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 101-110

The effect of seed rate on grain yield and its components of wheat cultivars in rain fed Conditions

Sj

* *T. Hosseinpour, (Corresponding Author; Tel: 09163612486), Scientific Staff of Agricultural and Natural Resources Research Center of Lorestan, Khorramabad Iran*

* *A. Ahmadi, Researcher of Agriculture and Natural Resources Research Center of Lorestan, Khorramabad Iran.*

* *F.Mohammadi, M.Sc of Organization of Jihad-e-Keshavarzi Khozestan, Andimeshk Iran.*

* *R. Drikvand, Scientific Staff of Khorramabad Azad University, Khorramabad Iran.*

Received: December 2011

Accepted: August 2012

In order to investigate the effect of five seed density (100, 200, 300, 400 and 500 grain m^{-2}) on yield and yield components of wheat digits under rainfed conditions. A factorial experiment based on in a randomized complete block design with three replications was conducted at agricultural research station of Khorramabad in 2006-7 cropping season. The results showed that there was significant difference among cultivars for grain yield, but among the seed densities and for interaction effect of cultivars \times seed densities on grain yield no significant differences were observed. Chamran cultivar had the highest grain yield (5895 kg ha^{-1}) among the cultivars. The 400 seed m^{-2} had the highest grain yield (5449 kg ha^{-1}) and Chamran cultivar in 400 seed m^{-2} treatment had the highest grain yield (6335 kg ha^{-1}). The correlation between grain yield and biological yield, straw yield and number of spike m^{-2} was positive and significant, but correlation between grain yield and test weight and thousand kernel weight was negative and significant. The results of path analysis indicated that three characteristics including number of spike m^{-2} , number of grain per spike and thousand kernel weight were main yield components for grain yield. The correlation analysis showed that the number of spike m^{-2} ($r=1.55^{**}$) and number of grain per spike ($r=0.99^{**}$) had positive and the highest direct effect on grain yield.

■ **key Words:** correlation coefficients, seed density, rainfed, grain yield, wheat

مقدمه

گندم به عنوان یکی از عمده‌ترین محصولات کشاورزی، تأمین کننده بیش‌ترین نیاز غذایی بشر در کشورهای مختلف جهان به ویژه کشورهای جهان سوم است؛ که تحقیقات فراوانی در خصوص روش‌های افزایش محصول آن انجام شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). توسعه سطح زیر کشت و افزایش عملکرد محصول در واحد سطح دوره برد مهم برای بالا بردن میزان تولید هر گیاه می باشد. عملکرد دانه توسط اجزای آن (تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه) که روابط پیچیده‌ای با یک دیگر دارند تعیین می‌شود. برای بدست آوردن بیشینه عملکرد دانه باید تمام اجزای آن در حد مطلوب باشد. به همین دلیل در تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش‌ها از نظر عملکرد دانه باید به این اجزا و اثر متقابل آن‌ها با یک دیگر نیز توجه کرد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). برخی اعتقاد دارند که گندم به دلیل داشتن خاصیت پنجه‌زنی، دارای انعطاف پذیری بالایی از نظر تراکم بوته می‌باشد، به طوری که در دامنه وسیعی از تراکم، تعداد سنبله قابل برداشت یا میزان عملکرد دانه متناظر خواهد بود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). ولی عده ای نیز بر این باورند که عملکرد بهینه دانه با میزان تراکم بهینه بوته رابطه ای تنگاتنگ دارد به طوری که در آن تراکم، مقدار عملکرد دانه حد اکثر است؛ و چنانچه میزان تراکم کم باشد، از پتانسیل تولید به نحو مطلوب استفاده نمی‌گردد؛ و در فراتر از تراکم بهینه نیز مواد فتوسنتزی به جای این که صرف تولید بیش‌تر دانه شوند صرف رشد رویشی یا تنفس گیاه می‌گردند (کوچکی و خلقاتی، ۱۳۷۴). نتایج آزمایش‌های انجام شده در مناطق مختلف در خصوص

تأثیر تراکم و الگوی کشت بر عملکرد دانه گندم با یک دانه در هر مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، افزایش تراکم از ۳۰۰ تا ۶۰۰ دانه در مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، افزایش تراکم از ۳۰۰ تا ۶۰۰ دانه در مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، افزایش تراکم از ۳۰۰ تا ۶۰۰ دانه در مترمربع و در ردیف‌های کاشت ۱۲ یا ۱۸ سانتی‌متر در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، بررسی اثر تراکم در شرایط دیم یا تراکم‌های ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ و ۳۵۰ بوته در مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، نشان داد که اختلاف بین رقم‌ها و تراکم‌های مختلف بوته به نفع تراکم و رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (سنجری پیرایوللو، ۱۳۷۶). عملکرد مزبور در تراکم ۳۵۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم‌های ۴۰۰، ۴۵۰، ۵۰۰ و ۵۵۰ بوته در مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، افزایش تراکم از ۳۰۰ تا ۶۰۰ دانه در مترمربع در منطقه گندم‌کاری استان لرستان در سال ۱۳۷۶، نشان داد که اثر رقم و تراکم بوته بر عملکرد کل، دانه، کل، برداشت معنی‌دار بود و بیشینه عملکرد دانه گندم در تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع بدست آمد. به طور کلی میزان بذر کم تر یا بیش معمول باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. کاربرد میزان بذر بیش معمول باعث کوچک شدن اندازه بذر می‌گردد؛ و میزان بذر کم تر باعث کاهش تعداد سنبله در واحد سطح می‌شود. در بین اجزای عملکرد دانه سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله در تعیین عملکرد مؤثرتر از وزن دانه می‌باشند (Donaldson et al., 2005). در سال ۲۰۰۱، تعداد سنبله در واحد سطح مهم‌ترین جزء در تعیین عملکرد دانه گندم می‌باشد (Carr et al., 2003). افزایش میزان بذر باعث افزایش

دانه و عملکرد زیستی، مثبت و منفی و معنی دار بود: ولی همبستگی ارتفاع گیاه یا شاخص برداشت و عملکرد دانه، منفی و معنی دار و یا عملکرد زیستی، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله مثبت و معنی دار گردید (Ahmed et al., 2003). حسین پور و همکاران (۱۳۸۲) دریافتند که عملکرد دانه گندم دیم با وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد زیستی، عملکرد کاه، سرعت پرشدن دانه و وزن هکتولتر هم بستگی مثبت و معنی دار و یا تعداد روز تا ساقه‌دهی، همبستگی منفی و معنی دار داشت. هم چنین طول آخرین میان‌گره و وزن هزار دانه بیشینه اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند.

بررسی و تعیین روابط اجزای عملکرد در شناخت جنبه‌های مختلف تولید مؤثر است: به نحوی که پرآورد عملکرد دانه یا استفاده از پرآورد اولیه تعداد سنبله در واحد سطح و سپس تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه امکان پذیر می‌گردد (James) and Roger, 1991). همبستگی عملکرد دانه با تعداد سنبله در واحد سطح، شاخص برداشت، عملکرد زیستی و عملکرد کاه مثبت و بسیار معنی‌دار و با وزن هزار دانه و طول ریشک، منفی و معنی‌دار بود. هم چنین تعداد سنبله در واحد سطح و شاخص برداشت به ترتیب، بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه داشتند (دریکوند و حسین پور، ۱۳۸۶). هدف از اجرای این آزمایش، تعیین مناسب‌ترین میزان تراکم بذر گندم و ارزیابی روابط بین صفات‌های مؤثر بر عملکرد دانه (و تعیین سهم نسبی آن‌ها در عملکرد مزبور) و بررسی روابط علت و معلولی بین آن‌ها در شرایط دیم بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خرم‌آباد با مختصات جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۱۷۱ متر از سطح دریا اجرا گردید. آمار هواشناسی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است. آزمایش با استفاده از سه رقم گندم نان پاره‌کوه دشت، زاگرس و چمران) و پنج تراکم بذر (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه در مترمربع) به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط دیم انجام شد. هر رقم در ۶ خط ۷/۵ متری یا فاصله خطوط ۲۰ سانتی متر از یک‌دیگر در کرت‌هایی به مساحت ۹ متر مربع به صورت کرتی کشت شد و پس از حذف نیم متر از سر و ته کرت‌ها، برداشت در سطح ۷/۸ متر مربع انجام شد. خاک مزرعه دارای یافت سیلتی رسی لومی با ۸ pH بود. کود شیمیایی بر اساس نتایج آزمون خاک و تعیین حد بحرانی عناصر موجود در خاک تعیین و به میزان ۱۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۳۰ کیلوگرم فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم کلروپتاسیم، ۴۰ کیلوگرم سولفات روی، ۲۰ کیلوگرم اسید پریک و ۲۰ کیلوگرم سولفات آهن استفاده گردید. نصف کود اوره همراه با سایر کودهای شیمیایی هم زمان با کاشت و نصف دیگر کود اوره در مرحله پنجه‌زنی (وجود رطوبت در خاک، الزامی بود) مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله پنجه‌زنی جهت مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و پاریک برگ از علف‌کش‌های گراناستار (Tribenuronmethyl) و پوماسوپر (Fenoxaprop-p-ethyl) استفاده شد: در طول دوره رویش و پس از برداشت، در همه تیمارها و تکرارها از صفت‌های ارتفاع بوته، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول آخرین میان‌گره، طول برگ پرچم، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدن، وزن هکتولتر، سرعت و مدت پر شدن دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه،

معیار تعداد دانه در سنبله در واحد سطح می‌گردد (Carr et al., 2003). پاسخ رقم‌های گندم به افزایش میزان عملکرد دانه به ترتیب، سپس ثابت ماندن و سرانجام کاهش عملکرد دانه (Carr et al., 2003). در شرایطی که رطوبت، مواد غذایی و سایر عوامل گندم محدود نباشند، تعداد اندکی پنجه توسعه می‌یابد: اما در شرایط یا تولید پنجه‌های زیاد، پتانسیل عملکرد نیز افزایش می‌یابد (Thurley et al., 2003). تعداد پنجه‌های پارور در هر گیاه به عواملی از جمله شرایط اقلیمی و آب و هوایی، مساحت اشغال شده توسط گیاه، رقابت غذایی معدنی، عملیات زراعی، رقابت بین گیاهان، و بین سرعت رشد و نمو و خسارات ناشی از عوامل طبیعی (آفات، بیماری‌های هرز و خرابیدگی، یستگی دارد (رایرت و واکر، ۱۳۷۳). در بررسی منجر می‌شود: از این رو توصیه می‌شود که میزان از میزان بذر مورد آزمایش قرار گیرد. در صورتی که تعداد بذر برداشت محصول را به ویژه در مناطق سردسیر تسریع می‌شود (Briggs). تاثیر میزان بذر بر عملکرد دانه گندم معنی‌دار است. این میزان از ۳۰۰ تا ۴۰۰ دانه در مترمربع، رسیدگی را تسریع می‌کند، ارتفاع بوته‌ها را افزایش، تعداد پنجه در هر بوته و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Stacey, 2003; Briggs, 1975). هر چند تعداد بذر برداشت از اجزای آن رابطه مثبتی وجود دارد، ولی وجود بذر منفی بین برخی از این اجزا باعث شده است که انتخاب میزان بذر در افزایش عملکرد دانه غلات مفید واقع شود (Ribeiro et al., 2001; Pehlman and Del Bianco et al., 2001). معمولاً افزایش در یک جزء عملکرد، کاهش در برخی اجزای دیگر دانه‌ها را در پی دارد (Subhani and Chowdhry, 2003). این روش روابط بین صفت‌ها و عملکرد دانه را به روش مستقیم آن‌ها را بر یک دیگر روشن می‌سازد. در شرایط دیم همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مزبور را تعیین می‌کنند، تفکیک می‌گردد. بررسی تنوع ژنتیکی و همبستگی بین صفت‌ها در ۸ ژنوتیپ گندم نان جمع‌آوری شده از جنوب شرقی ایران، نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت دانه، اما همبستگی آن با تعداد پنجه در بوته و تعداد پنجه‌های دانه معنی‌دار نبود. تجزیه همبستگی نشان داد که کمینه اثر مستقیم عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارتفاع گیاه و شاخص برداشت دانه است. هم چنین نتایج بررسی مزبور نشان داد که انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه بایستی بر اساس همبستگی پنجه پارور در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه باشد (Moghaddam et al., 1997). مطالعه برخی از صفت‌های دانه گندم نان نشان داد که همبستگی شاخص برداشت با عملکرد

اختلاف رقم‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه، عملکرد زیتون برداشت، عملکرد کاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد مترمربع، ارتفاع بوته، طول برگ پرچم، روز تا سنبله دمی، روز تا رسیدن به بلوغ، سرعت پر شدن دانه بسیار معنی دار ($p \leq 0.01$)، از نظر وزن دانه در آخرین میان گره و مدت پر شدن دانه معنی دار ($p \leq 0.05$) و از نظر سطح برگ غیر معنی داری بود (جدول ۲).

مقدار عملکرد دانه رقم‌های مورد مطالعه از ۵۱۶۰ تا ۶۸۹۵ هکتار در هکتار نوسان داشت (جدول ۳). رقم چمران و تراکم ۴۰۰ دانه در بالاترین میزان عملکرد دانه (به ترتیب ۵۸۹۵ و ۵۵۴۹ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به (۵۵۴۹ کیلوگرم در هکتار) داشتند. چون رقم چمران مخصوص کشت در اراضی آبی مناسب نیمه گرمسیر کشور بوده و از طرفی نیاز رطوبتی آن در سال‌های کم‌بارش تأمین شده است. به نظر می‌رسد که در مقایسه با دو رقم دیگر دشت از پتانسیل تولید بالاتری برخوردار بوده و توانسته است با رعایت شرایط رطوبتی مناسب بیشینه عملکرد دانه را به خود اختصاص دهد. رقم چمران به دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوب از جمله زودرس بودن مناسب نسبت به تنش خشکی می‌تواند در اراضی دیم پر باران مورد استفاده گردد. بررسی اثر متقابل میزان بذر و رقم نشان داد که رقم تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع، بیشینه میزان عملکرد دانه (۶۸۹۵ هکتار) را داشت.

میزان عملکرد ۴۰۰ دانه در مترمربع یا توجه به وزن هزار چمران حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که یا در نظر گرفته شود و درصد خلوص بذر برای کشت قابل توصیه است. اگر چه در دست آمده، عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم بذر قرار گرفت، اما در خصوص تراکم بذر متفاوت بوده است. نورمحمدی کاشانی (۱۳۷۲) نیز (۱۳۷۲) و سنجری پیرایونلو (۱۳۷۵) نشان دادند که میزان بذر دانه گندم تأثیر معنی داری نداشت، اما تراکم ۲۵۰ دانه در مترمربع توانسته است بیشینه عملکرد دانه را تولید نمود (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۷۴). استفاده از ۴۰۰ دانه گندم در مترمربع توصیه می‌شود. یا افزایش تراکم بذر، عملکرد دانه افزایش پیدا کرد، اما از محسوس و معنی دار نبود. اثر افزایش تراکم بذر بر عملکرد زیتون

عملکرد زیتون و شاخص برداشت یادداشت برداری شد. به منظور بررسی روند رشد دانه، دو هفته پس از گرده افشانی، هر پنج روز یک بار (مجموعاً ۷ بار) نمونه برداری انجام شد. در هر بار نمونه برداری، ۱۰ سنبله اصلی که قبلاً در زمان ظهور سنبله توسط رویان رنگی مشخص شده بودند، برداشت و سنبل‌چه‌های ۵ تا ۹ (شمارش از قاعده) جدا گردیدند. از هر سنبل‌چه تعداد ۲ دانه (مجموعاً ۱۰۰ دانه) که به محور اصلی نزدیک تر بودند جدا و پس از خشک کردن توزین شدند. نمونه برداری‌ها از مرحله رشد خطی دانه انجام شد. سپس معادله رگرسیون خطی وزن دانه‌ها نسبت به زمان برداشت گردید: و شیب رگرسیون (b) به عنوان معیار سرعت پر شدن دانه در نظر گرفته شد. از تقسیم وزن نهایی دانه سنبله اصلی در زمان رسیدگی به سرعت پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه‌ها محاسبه گردید. پس از تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن یا استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. برای اندازه‌گیری رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته، از روش استاندارد و برای تعیین مدل رگرسیونی مناسب و به منظور حذف اثر صفت‌های غیر مؤثر یا کم تأثیر بر عملکرد دانه از روش رگرسیون گام به گام (یا کاربرد نرم افزار SPSS) استفاده گردید. برای تفکیک و نمایش جزئیات همبستگی بین دو متغیر به صورت اثرات مستقیم و غیر مستقیم از روش تجزیه علیت (یا بهره‌گیری از نرم افزار Path2) استفاده شد. ضریب‌های رگرسیونی جزء ابتدا استاندارد شده (اثر مستقیم) و از حاصل ضرب ضریب همبستگی ساده و ضریب‌های رگرسیونی جزء استاندارد شده اثر غیر مستقیم صفت‌ها محاسبه گردید.

نتایج و بحث

میزان پارتدگی کل در طول فصل زراعی ۸۶-۱۳۸۵ معادل ۶۵۸/۱۰ میلی‌متر بود (جدول ۱): که نسبت به میانگین پارتدگی دراز مدت شهر خرم‌آباد (۵۰۰ میلی‌متر) حدود ۱۵۸ میلی‌متر افزایش داشت. همچنین بارش‌ها از نظر پراکنش نیز وضعیت مطلوبی داشتند به طوری که ادامه نزولشان از زمان کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی سبب شد تا هیچ گونه تنش خشکی بر روی رقم‌ها مشاهده نگردد. سال اجرای آزمایش از نظر وضعیت رطوبتی (حجم و پراکنش پارتدگی)، یکی از سال‌های پر باران بود. به نحوی که می‌توان گفت تمام نیاز رطوبتی گیاه از طریق باران تأمین گردیده و عملکرد رقم‌ها بالا بوده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس،

جدول ۱. آمار هواشناسی فصل زراعی ۸۶-۱۳۸۵ استگاه خرم‌آباد

Month	بارندگی (mm)	میانگین دما (°C)	متوسط دمای حداکثر (°C)	متوسط دمای حداقل (°C)	متوسط رطوبت نسبی (%)
Sept.23-oct.22	۲۱۳۶	۲۳.۸۰	۲۹.۳۹	۱۲.۱۴	۳۹/۳۵
Oct.23-nov.21	۱۷۳۰۶	۱۲.۴۴	۱۸.۷۶	۸/۱۳	۷۱/۵۲
Nov.22-dec.21	۱۲۱۵۰	۳.۸۲	۱۱.۵۱	۰/۱۳	۶۴/۹۲
Dec.22-jan.20	۱۱۸۳۰	۴.۰۹	۸/۵۸	۲/۲	۶۷/۹۲
Jan.21-feb.19	۱۶۱۳۶	۶.۶۱	۱۲.۷۵	۰/۰۷	۶۵/۳۰
Feb.20-mar.20	۳۱۳۶	۸.۹۹	۱۵.۵۵	۲/۴۲	۶۰/۷۴
Mar.21-apr.20	۱۳۹۸۰	۱۱.۳۶	۱۷.۵۹	۵/۱۳	۶۷/۳۰
Apr.21-may.21	۲۵۳۰	۱۸.۳۵	۲۶/۷۵	۱۱/۱۴	۵۶/۱۹
May.22-jun.20	۲۳۰	۲۵/۱۴	۳۵/۱۹	۱۵/۰۸	۳۷/۱۳
کل بارندگی	۶۵۸۱۰				

جدول ۱-۷: عملکرد، ریزش عملکرد دانه، و اجزای آن و صفات ریخت ساختاری رقم‌های مختلف گندم در تراکم‌های مختلف کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در مترمربع
تکرار	۲	۱۳۱۹۳۲۱ ^{***}	۲۹۵۴۶۲۳۶ ^{***}	۱۱۲۰۲۸ ^{***}	۱۱۲۰۲۸ ^{***}	۶۲۱۰ ^{***}
رقم	۲	۲۹۱۴۰۶۷ ^{***}	۲۲۲۲۴۶۱۲ ^{***}	۶۹۵۲ ^{***}	۲۲۲۲۴۶۱۲ ^{***}	۸۱۱۳۷ ^{***}
تراکم	۴	۱۷۰۵۶۳ ^{***}	۱۱۹۸۰۸۳ ^{***}	۳۰۴۲ ^{***}	۱۱۹۸۰۸۳ ^{***}	۱۸۸۸۶ ^{***}
رقم × تراکم	۸	۶۹۰۷۵۰ ^{***}	۴۷۱۰۵۳۴ ^{***}	۷۰۶۱ ^{***}	۴۷۱۰۵۳۴ ^{***}	۱۶۲۴ ^{***}
خطا	۲۸	۴۳۴۷۵۶	۳۱۳۸۲۹۹	۸۸۵	۳۱۳۸۲۹۹	۱۷۲۲
ضریب تغییرات (%)	—	۱۲۰۲۴	۱۳۰۷۰	۷۰۶	۳۲۶۵	۹۷۲

*** و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌دار

ادامه جدول ۲

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هکتولیس (کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول آجره میله گند (سانتی‌متر)
تکرار	۲	۵۱۰ ^{***}	۹۳۹۶۱ ^{***}	۲۰۹۲ ^{***}	۳۰۲۵ ^{***}	۲۲۱۸ ^{***}
رقم	۲	۳۹۱۴۲ ^{***}	۲۹۸۲ ^{***}	۱۶۱۱ ^{***}	۳۰۲۵ ^{***}	۲۱۱۷ ^{***}
تراکم	۴	۳۰۲۵ ^{***}	۱۴۶۳۰ ^{***}	۲۰۹۲ ^{***}	۳۰۲۵ ^{***}	۱۶۲۶ ^{***}
رقم × تراکم	۸	۵۰۷۴ ^{***}	۳۶۰۵ ^{***}	۲۰۹۲ ^{***}	۳۰۲۵ ^{***}	۲۱۲۳ ^{***}
خطا	۲۸	۳۱۵۳	۳۵۷۴	۵۰۳	۳۰۲۵	۱۶۱۰
ضریب تغییرات (%)	—	۴۰۷۲	۱۸۰۲۰	۲۰۹۲	۳۰۲۵	۲۰۲۵

*** و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌دار

ادامه جدول ۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول برگ برچم (سانتی‌متر)	شاخص سطح برگ	روز تا سنبله دهی	روز تا رسیدن	مدت پرستش (دانه انور)	سرعت پرستش (دانه (وزن) گرم بر روز)
تکرار	۲	۱۱۵۳ ^{***}	۱۰۸۷ ^{***}	۳۰۴۳ ^{***}	۳۰۴۳ ^{***}	۳۰۴۳ ^{***}	۱۰۰۴ ^{***}
رقم	۲	۱۰۴۱۴۸ ^{***}	۲۰۵۲ ^{***}	۲۹۰۹۶ ^{***}	۲۹۰۹۶ ^{***}	۲۹۰۹۶ ^{***}	۱۱۵ ^{***}
تراکم	۴	۵۲۳ ^{***}	۳۰۴۳ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۱۰۰۴ ^{***}
رقم × تراکم	۸	۶۰۹۳ ^{***}	۱۰۴۹ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۸۰۴۲ ^{***}	۱۰۰۴ ^{***}
خطا	۲۸	۷۱۵۸	۱۰۶۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ضریب تغییرات (%)	—	۱۳۱۰۴	۱۴۰۵۰	۰۶۹	۰۶۹	۰۶۹	۱۰۰۴

*** و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ و عدم معنی‌دار

سنبله گردید. افزایش میزان پذیر از ۱۰۰ تا ۵۰۰ دانه در مترمربع سبب شد تا تعداد سنبله در واحد سطح از ۲۷۳ به ۳۷۰ عدد در مترمربع برسد. بیشترین تعداد سنبله در واحد سطح مربوط به تراکم ۵۰۰ دانه در مترمربع و کمترین آن متعلق به تراکم ۱۰۰ دانه در مترمربع بود. به نظر می‌رسد با افزایش تراکم پذیر، پتانسیل جوانه زنی رقم‌های گندم کاهش یافت؛ و یا تعدادی از پنجه‌های گندم به مرحله بلوغ نرسیدند و در طی مراحل ساقه‌دهی تا گل‌دهی در اثر رقابت بین بوته‌ها از بین رفتند. در بین رقم‌های مورد بررسی رقم چمران بیشینه تعداد سنبله (۳۷۶ سنبله در مترمربع) را تولید نمود. افزایش میزان پذیر، کاهش وزن هزار دانه را به دنبال داشت. حداکثر وزن هزار دانه (۴۰۱۶ گرم) مربوط به تراکم ۱۰۰ دانه در مترمربع و حداقل آن (۳۸۱۹ گرم) متعلق به تراکم ۴۰۰ دانه در مترمربع بود (جدول ۳). ممکن است که کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا به دلیل وجود رقابت بین بوته‌های مجاور در جذب رطوبت و مواد غذایی خاک و وجود اثر متقابل

در معنی دار نگردید. اگر چه صفت پنجه‌زنی در غلات یک صفت کمی است اما عوامل آب و هوایی، رژیم‌های غذایی، نور و حرارت، کاشت تراکم پذیر و عمق کاشت) نیز بر آن تأثیر می‌گذارند. از این جهت زنی بسته به شرایط مختلف محیطی، متفاوت و بسیار متغیر است. شرایط باعث می‌شود تا غلات و از جمله گندم، قابلیت انعطاف خود را از نظر قدرت پنجه‌زنی داشته باشند. بنابراین یا تغییر هر یک از این عوامل بر تعداد پنجه، قابلیت انعطاف پذیری از نظر قدرت پنجه‌زنی می‌تواند پنجه‌ها می‌شود؛ و این امر موجب عدم معنی‌دار شدن میزان پذیر و رقم بر پنجه‌های پارور و سرانجام عملکرد دانه شده است. به این که عملکرد دانه تابعی از اجزای آن می‌باشد، بنابراین در آن می‌بایست زمینه افزایش اجزای عملکرد را جداگانه یا همزمان مورد مطالعه قرار داد که افزایش میزان پذیر باعث افزایش سنبله در مترمربع و کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در

جدول ۳- میانگین‌های عملکرد زیستی، عملکرد دانه و اجزای آن و صفت‌های ریخت ساختاری رقم‌های مختلف کتوم در تراکم‌های متفاوت داشت

تعداد دانه در سنبله	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار
۴۱/۵ b	۸۱۳۹ a	۴۲/۰۱ ab	۱۲۰۲۲ a	۲۳۳۲ a	بذر
۴۵/۲ a	۶۵۰۰ b	۴۴/۰۶ a	۱۱۶۳۰ b	۲۳۳۰ b	چمنان
۴۰/۹ b	۷۹۹۵ a	۳۹/۱۵ b	۱۳۱۳۳ ab	۲۳۳۲ a	زاگرمی
					کوه دشت
					تراکم
۴۹/۲ a	۷۴۶۶ a	۴۱/۶۳ a	۱۲۷۹۰ a	۲۳۳۲ a	۱۰۰۰ دانه در مترمربع
۴۴/۹ ab	۷۱۴۹ a	۴۲/۹۲ a	۱۲۵۲۵ a	۲۳۳۲ a	۲۰۰۰ دانه در مترمربع
۴۰/۹ bc	۷۵۱۱ a	۴۰/۹۰ a	۱۲۷۰۸ a	۲۳۳۲ a	۳۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۹/۹ bc	۷۸۰۵ a	۴۱/۵۵ a	۱۲۳۵۲ a	۲۳۳۲ a	۴۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۷/۸ c	۷۷۹۲ a	۴۱/۳۱ a	۱۲۲۷۶ a	۲۳۳۲ a	۵۰۰۰ دانه در مترمربع

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری (در سطح ۰.۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند

ادامه جدول ۳

طول آخرین میان‌گره (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هکتولستر (کیلوگرم در ۱۰۰ لیتر)	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (گرم)	تیمار
۳۳ b	۹۶ b	۷۹.۳ b	۳۷۶ a	۳۲.۳ b	بذر
۳۵/۶ ab	۹۹.۸ a	۸۰.۳ ab	۳۸۹ b	۳۲.۳ b	چمنان
۳۶/۱ a	۹۹.۳ a	۸۱.۴ a	۳۷۲ b	۳۲.۳ b	زاگرمی
					کوه دشت
					تراکم
۳۴/۵ b	۹۶/۵ b	۷۹ a	۳۷۲ b	۳۲.۳ b	۱۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۵/۲ a	۹۶/۹ b	۸۰.۲ a	۳۷۲ ab	۳۲.۳ b	۲۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۴/۷ ab	۹۸/۳ ab	۸۱ a	۳۷۲ ab	۳۲.۳ b	۳۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۴/۹ a	۱۰۰/۳ a	۸۱ a	۳۶۲ a	۳۲.۳ b	۴۰۰۰ دانه در مترمربع
۳۵/۴ a	۹۹/۹ a	۸۰.۳ a	۳۷۰ a	۳۲.۳ b	۵۰۰۰ دانه در مترمربع

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری (در سطح ۰.۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند

ادامه جدول ۳

سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم بر روز)	مدت پرشدن دانه (روز)	روز تا رسیدن	روز تا سنبله	شاخص سطح برگ	طول برگ پرچین (سانتی‌متر)	تیمار
۱/۵۵ ab	۲۶/۹ ab	۱۹۳/۱ b	۱۵۱/۹ b	۲/۵۸ a	۲۳/۷ a	بذر
۱/۵۰ b	۲۹/۱ a	۱۹۳/۵ b	۱۵۰/۲ c	۲/۳۸ a	۲۳/۳ a	چمنان
۱/۷۰ a	۲۶/۴ b	۱۹۵/۳ a	۱۵۳/۰ a	۲/۱۷ a	۲۳/۲ a	زاگرمی
						کوه دشت
						تراکم
۱/۶۲ a	۲۷/۲ a	۱۹۴/۲ a	۱۵۳/۳ a	۲/۳۲ a	۲۳/۴ a	۱۰۰۰ دانه در مترمربع
۱/۶۵ a	۲۷/۱ a	۱۹۳/۹ a	۱۵۱/۹ b	۲/۴۹ ab	۲۳/۵ a	۲۰۰۰ دانه در مترمربع
۱/۶۲ a	۲۶/۴ a	۱۹۳/۹ a	۱۵۱/۲ b	۲/۵۱ ab	۲۳/۵ a	۳۰۰۰ دانه در مترمربع
۱/۵۴ a	۲۷/۷ a	۱۹۴/۱ a	۱۵۱/۱ b	۲/۳۲ ab	۲۳/۵ a	۴۰۰۰ دانه در مترمربع
۱/۵۰ a	۲۸/۸ a	۱۹۳/۸ a	۱۵۱/۰ b	۲/۳۱ b	۲۳/۵ a	۵۰۰۰ دانه در مترمربع

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری (در سطح ۰.۰۵) اختلاف معنی‌داری ندارند

تراکم بذر باعث افزایش ارتفاع بوته گردید. حداکثر میزان ارتفاع بوته مربوط به تراکم‌های ۴۰۰ و ۵۰۰ دانه و حداقل آن متعلق به تراکم ۱۰۰ دانه در مترمربع بود (جدول ۳). در بین رقم‌های مورد بررسی نیز زاگرس و کوه‌دشت، بیشترین و چمران کمترین ارتفاع بوته را داشتند. در بررسی‌های پیشین (Briggs, 1975), (Stacey, 2003) نیز افزایش ارتفاع بوته به علت افزایش میزان بذر به اثبات رسیده است. به دلیل وجود هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد زیستی و عملکرد کاه، تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه به نظر می‌رسد که افزایش ارتفاع بوته در حد مطلوب باعث افزایش تشکیل برگ‌های جدید و جوان در پوشش گیاهی گردیده و آن را از کارایی بالای فتوسنتزی برخوردار نموده است. این امر موجب گردیده تا در تراکم‌های بالا، عملکرد زیستی افزایش یابد.

این افزایش عمدتاً به اجزای غیر زایشی اختصاص یافته است. تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گندم که از ارتفاع و پنجه‌دهی متفاوتی برخوردار بودند در تولید عملکرد زیستی موثر بود (Donaldson et al., 2001). تفاوت عملکرد ماده خشک ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی به اختصاصات رشد به ویژه ارتفاع بوته، شمار پنجه و شاخص سطح برگ مربوط بود (Ehsanzadeh, 1999). در آزمایش حاضر افزایش میزان بذر در ابتدا باعث کاهش شاخص سطح برگ، سپس افزایش و مجدداً کاهش آن گردید. بیشینه شاخص سطح برگ مربوط به تراکم‌های ۱۰۰ و ۴۰۰ دانه در مترمربع بود (جدول ۳). به طور کلی می‌توان گفت که در این آزمایش تغییرات شاخص سطح برگ با تغییرات افزایش میزان بذر هم‌خوانی نداشت: و در تراکم‌های مختلف نتایج متفاوتی به دست آمد. تراکم‌های مختلف گل رنگ در شرایط دیم بر شاخص سطح برگ تأثیر معنی‌دار نداشت (احسان زاده و زارعیان یغدادی، ۱۳۸۲): ولی افزایش تراکم کاشت به طور معنی‌داری شاخص سطح برگ در گندم دوروم را افزایش داد (زرین آبادی و احسان زاده، ۱۳۸۲). چون مقدار

سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه بوده باشد. افزایش تراکم کاشت بیشین نیز باعث کاهش وزن هزار دانه گردید (Schillinger et al., 2005). رقم کوه دشت یا وزن هزار دانه ۴۱/۱ گرم و تراکم ۳۸/۳ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن داشتند.

میزان بذر، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت: به طوری که در تراکم کاشت ۱۰۰ دانه در مترمربع ۴۹/۲ و در تراکم کاشت ۳۷/۸ دانه بود (جدول ۳).

تعداد تولید تعداد دانه در سنبله نیز متفاوت بودند. رقم زاگرس بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۵/۲ دانه) و رقم کوه‌دشت کمترین (۴۰/۲ دانه) را داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج به دست آمده گفت که وجود مکانیسم خود تنظیمی در بین غلات عامل رشد جزئی در قبال کاهش در برخی اجزای دیگر) بوده است. به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم، رقابت بین بوته‌های مجاور در جهت مواد غذایی خاک افزایش یافته و کمیت اجزای دیگر را کاهش داد. این نتیجه در یافته‌های پیشین نیز به دست آمده است (Schillinger et al., 2005; Stougaard and Xue, 2004). افزایش میزان بذر باعث افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه افزایش تراکم بوته‌ها در ابتدا باعث افزایش شاخص برداشت بوته‌ها گردید. در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم چمران با تراکم در هکتار بیشترین عملکرد زیستی را تولید نمود: (۱۱۶۲۰ کیلوگرم در هکتار) به رقم زاگرس اختصاص یافت. تراکم بذر باعث افزایش نسبی عملکرد زیستی گردید. با افزایش تراکم کاه هم افزایش پیدا کرد: به طوری که بیشینه آن در تراکم ۳۰۰ دانه در مترمربع اختصاص داشت (جدول ۳). افزایش

جدول ۳. اثر تراکم بذر، ژنوتیپ، رقم کاشت، عملکرد زیستی و دانه و اجزای آن و صفات ریخت ساختمانی رقم‌های مختلف گندم در تراکم‌های متفاوت کاشت

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	اثر ارتفاع بوته (مسانی معنی)
(تراکم × رقم)						
گندم چمران با تراکم ۱۰۰ دانه در متر مربع	۵۷۵۹ ab	۱۳۹۰ a	۳۷.۹ c	۴۹.۲ ab	۲۲۲ ab	۳۶۱ a
گندم چمران با تراکم ۲۰۰ دانه در متر مربع	۶۱۱۳ ab	۱۴۷۰ a	۳۷.۹ c	۴۹.۲ ab	۲۲۲ ab	۳۶۵ bc
گندم چمران با تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع	۵۲۲۰ ab	۱۴۷۹ ab	۳۸.۲ c	۴۹.۲ ab	۲۲۲ ab	۳۶۶ de
گندم چمران با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع	۶۳۳۵ a	۱۴۶۵ a	۳۷.۴ c	۴۰ bc	۲۱۹ a	۳۰۱ ab
گندم چمران با تراکم ۵۰۰ دانه در متر مربع	۶۰۴۴ ab	۱۴۱۰ a	۴۰.۹ ab	۴۰ ab	۲۲۶ ab	۳۶۶ eb
گندم زاگرس با تراکم ۱۰۰ دانه در متر مربع	۴۹۵۲ bc	۱۱۲۷ ab	۳۲.۹ a	۴۵ a	۲۱۵ a	۳۴۷ ab
گندم زاگرس با تراکم ۲۰۰ دانه در متر مربع	۵۷۱۰ ab	۱۲۵۰ ab	۳۲.۹ a	۴۵ ab	۲۰۹ bc	۳۰۰ ab
گندم زاگرس با تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع	۴۹۴۰ bc	۱۱۲۰ ab	۴۰.۵ ab	۴۴ bc	۲۲۰ cd	۳۰۰ ab
گندم زاگرس با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع	۴۹۷۸ bc	۱۱۲۸ ab	۳۸.۹ b	۴۹ cd	۲۲۵ cd	۳۸۷ ab
گندم زاگرس با تراکم ۵۰۰ دانه در متر مربع	۵۰۲۲ bc	۱۱۵۴ ab	۳۸.۴ c	۴۹ bc	۲۲۶ cd	۳۰۲ a
گندم کوه دشت با تراکم ۱۰۰ دانه در متر مربع	۵۲۴۲ ab	۱۳۰۰ ab	۴۰.۲ ab	۴۹ cd	۲۲۲ cd	۳۷۴ ab
گندم کوه دشت با تراکم ۲۰۰ دانه در متر مربع	۴۳۰۵ c	۱۰۳۵ b	۴۴.۴ ab	۴۷ bc	۲۲۵ cd	۳۶۸ od
گندم کوه دشت با تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع	۵۲۳۰ ab	۱۴۱۳ a	۴۰.۳ ab	۴۰ bc	۲۲۶ cd	۳۰۱ ab
گندم کوه دشت با تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع	۵۲۳۲ ab	۱۴۰۳ a	۴۰.۹ ab	۴۰ bc	۲۲۷ cd	۳۰۲ a
گندم کوه دشت با تراکم ۵۰۰ دانه در متر مربع	۵۲۸۴ ab	۱۴۱۹ a	۴۰.۸ ab	۴۰ a	۲۲۶ cd	۳۰۱ ab

شاخص سطح برگ تابع رقم، مرحله رشد گیاه و شرایط محیطی است: بنا بر این در بررسی‌های مختلف نتایج متفاوتی از تأثیر تراکم بر شاخص سطح برگ به دست آمده است.

افزایش میزان بذر، سرعت پر شدن دانه را افزایش و مدت پر شدن آن را کاهش داد: اما بر زمان رسیدگی تأثیر معنی‌داری نداشت. کوتاه‌ترین میانگین زمان پر شدن دانه (۲۶/۴ روز) از تراکم ۳۰۰ و طولانی‌ترین آن (۲۸/۸ روز) از تراکم ۵۰۰ دانه در متر مربع حاصل آمد (جدول ۳). ممکن است وجود رطوبت کافی (حجم و پراکنش مناسب پارندگی در سال اجرای آزمایش) باعث شده باشد که رقابت بین بوته‌ها در تراکم‌های بالا در جذب نور و مواد غذایی کم‌تر شده و گیاهان توانسته باشند بیشینه استفاده را از منابع محیطی نموده و زمینه طولانی‌تر شدن دوره رشد خود را فراهم نمایند. اثر متقابل رقم و تراکم بذر بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته معنی‌دار و بر سایر صفات غیر معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۶۳۳۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم چمران یا تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع و کمترین آن (۴۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) متعلق به رقم کوه‌دشت یا تراکم ۲۰۰ دانه در متر مربع بود.

به نظر می‌رسد که به دلیل شرایط محیطی مختلف و ساختار ژنتیکی متفاوت رقم‌ها و اثر متقابل آن‌ها بر یکدیگر نتوان یک تراکم بذر واحد را برای همه رقم‌ها و مناطق توصیه نمود. توصیه میزان بذر بایستی با در نظر گرفتن رقم‌ها تمامی عوامل مؤثر در ظهور پتانسیل عمل کرد انجام شود.

اگر چه بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت که در شرایط خاص تهیه مناسب بستر بذر و رعایت مطلوب مسائل به زراعی و با توجه به صرفه جویی در بذر، میزان ۱۰۰ دانه در متر مربع قابل توصیه است، اما به دلیل جلوگیری از ریسک پذیری و کاهش خطرات محیطی این توصیه بایستی با احتیاط انجام گیرد. بنابراین توصیه تراکم ۴۰۰ دانه در متر مربع در شرایط دیم ایران منطقی‌تر به نظر می‌رسد. نتایج حاصل از همبستگی عملکرد دانه با برخی صفات ساختاری نشان داد که عملکرد دانه یا عملکرد زیستی، عملکرد کاه و تعداد سنبله در متر مربع همبستگی مثبت و معنی‌دار و با وزن هزار دانه، وزن هکتولتر و طول برگ پرچم همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول ۵). بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.86^{**}$) بین عملکرد دانه و عملکرد زیستی و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و وزن هکتولتر ($r = -0.62^{**}$) مشاهده گردید. همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد زیستی بیش از همبستگی بین عملکرد دانه یا سایر صفات بود. این بدان معنی است که اگر چه صفات‌هایی چون عملکرد کاه و تعداد سنبله در متر مربع در افزایش عملکرد دانه مؤثر بوده‌اند: اما نقش عملکرد زیستی در افزایش عملکرد دانه از همه بیشتر بوده است. به نظر می‌رسد رقم‌های یا عملکرد زیستی بالاتر توانسته‌اند با استفاده از شرایط محیطی مطلوب و با تولید شاخ و برگ بیشتر، از منابع فتوسنتزی به نحو مناسب‌تری استفاده نمایند و از این طریق زمینه افزایش عملکرد دانه را فراهم آورند. همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد زیستی در تحقیقات پیشین (Drnkvand and Hosseinpour, 1386; Moghaddam et al., 1997). نیز عنوان شده است. در بین اجزای عملکرد، تعداد سنبله در واحد سطح، همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r = 0.73^{**}$) با عملکرد دانه داشت: اما همبستگی وزن هزار دانه یا

عملکرد دانه منفی و معنی‌دار ($r = -0.60^{**}$) بود. بنابراین می‌تواند در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد سنبله در واحد سطح عامل اصلی در عملکرد دانه، بوده است، و رقم‌های گندم به دلیل وجود شرایط مناسب به‌ویژه در دسترس بودن رطوبت کافی (حاصل از حفره‌های پارندگی‌ها) زمینه افزایش عملکرد دانه را از طریق تولید بیشتر فراهم نموده‌اند. به طور معمول افزایش یک جزء عملکرد با کاهش دیگر عملکرد دانه همراه است. بنا بر این همبستگی بین عملکرد دانه هزار دانه منفی و دانه‌هایی با وزن کم‌تر تولید گردیده است. به همین رقم‌های گندم با مکانیزم خودتنظیمی و ایجاد تعادل بین اجزای عملکرد، زمینه افزایش عملکرد دانه را از طریق تولید سنبله بیش‌تر فراهم نتایج به دست آمده از همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد سنبله سطح با یافته‌های Ahmed و همکاران (۲۰۰۳) همخوانی داشته است. نتایج Moghaddam و همکاران (۱۹۹۷) و حسین پور و همکاران (۱۳۸۶) ناهم‌خوان بود. هر چند بین عملکرد و تعدادی از اجزای آن رابطه وجود دارد، ولی وجود همبستگی منفی بین برخی اجزای عملکرد دانه شده است که انتخاب همه آن‌ها نتواند به عنوان عاملی مفید در عملکرد دانه غلات مطرح باشد (Rhanabti et al., 1998).

چون معنی‌دار بودن همبستگی ساده بین صفت‌ها نمی‌تواند به دلیل وجود پدیده علت و معلولی باشد: بنابراین برای تعیین همبستگی مستقیم و غیر مستقیم، از مدل رگرسیون گام به گام استفاده گردید. تشکیل معادله رگرسیونی چند گانه خطی جلو رونده، عملکرد دانه را به متغیر وابسته و سایر صفت‌ها به عنوان متغیرهای مستقل موردها در نظر گرفتند. بر این اساس صفت‌های کم تأثیر یا بی تأثیر از مدل حذف شدند و سه صفت تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه به عنوان مؤثرترین صفت‌ها بر عملکرد دانه تعیین شدند (جدول ۶). به منظور آگاهی از نحوه تأثیر صفت‌هایی که از طریق رگرسیون به گام وارد معادله نهایی شدند، از روش تجزیه علیت استفاده گردید. علیت عملکرد دانه نشان داد که اثر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع مثبت و قوی بود. اثر غیر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع در سنبله، منفی و قوی، و اثر غیر مستقیم تعداد سنبله در متر مربع از طریق صفت وزن هزار دانه منفی، و بسیار ضعیف بود. نتایج مشابهی در تحقیقات پیشین (James and Roger ۱۹۹۱) به دست آمده است. اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه مثبت و قوی بود. اثر غیر مستقیم آن از طریق تعداد سنبله در متر مربع منفی و معنی‌دار بود. اثر مستقیم تعداد دانه در سنبله از طریق وزن هزار دانه مثبت و قوی بود. اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد دانه مثبت و قوی بود. ولی اثر غیر مستقیم آن از طریق تعداد سنبله در متر مربع معنی‌دار بود. اثر غیر مستقیم وزن هزار دانه از طریق تعداد سنبله نیز مثبت و غیر معنی‌دار گردید. مقدار تقریباً اندک اثرات باقی‌مانده حاکم از آن است که صفت‌های تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشتند، ولی سایر صفت‌ها چشم‌گیری بر این صفت نگذاشتند.

چون دو صفت تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه را داشتند می‌توان گفت که به عنوان معیارهای مؤثر در گزینش رقم‌ها مدنظر قرار گیرند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات

صفات	BY	HI	STY	TKW	TW	GPS	LAI	PLH	PDL	FLL	DHE	DMAS	SP/M ²	EFP	B
عملکرد دانه (GY)	۰/۸۶**	۰/۶۰۲	۰/۶۹**	۰/۶۰**	۰/۶۲**	۰/۶۸**	۰/۶۲	۰/۶۳	۰/۳۷	۰/۶۳**	۰/۶۳	۰/۶۳**	۰/۶۳**	۰/۶۳	۰/۶۳
عملکرد زیستی (BY)		۰/۴۹	۰/۹۶**	۰/۴۳	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۷	۰/۳۴	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
شاخص برداشت (HI)			۰/۶۹**	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۶۱	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۲**	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
عملکرد کاه (STY)				۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۳۷	۰/۴۲	۰/۶۹	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
وزن هزار دانه (TKW)					۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۶	۰/۳۳	۰/۳۲**	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
وزن هکتولتر (TW)						۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
تعداد دانه در سنبله (GPS)							۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
شاخص سطح برگ (LAI)								۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
ارتفاع بوته (PLH)									۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
طول آخرین میان گره (PDL)										۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
طول برگ پرچم (FLL)											۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
روز تا سنبله دهی (DHE)												۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
روز تا رسیدن (DMA)													۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲
تعداد سنبله در متر مربع (SP/m ²)														۰/۳۲	۰/۳۲
مدت پر شدن دانه (EFP)															۰/۳۲
سرعت پر شدن دانه (B)															

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم مهم ترین صفات زراعی بر عملکرد دانه رقم‌های مختلف گندم در تراکم‌های مختلف کاشت

صفات	اثر مستقیم	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تعداد سنبله در متر مربع (X1)	۱/۵۵**	—	۰/۳۲**	۰/۳۲
تعداد دانه در سنبله (X2)	۰/۹۹**	۰/۶۶**	—	۰/۳۲
وزن هزار دانه (X3)	۰/۱۶	۰/۱۰۴**	۰/۳۲	—
جمع هم بستگی صفت با عملکرد اثرات باقی مانده		۰/۷۳**	۰/۳۲	۰/۳۲

منابع مورد استفاده

۱. احسان زاده، پ. و زارعیان پندادآبادی، ع. ۱۳۸۲. اثر تراکم بوته بر عمل‌کرد، اجزای عمل‌کرد و برخی ویژگی‌های رشد دو رقم گل‌رنگ در شرایط آب و هوای اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱: ۷-۱۴۰: ۱۳۹-۱۴۰.
۲. اسفندیاری، ا. ۱۳۷۶. مطالعه اثرات تراکم و تاریخ کاشت بر روند رشد و عمل‌کرد دانه گندم دوروم در منطقه گنبد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صفحه ۱۰۸.
۳. حسین پور، ط.، مامقانی، ر.، سیادت، س.ع. و بهاری، م. ۱۳۸۲. تجزیه علیت صفات زراعی برای عمل‌کرد دانه و کاه ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط کم آبیاری. مجله علمی کشاورزی، ۲۶: ۱-۱۰۹-۱۰۵.

در اجزای عملکرد، در شناخت جنبه‌های مختلف تولید مؤثر است که برآورد عملکرد دانه یا استفاده از برآورد اولیه تعداد سنبله در بوته و سپس تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه ممکن می‌شود (James and Bänziger, 2015). با توجه به موارد یاد شده اگرچه دو صفت همبستگی در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله اثر مثبت و مستقیم بر عملکرد دانه دارند، اما احتمالاً این پدیده معنی نیست که در همه شرایط به این اندازه بتوانند با مقدار بالای عملکرد همبستگی داشته باشند. زیرا نقش اثر متقابل بین این صفت‌ها و تراکم در تعیین اختلاف‌های موجود در محصول نهایی بیش از هر یک از صفت‌ها است. با این وجود شناسایی صفت‌هایی که در موجود از فراوانی بیش‌تری برخوردارند نه فقط از نقطه نظر اقتصادی بلکه برای درک نقش آن‌ها در دست‌یابی به عملکرد بالاتر روش مؤثری در گزینش رقم‌ها محسوب گردد.

4. دریکوند، ر. و حسین پور، ط. ۱۳۸۶. تجزیه علیت در ژنوتیپ‌های مختلف جو لخت تحت شرایط دیم. خلاصه مقالات همایش مدیریت پایداری فناوری، تولید، تأمین و مصرف نهاده‌های کشاورزی، انتشارات دبیرخانه همایش، صفحه ۴۳.
5. رابرت، ک. و واکر، ج. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عمل‌کرد گیاهان زراعی، ترجمه امام، ی. و نیک‌نواد، م. انتشارات دانشگاه شیراز، صفحه ۵۳۶.
6. زرین‌آبادی، ا. و احسان‌زاده، پ. ۱۳۸۲. رشد، عمل‌کرد و اجزای عمل‌کرد دانه سه ژنوتیپ گندم دوروم تحت تراکم‌های مختلف کاشت در اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۰: ۱۴۰-۱۲۹.
7. سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). جهاددانشگاهی مشهد، صفحه ۴۶۷.
8. سنجرى پیرایونلو، ا. ۱۳۷۵. بررسی تعیین تراکم مناسب در ارقام گندم در شرایط دیم. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۲۵۷.
9. شیرانی‌فر، پ. ۱۳۷۴. تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر روند پنجه‌زنی و رابطه آن با عمل‌کرد در سه رقم گندم در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۷ صفحه.
10. کوچکی، ع. و خلقاتی، ج. ۱۳۷۴. شناخت میانی تولید محصولات زراعی (نگرش اکوفیزیولوژیک) (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۵۳۶.
11. نورمحمدی کاشانی، ع. ق. ۱۳۷۲. تأثیر سطوح مختلف کود ازته و تراکم کاشت در مقدار محصول و کیفیت گندم رقم فلات در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه چمران اهواز، صفحه ۹۹.
12. توری‌نیا، ع. ۱۳۷۳. مطالعه تأثیر متقابل وارپته و تراکم یا دو الگوی کاشت مختلف بر روند رشد و عمل‌کرد گندم در منطقه گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۳.
13. Ahmed, H.M., B.M. Khan, S. Khan, N.S. Kissana, and S. Laghari. 2003. Path coefficient analysis in bread wheat. *Asian Journal of Plant Science* 2:6: 491-494.
14. Briggs, K.G. 1975. Effects of seeding rate and row spacing on agronomic characteristics of Glenlea, Pitic 62 and New Pawa wheat. *Canadian Journal of Plant Science* 55:363-367.
15. Carr, P. M., R.D. Horsley, and W.W. Poland. 2003. Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars. II. Yield components. *Crop Science* 43: 210-218.
16. Del Blanco, I.A., S. Rajaram, and W.E. Kronstad. 2001. Agronomic Potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Science* 41:670-674.
17. Dofing, S.M. and C.W. Knight. 1992. Heading synchrony and yield component of barley grown in subarctic environments. *Crop Science* 32:1377-1380.
18. Donaldson, E., W.E. Schillinger, and S.M. Dofing. 2001. Straw