Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Yield and yield components response of three wheat cultivars to seed density and kaolin foliar application in dry conditions

Amin Rashidian[1], Masoud Rafiee[2*], Ali Khorgami[3], Reza Mir Derikvand[4], Saied Hossein Vafaiee[5]

[1] Ph.D. Student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran, E-mail: aminrashidyan@yahoo.com
[2] Assistant Prof. Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREO, Khorramabad, Iran, E-mail: rafieemasoud@yahoo.com
[3] Associate Prof. Dept. of Plant Protection, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran, E-mail: ali_khorgamy@yahoo.com
[4] Assistant Prof. Dept. of Plant Protection, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran, E-mail: Derikvand_r@yahoo.com
[5] Assistant Prof. Dept. of Plant Protection, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran, E-mail: Vafaei_h1353@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received:2023-9-12
Revised:
Accepted: 2023-11-12

Keywords:
anti-transpiration
Peduncle length
Qaboos
Seed protein
Yield components

ABSTRACT

Background and objectives: In many regions of the country, including Lorestan highlands, the amount, distribution and intensity of rainfall has a negative effect on the production of crops such as wheat in rainy conditions. Choosing the most suitable cultivar helps the economy of farmers in the region while increasing production. On the other hand, it seems necessary to find suitable practical solutions, including anti-transpiration materials such as kaolin, to reduce transpiration and adjust the drought stress. Also, one of the effective factors for increasing plant yield in the management of agricultural operations is the change in the planting density of agricultural plants, which can cause changes in yield and yield components. Plant density is one of the most important factors determining the ability of crops to use environmental resources and it is important in wheat production. For this purpose, the cultivar, density and kaolin were investigated simultaneously in order to achieve the best treatment for the dry conditions of the region in this experiment.

Materials and methods: In order to investigate the effect of seed density and kaolin foliar application on rainfed wheat cultivars, a two-year factorial-split plot experiment was conducted in the form of randomized complete block design with four replications under rainfed conditions in Kohdasht city. The density factor at four levels (350, 500, 650 and 800 seeds m^{-2}) and the variety (Karim, Koohdasht and Qaboos) as factorial in the main plots and kaolin foliar application in two control and foliar application levels (5% of kaolin) was placed in sub-plots.

Results: The results showed that the density of 500 seeds m^{-2} without and with kaolin spraying was the highest in the first two years (respectively 2428 and 2480 Kg ha^{-1}) and the second year (respectively 2798 and 2831 Kg ha^{-1}). Qaboos variety at a density of 500 seeds m^{-2} without and with kaolin application (2792 and 2802 Kg

ha^{-1}respectively) had the highest seed yield. The trend of changes in wheat grain yield in the second year of the experiment showed that grain yield followed a significant polynomial relationship with increasing seed density in all three cultivars Karim, Koohdasht and Qaboos; So that there was no significant change with the increase in density from 350 to 500 seeds per square meter and it decreased with further increase in density. Koohdasht cultivar without kaolin application had the highest amount of seed protein content (12.30%).

Conclusion: Qaboos cultivar had the highest seed yield at a density of 500,000 seeds ha^{-1}, which is recommended for the region. Kaolin spraying under the conditions of this experiment did not play a positive role in the quantitative and qualitative production of wheat.

Cite this article: Rashidian, A., Rafiee, M., Khorgami, A., Mir Derikvand, R., Vafaiee, S.H. 2023. The Yield and yield components response of three wheat cultivars to seed density and kaolin foliar application in dry conditions. *Crop Production Journal*, 16 (3), 109-130.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.21048.2566
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تـولیـد گیـاهـان زراعـی
شـاپـا چـاپـی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷٤۰۳-۲۰۰۸

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم به تراکم بذر و محلول‌پاشی کائولین در شرایط دیم

امین رشیدیان[۱]، مسعود رفیعی[۲*]، علی خورگامی[۳]، رضا میردریکوند[٤]، سیدحسین وفایی[٥]

[۱] دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: aminrashidyan@yahoo.com

[۲] استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران، رایانامه: rafieemasoud@yahoo.com

[۳] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: ali_khorgamy@yahoo.com

[٤] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: Derikvand_r@yahoo.com

[٥] استادیار گروه **گیاهپزشکی**، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران، رایانامه: Vafaei_h1353@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/٦/۲۱
تاریخ ویرایش:
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۸/۲۱

واژه‌های کلیدی:
اجزای عملکرد
پروتئین دانه
ضد تعرق
طول پدانکل
قابوس

چکیده

سابقه و هدف: در بسیاری از مناطق کشور از جمله کوهدشت لرستان، میزان، توزیع و شدت نامناسب بارندگی تأثیر منفی بر تولید گیاهان زراعی مانند گندم در شرایط دیم می‌گذارد. انتخاب مناسب‌ترین رقم، ضمن افزایش تولید به اقتصاد کشاورزان منطقه کمک می‌نماید. از طرفی دست‌یابی به راه‌کارهای مناسب کاربردی از جمله مواد ضد تعرق مانند کائولین جهت کاهش تعرق برای تعدیل تنش خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد. همچنین، یکی از عوامل موثر بر افزایش عملکرد گیاه در مدیریت عملیات زراعی تغییر در تراکم کاشت گیاه زراعی می‌باشد که می‌تواند باعث تغییر در عملکرد و اجزای عملکرد شود. تراکم گیاهی یکی از مهم‌ترین عامل‌های تعیین کننده توانایی گیاه زراعی در استفاده از منابع محیطی می‌باشد و از اهمیت ویژه‌ای در تولید گندم برخوردار است. به‌این منظور بررسی همزمان رقم، تراکم و کائولین به‌منظور دست‌یابی به بهترین تیمار برای شرایط دیم منطقه در این آزمایش بررسی گردید.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر تراکم بذر و محلول‌پاشی کائولین بر ارقام گندم دیم، پژوهشی دوساله به‌صورت فاکتوریل-اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار تحت شرایط دیم در شهرستان کوهدشت اجرا شد. عامل تراکم در چهار سطح ۳۵۰، ۵۰۰، ٦۵۰ و ۸۰۰ بذر در مترمربع و عامل رقم شامل سه رقم گندم دیم کریم، کوهدشت و قابوس به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی کائولین در دو سطح شاهد و محلول‌پاشی ۵ درصد کائولین در کرت‌های فرعی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع بدون و با محلول‌پاشی کائولین در هر دو سال اول (به‌ترتیب ۲٤۲۸ و ۲٤۸۰ کیلوگرم در هکتار) و سال دوم (به‌ترتیب ۲۷۹۸ و ۲۸۳۱ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را نشان داد. رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع بدون و با محلول‌پاشی کائولین (به‌ترتیب ۲۷۹۲ و ۲۸۰۲ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین

عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. روند تغییرات عملکرد دانه گندم در سال دوم آزمایش نشان داد که عملکرد دانه با افزایش تراکم بذر از یک رابطه چند جمله‌ای معنی‌دار در هر سه رقم کریم، کوهدشت و قابوس پیروی نمود؛ بطوری‌که با افزایش تراکم از ۳۵۰ به ۵۰۰ بذر در متر مربع تغییر معنی‌داری نداشت و با افزایش بیش‌تر تراکم کاهش یافت. رقم کوهدشت بدون محلول‌پاشی کائولین بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۱۲/۳۰ درصد) را داشت.

نتیجه‌گیری: در مجموع رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ هزار بذر در هکتار از بیش‌ترین عملکرد دانه برخوردار بود که برای منطقه قابل توصیه است. محلول‌پاشی کائولین تحت شرایط این آزمایش نقش مثبتی در تولید کمی و کیفی گندم ایفا ننمود.

استناد: رشیدیان، ا.، رفیعی، م.، خورگامی، ع.، میردریکوند، ر.، وفایی، س.ح. (۱۴۰۲). واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم به تراکم بذر و محلول‌پاشی کائولین در شرایط دیم. *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۶ (۳)، ۱۳۰-۱۰۹.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21048.2566

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

گندم نان (*Triticum aestivum* L.) به دلیل انعطاف‌پذیری زیاد ژنتیکی و تنوع، کشت و کار بسیار زیاد وسیع و گسترده‌ای دارد و از نظر تولید و سطح زیر کشت جهانی نسبت به دیگر غلات دانه‌ای، رتبه اول را دارد. تولید جهانی گندم در سال ۲۰۲۰ با متوسط عملکرد ۳٤۷٤ کیلوگرم در هکتار، حدود ۷٦۱ میلیون تن برآورد شد. همچنین ایران با متوسط عملکرد ۱۷۷۱ کیلوگرم در هکتار، حدود ۱۲ میلیون تن تولید داشته است (۱). یک روش محدود کردن از دست دادن آب در تولید گیاهان استفاده از مواد ضد تعرق است (۲ و ۳). گزارش‌هایی در رابطه با استفاده از کائولین به عنوان ماده ضد تعرق وجود دارد (٤). مواد ضد تعرق به‌صورت لایه‌ای روی برگ‌های گیاه قرار گرفته و تا اندازه‌ای از خروج بخار آب حاصل از بافت‌های درونی جلوگیری کرده ولی مانع تبادل گازی گیاه نمی‌شود (۵). همچنین، مواد شیمیایی ضد تعرق از طریق بستن نسبی روزنه‌ها و افزایش مقاومت به انتشار بخار آب از برگ‌ها، موجب افزایش پتانسیل آب درون سلول‌های برگ شده که لازمه رشد سلول-های گیاهی است (٦). کائولین نوعی رس معدنی است که با محلول‌پاشی بر سطح گیاهانی که تحت تنش آبی هستند، با بستن جزئی روزنه‌ها از تبخیر و تعرق سطح برگ کاسته و با بازتاب نور از سطح برگ، دمای برگ را کاهش می‌دهد که این امر باعث افزایش محتوی نسبی آب در برگ می‌شود. با مه‌پاشی کائولین با ایجاد لایه سفید کدر رنگ بر روی گیاه باعث بازتاب نور از سطح برگ می‌شود. مطالعات اولیه نشان داده که بازتاب نور توسط کائولین، وضعیت آب و عملکرد را در گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) تحت تنش خشکی بهبود بخشید، درحالی‌که جذب دی اکسید کربن را کاهش نداد، چون کائولین روزنه را جزئی می‌بندد و با بازتاب نور از آسیب‌های نوری به گیاه می‌کاهد و دمای برگ را کاهش می‌دهد (۵). در یک مطالعه کاربرد مواد ضدتعرق در محصول سویا (*Glycine max* L.) موجب افزایش ارتفاع ساقه، تعداد گره، قطر ساقه، تعداد غلاف و تعداد بذر در بذر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گردید و از بین مواد ضدتعرق مورد استفاده کائولین بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد دانه داشت (۷). کائولین تشعشع فعال فتوسنتزی را از خود عبور داده، اما تا حدودی مانع از عبور تشعشع مادون قرمز و ماوراءبنفش می‌گردد و از اختلال در چرخه فتوسنتزی ممانعت می‌کند (۸). محلول‌پاشی کائولین در گیاه کتان (*Linum usitatissimum* L.) موجب افزایش اجزای عملکرد شده که می‌تواند مرتبط با افزایش فتوسنتز به دلیل ارتقاء شرایط آبی گیاه و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها باشد (۹). کاربرد کائولین در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) سبب افزایش معنی‌دار در اجزای عملکرد، عملکرد دانه و محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه، کاهش اثر خشکی و افزایش عملکرد پروتئین دانه تحت شرایط آبیاری تکمیلی شده است (۱۰). همچنین، کاربرد کائولین ویژگی‌های مربوط به عملکرد را در ذرت (*Zea mays* L.) افزایش داده و درنتیجه عملکرد دانه ۳۸ درصد بیشتر از کاربرد مالچ بوده است (۱۱). در بررسی تأثیر مواد ضد تعرق آترازین، پارافین، کائولین + سیتوویت، موم بر ذرت دانه‌ای تحت آبیاری محدود مشاهده شده که این مواد به‌ویژه آترازین موجب بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه شد (۱۲). یاداو و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند که مواد ضد تعرق آترازین، کائولین، فنیل مرکوریک استات و مخلوطی از این مواد تأثیر کمی در پتانسیل آب برگ جو داشت و در مجموع تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت (۱۳). نتایج آزمایش انجام شده بر افزایش عملکرد گندم دیم

با نشان داد که استفاده از ماده ضد تعرق دیفنیل متان کاربرد ماده ضدتعرق در مرحله ظهور گل‌آذین گندم تا گل‌شگفتگی موجب کاهش عملکرد شد، اما استفاده در مرحله ظهور برگ پرچم موجب افزایش عملکرد گردید؛ همچنین، این ماده موجب تخفیف اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد دانه گردید (۱۴).

مصرف بذر گندم مورد نیاز کشت بالا است و سالانه در کشور بالغ بر یک میلیون تن برآورد می‌شود که توسط عواملی چون تهیه نامناسب زمین، روش کشت سنتی، اراضی ناهموار و کوچک، عدم بوجاری و ضدعفونی نکردن بذر افزایش می‌یابد (۱۵). کاشت میزان مناسب بذر مصرفی در هکتار و دست‌یابی به تراکم مطلوب کشت یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش عملکرد می‌باشد. تراکم بوته از طریق میزان بذر مصرفی در هکتار کنترل میگردد. اگر تراکم بوته‌ها کم‌تر یا بیش‌تر از حالت معمول باشد، مشکلاتی مانند کاهش عملکرد (به‌واسطه تعداد بوته کم‌تر یا بیش‌تر در هکتار)، تولید بوته‌های ضعیف و وقوع ورس، افزایش رشد رویشی گیاه (دیررسی)، افزایش خسارت علف‌های هرز و گسترش بیماری و آفات به‌وجود خواهد آمد (۱۶).

تراکم‌های کاشت مطلوب در گندم کلیدی برای رسیدن به حداکثر عملکرد شمرده می‌شود و تراکم گیاهی متناسب با تغییر عواملی نظیر منطقه، تاریخ کاشت، شرایط اقلیمی به‌ویژه توزیع بارش، نوع خاک و رقم، متفاوت خواهد بود (۱۷). میزان بهینه بذر مصرفی برای دستیابی به تراکم مطلوب در مزرعه از مهم‌ترین عوامل مدیریتی افزایش عملکرد گندم به شمار می‌رود (۱۸). کاهش میزان بذر مصرفی به‌طور قطع هزینه نهاده‌های تولید را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، اما بایستی به استقرار بوته‌ها در شرایط مختلف اقلیمی توجه شود (۱۹). مصرف بذر کم‌تر از میزان بهینه، کارایی تولید و عملکرد را کاهش داده، در حالی که مصرف بذر بیش‌تر از حد متعارف باعث افزایش هزینه تولید، افزایش بروز بیماری‌ها و ورس و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (۲۰).

در آزمایشی جهت بررسی عملکرد ارقام تجاری گندم (مهدوی، قدس، مرودشت و M75-5) تحت تأثیر پنج تراکم بوته (۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ بوته در متر مربع) بیش‌ترین عملکرد دانه و بیولوژیک همه ارقام در تراکم‌های بالاتر (به‌ترتیب ۳۵۰ و ۴۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و در میان ارقام تفاوت معنی‌دار وجود داشت (۱۵). در بررسی عملکرد سه رقم گندم (بهار، پیشتاز و چمران) تحت تأثیر پنج تراکم بوته (۲۲۵، ۳۰۰، ۳۷۵، ۴۵۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع) در خرم‌آباد معلوم شد که افزایش تراکم باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه و افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ، تعداد سنبله در واحد سطح، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گردید و رقم بهار با تراکم کاشت مطلوب ۴۵۰ بوته در متر مربع از نظر تولید عملکرد دانه برتر از سایر ارقام بود (۲۱). مؤیدی و سیاح‌فر (۱۳۸۶) بیش‌ترین عملکرد دانه و بیولوژیک در گندم آبی رقم چمران را در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع و کم‌ترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را از تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع گزارش کردند (۲۲). در آزمایشی دیگر اثر چهار تراکم (۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ بذر در متر مربع) بر عملکرد چهار رقم گندم آذر ۲، سرداری، رصد و پرتو بیش‌ترین عملکرد در تراکم ۳۵۰-۳۰۰ بذر در متر مربع گزارش شد (۲۳). مقیمی مفرد و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تأثیر تراکم های مختلف کشت (۵۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع) دو رقم گندم کوهدشت و دهدشت در شرایط دیم دریافتند که بیش‌ترین عملکرد مربوط به تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع در هر دو رقم بود و با افزایش تراکم

دانه در هر دو رقم، تعداد ساقه مثمر و وزن هزار دانه کاهش یافت (۲٤).

در سال زراعی ۱٤۰۰-۱۳۹۹، سطح زیر کشت گندم در استان لرستان ۲۵۰ هزار هکتار برآورد شد که معادل ٤۷/۱ درصد از کل سطح محصولات زراعی استان بود. از این میزان، ۱۹۵ هزار هکتار به‌صورت دیم و ٥٦ هزار هکتار آن آبی بود (۲۵). با توجه به اینکه تغییرات اقلیم موجب تغییر شدید در مقدار، شدت و توزیع بارندگی گردیده است، لذا مراحل مختلف نمو گیاه در شرایط دیم از سبز شدن تا پرشدن دانه به درجات مختلف با تنش خشکی مواجه می‌شود. انتخاب رقم و تراکم بذر مناسب و کاهش تعرق با استفاده از مواد ضد تعرق می‌تواند راه‌کاری مؤثر در تطبیق گیاه با شرایط تنش‌زای منطقه باشد. از آنجایی که مطالعه جامعی روی این سه عامل انجام نشده است، این پژوهش با هدف بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم تحت شرایط دیم به تراکم‌های مختلف و محلول پاشی کائولین اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ۹٦-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹٦ در شهرستان کوهدشت با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۳٦ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۱۹۵ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۷ میلی‌متر می‌باشد. منطقه مورد نظر از نظر آب و هوایی جزو مناطق نیمه گرمسیری با تابستان گرم و خشک می‌باشد. در دو سال اجرای آزمایش، شرایط اقلیمی (به‌ویژه میزان و توزیع بارندگی) در دو سال متفاوت بود (جدول ۱). در هر دو سال زراعی، مهر ماه بدون بارندگی و آبان ماه فاقد بارندگی مؤثر بود اما بارندگی در آذر ماه سال زراعی دوم مؤثر و بسیار بیش‌تر از سال زراعی اول بود. فروردین ماه (مرحله گلدهی) سال‌های زراعی اول و دوم به‌ترتیب ۸٦ و ٥۸ میلی‌متر باران بارید. همچنین، میزان بارندگی در اردیبهشت ماه سال زراعی اول غیر مؤثر (٦/۳ میلی‌متر) بود ولی در اردیبهشت ماه سال زراعی دوم به ۱۸۲ میلی‌متر رسید، یعنی در مرحله حساس پر شدن دانه معادل ۳۰ برابر نسبت به سال اول افزایش داشت. به‌منظور تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به نمونه‌برداری شد و نتایج آزمایش خاک در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- آمار درجه حرارت و بارندگی منطقه کوهدشت در سال‌های ٦-۱۳۹۵ و ۷-۱۳۹٦

Table 1- Temperature and precipitation data of Koohdasht region in 2016-17 and 2017-18

ماه - سال		دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)		دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)		میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)		دمای حداقل مطلق (درجه سانتی‌گراد)		دمای حداکثر مطلق (درجه سانتی گراد)		بارندگی (میلی‌متر)	
		Min. Temp (˚C)		Max.Temp (˚C)		Min.Temp (˚C)		Actual Min. Temp (˚C)		Actual Max.Temp (˚C)		Precipitation (mm)	
Month- Year		۱۳۹٥-۹٦	۹۷-۱۳۹٦	۹٦-۱۳۹٥	۹۷-۱۳۹٦	۹٦-۱۳۹٥	۹۷-۱۳۹٦	۹٦-۱۳۹٥	۹۷-۱۳۹٦	۹٦-۱۳۹٥	۹۷-۱۳۹٦	۹٦-۱۳۹٥	۹۷-۱۳۹٦
	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	2016-17	2017-18	**0**
آبان	NOV	5.04	5.24	24	23.89	14.5	14.6	-0.5	-1.9	28.9	31	**3.6**	**7.7**
آذر	DES	-1.26	-0.46	13.7	15.04	6.2	7.3	-9.5	-4.2	17.8	19.1	**16.8**	55.2
دی	JAN	0.09	-0.23	12.82	14.57	6.5	7.2	-10	-5.3	18.3	21	69.4	34.6
بهمن	FEB	-2.1	0.63	9.65	14.12	3.8	7.4	-6.4	-7	14.3	20.1	84.2	68.2
اسفند	MAR	0.46	3.62	16.35	17.89	8.4	10.7	-5.4	-0.3	22.8	23.1	40.1	53.8
فروردین	APR	6.75	6.29	19.4	22.77	13.1	14.5	1.5	0.6	27.9	28.9	86.3	57.8
اردیبهشت	MAY	9.23	9.72	29.1	23.24	19.2	16.5	4.7	4.7	34.2	29.6	6.3	181.6
خرداد	JUN	11	14.2	35.1	33.2	23.1	23.7	5.3	10.4	38.7	36.4	0	5

سال زراعی	Agronomic year	4.01	5.22	21.09	21.60	12.57	13.41	-1.91	-0.32	26.28	27.18	306.7	464.9

جدول ۲- برخی از خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش.

Table 2- Some physical and chemical characteristics of the soil.

سال زراعی Agronomic year	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC(ds.m^{-1})	کربن آلی (درصد)		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
				C		N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
				(%)			(mg.kg^{-1})					
۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	لومی Loam	7.5	0.62	0.79		0.08	17.8	365	17.2	6.9	0.29	0.85
۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	لومی Loam	7.4	0.41	0.71		0.07	22.0	387	14.3	7.0	0.31	0.92

آزمایش به‌صورت فاکتوریل - اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل رقم گندم دیم (کوهدشت، کریم و قابوس) و تراکم بذر (۳۵۰، ۵۰۰، ۶۵۰ و ۸۰۰ بذر در مترمربع) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل محلول‌پاشی کائولین در دو سطح شاهد و محلول‌پاشی کائولین در کرت‌های فرعی قرار گرفت. هرسه رقم کوهدشت، کریم و قابوس ارقام اصلاح شده برای شرایط دیم مناطق گرم‌سیر می‌باشند که توسط مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور معرفی شده‌اند و متحمل به تنش خشکی و گرما، مقاوم به بیماری‌ها و کیفیت خوب نانوایی و عملکرد بیشتر می‌باشند. انتخاب سطوح تراکم بالا از یک‌سو بر اساس یافته‌های پژوهش‌های قبلی و از سوی دیگر به‌دلیل مصرف بالای بذر توسط کشاورزان بود.

زمین آزمایش در سال قبل آیش بود. کشت به‌صورت دستی در ۱۱ و ۱۴ آبان ماه به‌ترتیب سال اول و دوم آزمایش انجام شد. هر کرت در بر گیرنده ۵ خط کاشت ۶ متری با فاصله خطوط ۱۷ سانتی‌متر بود. هر سال بر اساس آزمون خاک، قبل از کاشت کوددهی زمین شامل نیمی از اوره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و تمام کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. نصف باقیمانده اوره در دو مرحله‌ی پنجه‌دهی و شروع گلدهی هر بار به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد.

پودر رس کائولین مورد استفاده که دارای ساختار بلوری کوارتز به‌شکل ورقه ورقه بود، از شرکت کیمیا سبزآور تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب پودر کائولین (پودر سپیدان) با غلظت ۵ درصد، به همراه سورفاکتانت مربوطه (صابون محلول‌پاشی سیترال) با آب کاملاً مخلوط و به‌وسیله سم‌پاش مجهز به پمپ گردش آب و همزن روی گیاه اسپری شد؛ به‌گونه‌ای که سطوح اندام هوایی گیاه به‌طور کامل پوشش داده و پس از خشک شدن محلول، گیاه سفید به‌نظر رسید. محلول‌پاشی کائولین طی دو مرحله در زمان رشد رویشی به‌فاصله دو هفته (هفته آخر اسفند ماه هم‌زمان با شروع مرحله زایشی و هفته دوم فروردین ماه در مرحله ساقه رفتن گیاه) هر سال انجام شد. کرت‌های شاهد به منظور یکنواختی کرت‌های آزمایشی با آب آبیاری محلول‌پاشی شدند.

هر سال در زمان برداشت با خشک شدن گیاه در هفته آخر خرداد ماه، بوته‌های ۲۰ سانتی‌متر طولی از ردیف دوم هر کرت فرعی با احتساب ۲۵ سانتی‌متر حاشیه کف‌بر شد و طول ریشک (در سه سنبلچه میانی هر سنبله)، اجزای عملکرد گندم چون تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و

عملکرد بیولوژیک روی آن‌ها اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه از توزین دانه‌های سه ردیف هر کرت با حذف ۲۵ سانتی‌متر حاشیه از طرفین از مساحتی معادل ۲/۸ مترمربع رطوبت انجام گرفت. سپس دانه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و عملکرد دانه بر اساس ١٤ درصد محاسبه گردید. درصد پروتئین به‌روش کجدال (٢٦) اندازه‌گیری شد. پس از آزمون بارتلت، داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون بارتلت برای همگنی واریانس خطای آزمایش طی دو سال اجرای آزمایش (جدول ۳) نشان داد که مقدار کای – اسکور بجز برای وزن هزار دانه، برای دیگر صفات معنی‌دار نبود؛ لذا برای وزن هزار-دانه تجزیه واریانس ساده و برای دیگر صفات تجزیه واریانس مرکب انجام شد.

جدول ۳- نتایج آزمون بارتلت برای همگنی واریانس‌ها.

Table 3- Bartlett's test for homogeneity of variances (chi-square).

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	طول ریشک Own length	تعداد سنبله در مترمربع Spike No. m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Seed No. $spike^{-1}$	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Seed Protein
Chi-square	۱	۰/۰۳۷	۰/۲۲۵	۰/۸۹٤	۰/٥٦٨	۰/٦٧٤	۰/۳۹۹	۳/۲۱۹*	۰/۸۸	۰/۷۳٦	۰/۲۷۱

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

صفات طولی گیاه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله و طول ریشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال، سال در رقم، سال در تراکم کاشت، سال در رقم در تراکم کاشت و سال در کائولین قرار گرفت. اثر سال در رقم در کائولین بر طول ریشک نیز معنی‌دار بود (جدول ٤).

مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در تراکم کاشت به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول، رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ هزار بوته در هکتار بیشترین ارتفاع بوته (۸۱/۷ سانتی‌متر)، رقم کوهدشت در تراکم ٦٥٠ هزار بوته در هکتار بیشترین طول پدانکل (۲۸/۹ سانتی‌متر)، رقم کوهدشت در تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار بیشترین طول سنبله (۱۱/۸ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار با دیگر تراکم‌ها و رقم کریم در تراکم ۵۰۰ هزار بوته در هکتار بیشترین طول ریشک (۷/۵ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار با دیگر تراکم‌ها را داشت (جدول ۵). در سال دوم، رقم کوهدشت در تراکم ۸۰۰ هزار بوته در هکتار بیشترین ارتفاع بوته (۸۸/٤ سانتی‌متر) و رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ هزار بوته در هکتار بیشترین طول پدانکل (۲٦/۳ سانتی‌متر)، رقم کوهدشت در تراکم ٦٥٠ هزار بوته در هکتار بیشترین طول سنبله (۱۱/۵ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار با تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار و رقم کریم در تراکم ۵۰۰ هزار بوته در هکتار (٦/۱۲ سانتی‌متر) بدون تفاوت معنی‌دار با رقم قابوس در تراکم ٦٥٠ هزار بوته در هکتار را نشان داد (جدول ۵).

علت ارتفاع بوته بیش‌تر در سال دوم را می‌توان در میزان بارندگی بیش‌تر و توزیع بهتر آن در سال دوم جستجو نمود که با افزایش رشد طولی میان‌گره-ها، بر ارتفاع بوته افزود. تفاوت میان ارقام ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی است که با نتایج عبدالرحمنی (۲۰۱٦) که نشان داد اثر رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (۲۷)، مطابقت دارد. دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم در تراکم کاشت بر ارتفاع بوته طی دو سال

اجرای آزمایش، واکنش متفاوت ارقام به تراکم در شرایط اقلیمی متفاوت دو سال است. در هر دو سال، دو رقم کوهدشت و کریم در تراکم‌های بالا جهت رقابت برای نور مرتفع گردیدند، لیکن رقم قابوس با افزایش تراکم کاهش ارتفاع نشان داد. واکنش کم ارتفاع در رقم قابوس به تراکم با اظهارات یانگ (۲۰۱۹) مبنی افزایش غیرمعنی‌دار ارتفاع بوته با افزایش تراکم مطابقت دارد (۲۸). جوان و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند کاربرد مواد ضدتعرق بر روی محصول سویا (*Glycine max* L.) به‌طور قابل توجهی موجب افزایش ارتفاع ساقه گردید و از بین مواد ضدتعرق مورد استفاده کائولین بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد دانه داشت (۷)، که با نتایج ما مطابقت دارد. گاب‌اله و ابولیلی (۲۰۰۰) در گیاه کتان (*Linum usitatissimum* L.) (۹)، ایجیتاسلان و همکاران (۲۰۱۰) در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) (۱۰) و میسرا و سریکاستاوا (۲۰۰۵) در ذرت (*Zea mays* L.) (۱۱) نیز به نتایج مشابهی در خصوص نقش مثبت مواد ضد تعرق در ارتفاع بوته دست یافتند. رقم کوهدشت طی هر دو سال اجرای آزمایش از طول سنبله بیش‌تری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود که به دلیل تفاوت ژنتیکی میان ارقام است که با گزارش عبدالرحمنی (۲۰۱۶) مبنی بر معنی‌دار بودن اثر رقم بر طول سنبله (۲۷) مطابقت دارد. واکنش متفاوت ارقام به تراکم کاشت در سال دوم موجب معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم در تراکم کاشت بر طول سنبله شد. در سال دوم در دو رقم کوهدشت و قابوس با افزایش تراکم تا حدی، بر طول سنبله افزوده شد، لیکن در تراکم بالا به‌دلیل رقابت بر سر مواد فتوسنتزی جهت تشکیل و پر کردن دانه کاهش یافت، اما در رقم کریم این روند کاهشی بود. به‌گزارش یانگ (۲۰۱۹)، با افزایش تراکم تا حدی طول سنبله افزایش می‌یابد (۲۸). ممکن است ارتفاع بوته بیش‌تر ناشی از افزایش و توزیع بهتر میزان بارندگی در سال دوم موجب کاهش طول پدانکل به‌دلیل رقابت رشد میان اجزای گیاه شده باشد. افزایش طول پدانکل با کاربرد مواد ضد تعرق توسط کاظم‌پور و تاج بخش (۲۰۰۲) نیز گزارش شده است (۱۲). عبدالرحمنی (۲۰۱۶) نیز نشان داد اثر رقم بر طول پدانکل معنی‌دار گردید (۲۷)، که مؤید نتایج ما است. تفاوت‌های ژنتیکی عامل تفاوت میان ارقام اس که خود متأثر از تراکم بود. در سال اول با افزایش تراکم تا ۵۰۰ بوته بر طول ریشک افزوده شد و از آن پس رقابت درون و بین بوته‌ای موجب کاهش طول ریشک شد. در سال دوم ارقام واکنش متفاوت به تراکم کاشت نشان دادند. به‌طوری‌که در رقم کریم تغییرات طول ریشک در تراکم‌های مختلف معنی‌دار نبود؛ ولی در دو رقم کوهدشت و قابوس با افزایش تراکم تا حدی، بر طول ریشک افزوده شد و در تراکم خیلی زیاد به‌دلیل رقابت اجزای گیاهی کاهش یافت که با اظهارات یانگ (۲۰۱۹) مطابقت دارد (۲۸). مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در کائولین به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول رقم کریم با کاربرد کائولین بیش‌ترین طول ریشک با میانگین ۷/۵ سانتی‌متر و رقم قابوس بدون کاربرد کائولین کم‌ترین طول ریشک با میانگین ٦/٨ سانتی‌متر را داشت. در سال دوم رقم کریم با بدون کاربرد کائولین بیش‌ترین طول ریشک با میانگین ٦/٠ سانتی‌متر و رقم کوهدشت با کاربرد کائولین کم‌ترین طول ریشک با میانگین ٥/٤ سانتی‌متر را نشان داد (شکل ۱). ملاحظه شد که طی هر دو سال اجرای آزمایش رقم کریم طول ریشک بیش‌تری نسبت به دو رقم دیگر داشت که علتش تفاوت ژنتیکی میان ارقام است و با گزارش گل‌پرور و همکاران (۱۳۸۳) (۲۹) و عبدالرحمنی (۲۰۱٦) (۲۷) مبنی بر معنی‌دار بودن اثر رقم بر طول ریشک مطابقت دارد، اما هر سه رقم از نظر طول ریشک در سال کم بارش‌تر اول، به کاربرد کائولین واکنش مثبت نشان دادند، اما در سال پر بارش‌تر دوم، واکنش به کاربرد کائولین منفی بود. به‌عبارتی کاربرد کائولین نقش مثبتی در شرایط تنش خشکی ایفا نمود.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر رقم، تراکم بذر و محلول‌پاشی کائولین بر صفات زراعی و کیفی گندم در شرایط دیم.

Table 4- Analysis of variance of effect of cultivar, density and foliar application of Kaolin on agronomic and quality traits of wheat in dryland condition.

منبع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square								
			ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	طول ریشک Own length	تعداد سنبله در مترمربع Spike No.m^{-2}	تعداد دانه در سنبله Seed No.spike-1	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Seed Protein
Year (Y)	سال	1	1229**	107**	4.73**	95.6**	1701294**	3722**	5737375**	5.060255	44.49**
E1	خطای ۱	6	85.34498	37.4684	4.179965	0.425747	40201.12	15.74799	6707.118	5.770405	0.077591
Cultivar (C)	رقم	2	415.1	79.8	46.15	1.48	199593	676*	991762*	53.58	1.241253
Plant Density (D)	تراکم	3	52.17839	3.904792	4.71	1.64*	109131	26.5	401751**	55.21	1.545879
Y*C	سال×رقم	2	131.0**	98.7**	5.15**	0.77**	183474**	29.9	18310**	13.60*	2.295*
Y*D	سال×تراکم	3	36.59**	8.655**	0.96**	0.089**	148823**	50.09	9671**	21.43**	0.996776
C*D	رقم × تراکم	6	66.6	19.8	2.17	0.361753	272391	62.8	75134	13.68	0.845432
Y*C*D	سال×رقم× تراکم	6	69.1**	28**	2.59**	0.473**	120375**	47.4	49655**	23.16**	0.651901
E2	خطای ۲	66	43.62676	15.28079	1.145155	0.355898	12570.37	9.22738	11977.48	4.074619	0.274444
Ka	کائولین	1	0.009919	4.32	9.92	0.011719	41447	13.54*	59502	1.084505	4.846539
Y*Ka	سال× کائولین	1	1.83**	0.48**	2.646**	2.63**	52502*	0.091875	12675**	1.028138	0.099376
C*Ka	رقم × کائولین	2	0.001875	0.007656	0.00099	0.006719	12422.29	17.0575	1251.693	1.029155	0.933*
D*Ka	تراکم × کائولین	3	0.000469	0.005694	0.006719	0.004358	65272	16.47188	4290.972	2.121324	0.611446
C*D*Ka	رقم× تراکم × کائولین	6	0.000417	0.010226	0.00474	0.001233	7488.339	29	5628**	1.932764	0.744289
Y*C*Ka	سال×رقم × کائولین	2	0.001875	0.007656	0.00099	0.0067*	10791.59	58.2825	1669.922	2.764797	0.010091
Y*D*Ka	سال× تراکم × کائولین	3	0.000469	0.005694	0.006719	0.004358	61649**	10.25021	3386.111*	0.261327	0.307934
Y*C*D*Ka	سال×رقم× تراکم × کائولین	6	0.000417	0.010226	0.00474	0.001233	5666.326	38.9**	556.033	1.663618	0.22352
E3	خطای ۳	72	0.001128	0.00684	0.008073	0.008316	866.085	5.538542	10092.97	1.85128	0.213726
CV (%)	ضریب تغییرات(درصد)		5.74	10.94	7.36	6.48	11.26	8.59	19.4	13.3	4.13

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

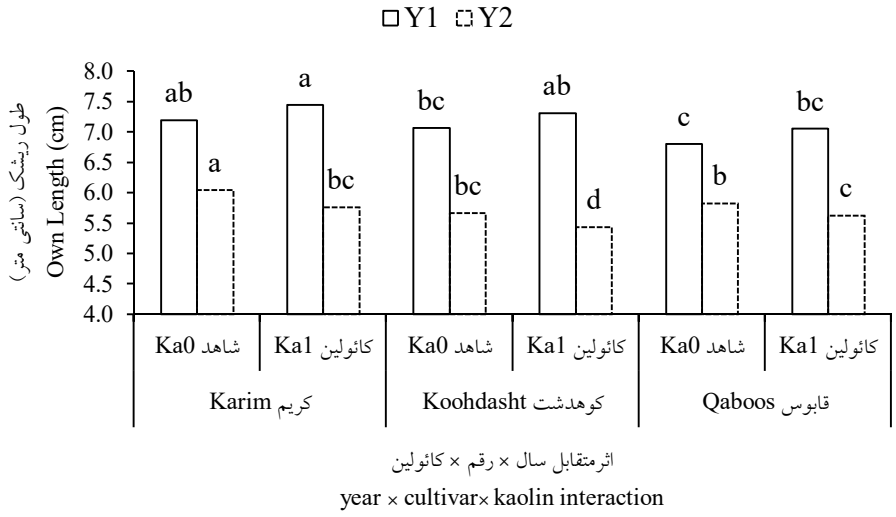
جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی گندم در سطوح اثرمتقابل سه گانه سال در رقم در تراکم کاشت به‌روش برش دهی برای سال.

Table 5- Mean comparison of some agronomic traits in wheat at different levels of year × cultivar × seed density interaction by sliced for year.

تیمارها Treatment		ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)		طول پدانکل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)		طول سنبله (سانتی‌متر) Spike length (cm)		طول ریشک (سانتی‌متر) Own length (cm)		تعداد سنبله در مترمربع Spike No. m^{-2}		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})		شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	
		۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18	۱۳۹۵-۹۶ 2016-17	۱۳۹۶-۹۷ 2017-18
کریم Karim	۳۵۰ بذر در مترمربع 350 seeds m-2	73.48^{cd}	80.367^{bcd}	23.4^{cd}	24.155^{abc}	9.81^{cd}	9.9038^{b-e}	7.15^{ab}	5.93^{ab}	563.89^{e}	716.67^{f}	2255^{d}	2475.63^{g}	32.032^{cd}	30.7^{d}
	۵۰۰ بذر در مترمربع 500 seeds m-2	74.60^{a-d}	76.53^{d}	23.42^{cd}	22.556^{abc}	9.447^{de}	9.7413^{cde}	7.5^{a}	6.1163^{a}	647.22^{cde}	985.44^{c}	2361.2^{bcd}	2626.8^{def}	31.351^{d}	31.29^{bcd}
	۶۵۰ بذر در مترمربع 650 seeds m-2	73.23^{cd}	81.783^{bc}	22.62^{d}	26.275^{a}	9.735^{cde}	8.7288^{e}	7.3^{a}	5.6713^{abc}	700.21^{b-e}	862.65^{d}	2128.75^{e}	2528.75^{fg}	29.575^{d}	31.77^{bcd}
	۸۰۰ بذر در مترمربع 800 seeds m-2	71.60^{d}	83.156^{abc}	23.67^{cd}	23.076^{abc}	9.385^{de}	9.1863^{de}	7.35^{a}	5.8963^{abc}	837.64^{ab}	626.39^{g}	2090^{e}	2451.88^{g}	29.725^{d}	31.08^{bcd}
کوهدشت Koohdasht	۳۵۰ بذر در مترمربع 350 seeds m-2	78.85^{a-d}	82.723^{abc}	26.65^{abc}	25.964^{ab}	11.81^{a}	9.605^{cde}	6.7^{bc}	5.2963^{bc}	661.11^{cde}	730.56^{ef}	2298.75^{cd}	2551.25^{fg}	29.627^{d}	32.1211^{b}
	۵۰۰ بذر در مترمربع 500 seeds m-2	73.71^{cd}	81.651^{bc}	28.275^{ab}	20.336^{c}	11.68^{a}	11.1^{ab}	7.45^{a}	5.77^{abc}	622.89^{de}	661.11^{g}	2448.75^{ab}	2774.38^{bc}	34^{abc}	35.1779^{a}
	۶۵۰ بذر در مترمربع 650 seeds m-2	76.35^{a-d}	81.709^{bc}	28.925^{a}	24.101^{abc}	11.43^{a}	11.4938^{a}	7.425^{a}	5.6213^{abc}	813.89^{ab}	1050^{b}	2338.7^{bcd}	2661.25^{de}	34.755^{ab}	30.5962^{d}
	۸۰۰ بذر در مترمربع 800 seeds m-2	79.23^{a-d}	88.403^{a}	28^{ab}	24.738^{ab}	11.16^{ab}	10.18^{bcd}	7.2^{ab}	5.5163^{abc}	869.44^{a}	1101^{a}	2312.5^{cd}	2793.75^{bc}	31.864^{cd}	31.39^{bcd}
قابوس Qaboos	۳۵۰ بذر در مترمربع 350 seeds m-2	79.60^{abc}	84.843^{ab}	25^{bcd}	21.809^{bc}	9.335^{de}	9.2775^{cde}	6.975^{abc}	5.2213^{c}	655.18^{cde}	1107.1^{a}	2402.5^{bc}	2840.63^{b}	32.13^{bcd}	31.9855^{bc}
	۵۰۰ بذر در مترمربع 500 seeds m-2	81.73^{a}	85.497^{ab}	25.8^{a-d}	26.344^{a}	10.43^{bc}	9.9775^{bcd}	7.2^{ab}	5.825^{abc}	783.82^{abc}	1091.17^{ab}	2552.5^{a}	3041.25^{a}	34.465^{abc}	34.0932^{a}
	۶۵۰ بذر در مترمربع 650 seeds m-2	80.93^{ab}	77.279^{cd}	25^{bcd}	23.496^{abc}	9.835^{cd}	10.47^{abc}	7.025^{abc}	6.1038^{a}	625.9^{de}	1053.92^{ab}	2383.75^{bc}	2722.5^{cd}	35.84^{a}	30.8218^{cd}
	۸۰۰ بذر در مترمربع 800 seeds m-2	80.86^{ab}	81.645^{bc}	24.7^{bcd}	24.565^{abc}	8.835^{e}	9.48^{cde}	6.525^{c}	5.775^{abc}	724.79^{a-d}	779.17^{e}	2343.7^{bcd}	2596.88^{ef}	30.577^{d}	30.95^{bcd}
	LSD (0.05)	**7.1622**	**6.252**	**3.6739**	**4.2526**	**0.9625**	**1.2024**	**0.5278**	**0.6775**	**151.48**	**55.413**	118.87	103.24	2.6427	1.2045

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.



شکل ۱- مقایسه میانگین طول ریشک گندم در سطوح مختلف اثرمتقابل سه گانه سال در رقم در کائولین به‌روش برش‌دهی برای سال. Y1 و Y2: به‌ترتیب سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 1- Mean comparison of need length of wheat at different levels of year × cultivar × Kaolin by sliced for year. Y1 and Y2: years 2016-17 and 2017-18, respectively. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.

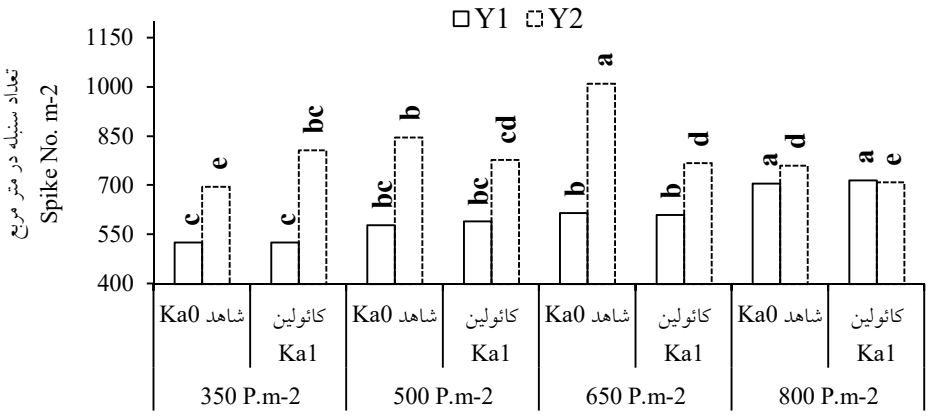
اجزای عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تعداد سنبله در مترمربع به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال، سال در رقم، سال در تراکم کاشت، سال در رقم در تراکم کاشت، سال در کائولین و سال در تراکم کاشت در کائولین؛ و تعداد دانه در سنبله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال، رقم، کائولین، سال در رقم در تراکم کاشت در کائولین قرار گرفت (جدول ٤).

واکنش ارقام به تراکم کاشت از نظر تعداد سنبله در مترمربع متفاوت بود. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل رقم در تراکم به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول، بیش‌ترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم کوهدشت با تراکم ۸۰۰ بذر در مترمربع (۸٦۹ سنبله) مشاهده شد و کم‌ترین آن از رقم کریم با تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع (٥٦٤ سنبله) به‌دست آمد (جدول ۵). در سال دوم، رقم قابوس در تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع و رقم کوهدشت در تراکم ۸۰۰ بذر در مترمربع (به‌ترتیب ۱۱۰۷ و ۱۱۰۱ سنبله) بیش‌ترین تعداد سنبله در مترمربع و رقم کریم در تراکم ۸۰۰ بذر در مترمربع (٦٦۱ سنبله) کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع را تولید نمود (جدول ۵).

مقایسهٔ میانگین اثر متقابل تراکم در محلول‌پاشی کائولین به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول، تیمار تراکم ۸۰۰ هزار بذر در هکتار با و بدون محلول‌پاشی کائولین (به‌ترتیب ۸۰٦ و ۸۱۵ سنبله بدون اختلاف معنی‌دار) بیش‌ترین و تیمار تراکم ۸۰۰ هزار بذر در هکتار با و بدون محلول‌پاشی کائولین (٦۲۷ سنبله) کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع را داشت، اما در سال دوم، تیمار تراکم ٦۵۰ هزار بذر در هکتار بدون محلول‌پاشی کائولین (۱۱۱۰ سنبله) بیش‌ترین تعداد سنبله در مترمربع و تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع بدون محلول‌پاشی کائولین و تراکم ۸۰۰ بذر در متر مربع با محلول‌پاشی کائولین کم‌ترین تعداد سنبله در مترمربع (به‌ترتیب با میانگین ۷۹۵ و ۸۱۰ سنبله) را داشت (شکل ۲). این نتایج نشان می‌دهد در سال کم-باران اول، محلول‌پاشی کائولین نقش معنی‌داری

نداشت و تراکم تعیین کننده بود، اما در سال پربارن دوم، محلول‌پاشی کائولین بسته به تراکم اثر متفاوتی بر تعداد سنبله داشت.

در خصوص تعداد دانه در سنبله، مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در تراکم در کائولین به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول اجرای آزمایش رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع با محلول‌پاشی کائولین بیش‌ترین و رقم کوهدشت در تراکم ٦۵۰ بذر در متر مربع بدون محلول‌پاشی کائولین کم‌ترین تعداد دانه در سنبله (به‌ترتیب با میانگین ٤١/٦ و ۳۰/۷ دانه) را داشت، اما در سال دوم، رقم قابوس در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع با محلول‌پاشی کائولین بیش‌ترین و رقم کریم در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع با محلول-پاشی کائولین کم‌ترین تعداد دانه در سنبله (به‌ترتیب با میانگین ۳۷/۳ و ۲۰/٦ دانه) را تولید نمود (شکل ۳). ملاحظه می‌شود که واکنش تعداد دانه در سنبله به رقم، تراکم کاشت و کائولین متفاوت بود که علاوه بر ژنتیک و محیط (تراکم کاشت و کائولین)، متأثر از برآیند دیگر اجزای عملکرد دانه است.



اثرمتقابل سال × تراکم × کائولین

year × seed density × kaolin interaction

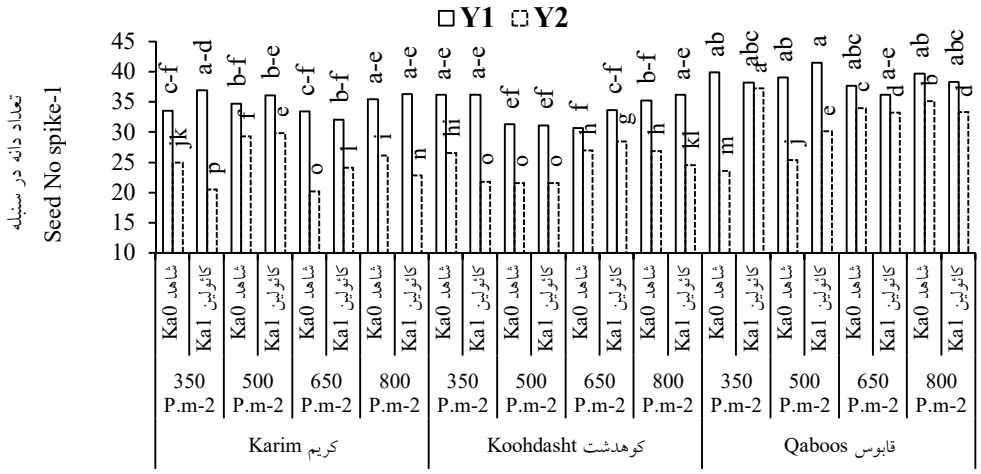
شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد سنبله در مترمربع گندم در سطوح مختلف اثرمتقابل سه گانه سال در تراکم در محلول‌پاشی کائولین به‌روش برش دهی برای سال. Y1 و Y2: به‌ترتیب سال‌های ۹٦-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹٦. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 2- Mean comparison of spike No. m^{-2} of wheat at different levels of seed density × kaolin interaction by sliced for year. Y1 and Y2: years 2016-17 and 2017-18, respectively. Means in each column followed by similar letter(s) are not sign

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در سال اول آزمایش، تنها اثر رقم بر وزن هزار دانه معنی-دار شد و در سال دوم آزمایش، علاوه بر اثرات ساده و متقابل دوگانه، اثر متقابل سه گانه رقم در تراکم در محلول‌پاشی کائولین بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جدول ٦). در سال اول بیش‌ترین وزن هزار دانه از رقم کریم (٤١/٦ گرم) و کم‌ترین آن از رقم قابوس (۲۷/۳ گرم) حاصل شد و در سال دوم اجرای آزمایش رقم قابوس در تراکم ۳۵۰ بذر در متر مربع و بدون محلول‌پاشی کائولین بیش‌ترین وزن هزاردانه (۵۱/۷ گرم) و رقم کریم در تراکم ۵۰۰ بذر در متر مربع و بدون محلول‌پاشی کائولین کم‌ترین وزن هزاردانه (۳۸/۹ گرم) را داشت (شکل ٤).

نتایج عبدالرحمنی (۲۰۱٦) نشان داد تفاوت بین ارقام از نظر وزن هزار دانه معنی‌دار بود و بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزار دانه گندم متعلق به رقم یاواروس و سیمره بود (۲۷). در آزمایشی دیگر اثر تراکم بذر بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (۳۰). کاهش در اندازه دانه

در شرایط تنش نسبت به نرمال همچنین توسط دیگر محققین (۳۲ و ۳۳) گزارش شده است. تفاوت در وزن دانه میان ژنوتیپ‌ها ممکن است ناشی از تفاوت در اندازه دانه در هر ژنوتیپ باشد (۳۲، ۳٤ و ۳۵).



اثرمتقابل سال × رقم × تراکم × کائولین

year × cultivar × seed density × kaolin interaction

شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله گندم در سطوح مختلف اثر متقابل چهار گانه سال در رقم در تراکم در محلول‌پاشی کائولین به‌روش برش‌دهی برای سال. Y1 و Y2: به‌ترتیب سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 3- Mean comparison of Seed No. spike^{-1} of wheat at different levels of cultivar × seed density × kaolin interaction by sliced for year. Y1 and Y2: years 2016-17 and 2017-18, respectively. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different ificantly different.

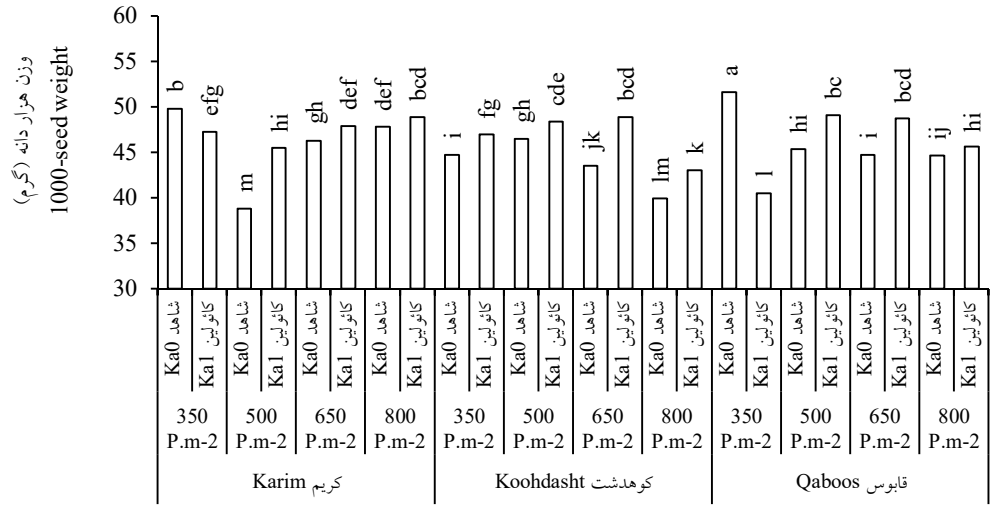
جدول ٦- تجزیه واریانس اثر رقم، تراکم بذر و محلول‌پاشی کائولین بر وزن هزار دانه گندم در شرایط دیم.

Table 6- Analysis of variance of effect of cultivar, density and foliar application of Kaolin on 1000-seed weight of wheat in dryland condition.

منبع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square وزن هزار دانه 1000-seed weight ۹۶-۱۳۹۵ 2016-17	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18
Replication (R)	تکرار	1	110.89**	8.19**
Cultivar (C)	رقم	2	148.97**	15.17**
Plant Density (D)	تراکم	3	27.241	18.24**
C*D	رقم × تراکم	6	25.467	56.91**
E1	خطای ۱	66	66.3	0.38
Ka	کائولین	1	139.4	48.025**
V*Ka	رقم × کائولین	2	7.759	28.92**
D*Ka	تراکم × کائولین	3	36.929	79.06**
C*D*Ka	رقم× تراکم × کائولین	6	22.314	28.06**
E2	خطای ۲	72	19.927	1.01
CV (%)	ضریب تغییرات(درصد)		17.3	2.18

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



اثرمتقابل رقم × تراکم × کائولین

cultivar × seed density × kaolin interaction

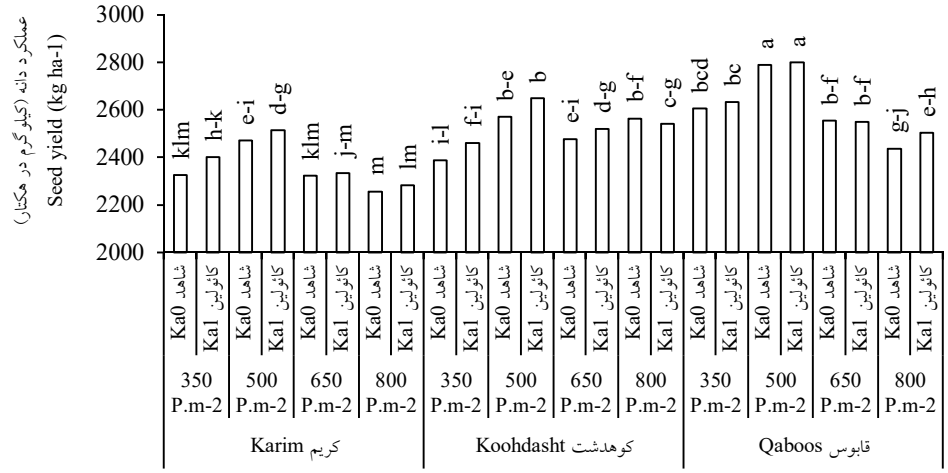
شکل ٤- مقایسه میانگین دو ساله وزن هزار دانه گندم در سطوح مختلف اثرمتقابل سه گانه رقم در تراکم در محلول‌پاشی کائولین. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 4- Two years mean comparison of 1000-seed weight of wheat at different levels of cultivar × seed density × kaolin interaction. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال، رقم، تراکم کاشت، سال در رقم، سال در تراکم کاشت، سال در رقم در تراکم کاشت، سال در کائولین، رقم در تراکم کاشت در کائولین و سال در رقم در کائولین قرار گرفت (جدول ٤). عملکرد دانه در سال دوم بیش‌تر از سال اول (به‌ترتیب ۲۸۸٤ و ۲۳۱۳ کیلوگرم در هکتار) بود. مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در تراکم به‌روش برش‌دهی برای سال نشان داد در سال اول، ارقام قابوس و کوهدشت در تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع (به‌ترتیب ۲۵۵۳ و ۲٤٤۹ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد دانه و رقم کریم در تراکم‌های ٦۵۰ و ۸۰۰ بذر در مترمربع (به‌ترتیب ۲۱۲۹ و ۲۰۹۰ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد دانه را تولید نمود ؛ اما در سال دوم، رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع (۳۰٤۱ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد دانه و رقم کریم در تراکم ۸۰۰ بذر در مترمربع (۲٤۵۲ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۵). مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در تراکم کاشت در محلول‌پاشی کائولین نشان داد رقم قابوس در تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع بدون و با محلول‌پاشی کائولین (به‌ترتیب ۲۷۹۲ و ۲۸۰۲ کیلوگرم در هکتار) بیش‌ترین عملکرد دانه و رقم کریم در تراکم ۸۰۰ بذر در مترمربع بدون و با محلول‌پاشی کائولین (به‌ترتیب ۲۲۵۸ و ۲۲۸٤ کیلوگرم در هکتار) کم‌ترین عملکرد دانه را داشت (شکل ۵).

روند تغییرات عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف تراکم بذر در سال اول و دوم اجرای آزمایش نشان داد که میزان عملکرد دانه با افزایش تراکم بذر از یک رابطه چند جمله‌ای معنی‌دار در هر دو سال اول ($R^2= 0.957^{**}$) و دوم ($R^2= 0.991^{**}$) اجرای آزمایش پیروی نمود؛ به‌طوری‌که با افزایش تراکم از ۳۵۰ به ۵۰۰ بذر در متر مربع در سال اول افزایش معنی‌دار و در سال دوم افزایش غیر معنی‌داری داشت، و با افزایش بیش‌تر تراکم کاهش معنی‌داری یافت (شکل

۷). این نتایج نشان می‌دهد که رقابت میان بذرها بر سر منابع به‌ویژه آب در تراکم‌های بالاتر از ۵۰۰ بذر در مترمربع تشدید شده که کاهش در عملکرد دانه را به‌همراه داشت. نتایج تحقیقات مختلف نیز حاکی از کاهش عملکرد دانه (۲۹) در گندم در اثر تنش خشکی است، که با یافته‌های حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. در آزمایشی بین ارقام گندم دوروم، رقم کرخه بالاترین و رقم سیمره پایین‌ترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. تراکم ٤٥٠ و ۳۰۰ بذر در متر مربع به ترتیب بالاترین و پایینترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (۳٦).



اثرمتقابل رقم × تراکم × کائولین

cultivar × seed density × kaolin interaction

شکل ۵- مقایسه میانگین دو ساله عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف اثرمتقابل سه گانه رقم در تراکم در محلول‌پاشی کائولین. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

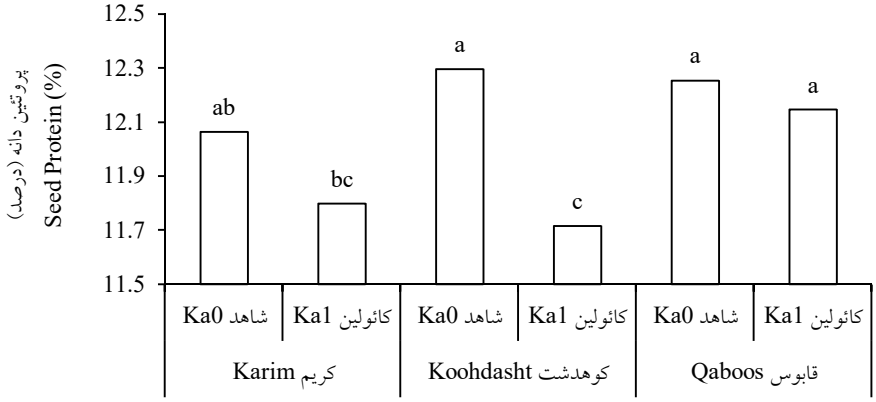
Figure 5- Two years mean comparison of seed yield of wheat at different levels of cultivar × seed density × kaolin interaction. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال در رقم، سال در تراکم کاشت و سال در رقم در تراکم کاشت قرار گرفت (جدول ٤). مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در تراکم کاشت به‌روش برش-دهی برای سال نشان داد در سال اول، رقم قابوس با تراکم ٦٥٠ بذر در مترمربع (۳۵/۸ درصد) بیش‌ترین شاخص برداشت و رقم کریم در تراکم ٦٥٠ بذر در مترمربع (۲۹/۵۸ درصد) کم‌ترین شاخص برداشت را داشت؛ اما در سال دوم، رقم کوهدشت با تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع (۳۵/۱۸ درصد) بیش‌ترین شاخص برداشت و رقم کریم در تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع (۳۰/۷٤ درصد) کم‌ترین شاخص برداشت را داشت (جدول ۵).

در یک مطالعه بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت گندم در تراکم ۵۰۰ و ۳۰۰ بذر بود، اما در اثرمتقابل رقم در تراکم، بالاترین شاخص برداشت را رقم کرخه در تراکم ٤۰۰ بذر در متر مربع نشان داد (۲۹). افزایش زیاد تراکم در شرایط دیم با ایجاد تنش خشکی از شاخص برداشت می‌کاهد. کاهش شاخص برداشت گندم در تنش خشکی گزارش شده است (۳٦). کاربرد مواد ضدتعرق در زمان کم آبی می‌تواند کاهش خسارت تنش را به همراه داشته باشد. در

آزمایشی مواد ضد تعرق موجب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد (۱۲).

پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که میزان پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات سال، سال در رقم و رقم در کائولین قرار گرفت (جدول ٤). میان ارقام در سال دوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما بیش‌ترین میزان پروتئین دانه از رقم قابوس در سال اول (۱۲/۸۲ درصد) و کم‌ترین آن از رقم کوهدشت در سال دوم (۱۱/٤٥ درصد) حاصل شد. مقایسهٔ میانگین اثرمتقابل رقم در محلول‌پاشی کائولین نشان داد رقم کوهدشت بدون محلول‌پاشی کائولین (۱۲/۳۰ درصد) بیش‌ترین میزان پروتئین دانه و همین رقم با محلول‌پاشی کائولین (۱۱/۷۲ درصد) کم‌ترین میزان پروتئین دانه را داشت (شکل ٦). این نتایج نشان می‌دهد واکنش میزان پروتئین دانه به کاربرد کائولین در میان ارقام متفاوت بود و رقم کوهدشت بیش‌ترین واکنش و رقم قابوس کم‌ترین واکنش را به کاربرد کائولین نشان داد. روند تغییرات پروتئین دانه گندم در سطوح مختلف تراکم بذر در سال اول و دوم اجرای آزمایش نشان داد که میزان پروتئین دانه با افزایش تراکم بذر از یک رابطه خطی معنی‌دار با شیب منفی در هر دو سال اول (R^2= 0.66**) و دوم (R^2= 0.69**) پیروی نمود؛ بطوری‌که بیشترین میزان پروتئین دانه در هر دو سال تراکم ۳۵۰ هزار بذر در هکتار (به‌ترتیب ۱۳/۰ و ۱۳/۲ درصد) به‌دست آمد و با افزایش تراکم به زیر ۱۳ درصد کاهش یافت (شکل ۷).

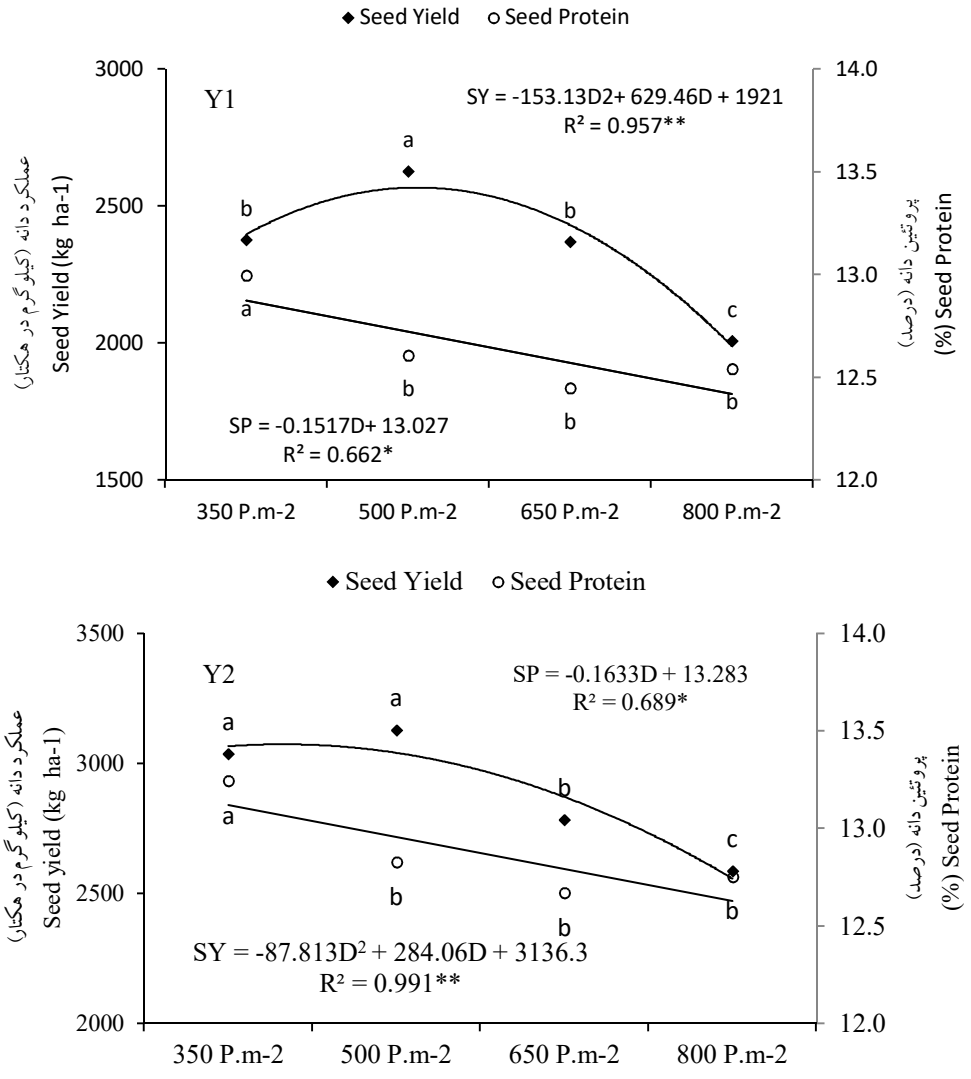


شکل ٦- مقایسه میانگین پروتئین دانه گندم در سطوح مختلف اثرمتقابل دو گانه رقم در محلول‌پاشی کائولین.
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 6- Mean comparison of seed protein of wheat at different levels of cultivar × kaolin interaction.
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different.

طالع احمد و حداد (۲۰۱۱) بیان کردند که غلظت پروتیین‌های محلول برگ در اثر تنش خشکی در ارقام گندم پیشتاز به‌علت افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین‌ها، کاهش سنتز پروتیین و تجمع اسید امینه آزاد از جمله پرولین کاهش می‌یابد (۳۷). کاهش قابل ملاحظه غلظت پروتئین در شرایط تنش شدید می‌تواند به کاهش زیر واحدهای روبیسکو و افزایش در اکسیداسیون پروتئین مرتبط باشد (۳۸). تنش کم آبی میتواند ارزش بعضی از خصوصیات کیفی مانند پروتیین دانه را بالا ببرد. علت افزایش میزان پروتیین دانه در تنش رطوبتی قبل از رسیدگی دانه را ناشی از تأثیر کم‌تر تنش بر شاخص برداشت نیتروژن در

مقایسه با شاخص برداشت ماده خشک می‌دانند. یکی دیگر از دلایل افزایش درصد پروتیین دانه در شرایط تنش خشکی، انباشت پروتیین‌های شوک حرارتی در دانه‌های در حال رشد و رسیده است (۳۹). جوان و همکاران (۷) دریافتند کاربرد مواد ضدتعرق بر روی محصول سویا (*Glycine max* L.) به‌طور قابل توجهی موجب افزایش پروتئین دانه گردید و از بین مواد ضدتعرق مورد استفاده کائولین بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد دانه داشت. ایجیتاسلان و همکاران (۲۰۱۰) در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند (۱۰)



شکل ۷- روند تغییرات عملکرد دانه (Seed Yield) و پروتئین دانه (Seed Protein) گندم در سطوح مختلف تراکم بذر در سال اول (Y1) و دوم (Y2) اجرای آزمایش. D1 الی D4: به‌ترتیب تراکم ۳۵۰، ۵۰۰، ۶۵۰ و ۸۰۰ بذر در مترمربع.

Figure 7- The trend of change for seed yield (SY), and seed protein (SP) under different levels of variety and seed density in first year (Y1) and second year (Y2). D1 to D4 represent 350, 500, 650 and 800 seeds per meter squares, respectively, in second year.

نتیجه‌گیری کلی

در سال زراعی اول، کمبود بارندگی در پاییز با کاهش تعداد پنجه بارور موجب کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در واحد سطح و کمبود بارندگی در بهار کاهش وزن دانه‌ها را در بر داشت، که این میزان و توزیع

نامناسب بارندگی سبب کاهش عملکرد دانه نسبت به سال دوم شد. بیش‌ترین عملکرد دانه در هر دو سال از تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع مشاهده شد. رقم قابوس با تراکم ۵۰۰ بذر در مترمربع به‌دلیل برآیند مناسب اجزای عملکرد، بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط دیم منطقه کوهدشت را داشت که برای این منطقه قابل توصیه است. محلول‌پاشی کائولین تحت شرایط این آزمایش نقش مثبتی در تولید کمی و کیفی گندم ایفا ننمود.

References

1.FAO (2020). http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC

2. Abdel-Fattah, G. H. (2013). Response of water stressed rose of China (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) plant to treatment with calcium carbonate and vapor gard anti-transpirants. *Journal of Applied Science and Research*, 9(6), 3566-3572. http://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2013/3566-3572.pdf

3.Latocha, P., Ciechocińska, M., Pietkiewicz, S. & Kalaji, M. K. (2009). Preliminary assessment of antitranspirant Vapor Gard influence on Actinidia arguta growing under drought stress conditions. Ann. Warsaw Univ. *Life Science*, 30, 149–150. https://www.researchgate.net/publication/261987250_Preliminary_assessment_of_antitranspirant_Vapor_GardR_influence_on_Actinidia_arguta_growing_under_drought_stress_conditions

4. Samadi, A. & Faramarzi, A. (2014). Effects of anti-transpiration spraying and irrigation cutting off on yield and yield components of sunflower hybrid of Farrokh as second crop at Miyaneh region, Iran. *Agroecology Journal*, 10, 47-59. [In Persian] https://agroeco.miyaneh.iau.ir/article_511034_74fc6aeeab4dee224b5d70f8511d4471.pdf

5. Glenn, D. M. & Puterka, G. J. (2005). Partide Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews*, 31, 1- 44. DOI:10.1002/9780470650882.ch1

6. Liu, H. P., Yu, B. J., Zhang, W. H. & Liu, Y. L. (2005). Effect of osmotic stress on the activity of Ht ATPase and the levels of covalently and non-covalenty conjugated polyamines in plasma membrance preparation from wheat seeding roots. *Plant Science*, 168, 1599-1607. DOI:10.1016/j.plantsci.2005.01.024

7. Javan, M., Tajbakhsh, M. & Abdollahi, B. (2010). The effect of some anti-transpirants on plant traits, yield and yield components in soybean (*Glycine max* L.) under limited irrigation. *Journal of Applied Life Science*, 4, 70-74. https://www.jabsonline.org/index.php/jabs/article/view/308

8. Glass, B. & Kadir, S. (2005). Evaluation of anti-transpiration on strawberry plants under high temperatures. *Honors Project*. 41: 421-431. http://www.academicjournals.org/AJB

9. Gaballah, M. S. & Abou- Leila, B. (2000). The response of flax (*Linum usitatissimum* L.) plant grown under saline condition to gypsum application in addition to kaolin spray. *Egyptian Journal of Applied Life Science*, 15(1), 326- 331. https://scholar.google.com.eg/citations?user=kTXdZWwAAAAJ&hl=en

10. Yigitarslan, U. (2010). Effect of kaolin application of yield, yield components and grain quality in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Master thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences. Department of Field Crops, Ankara, Turkey, Pp, 38.

11. Misra, A. & Sricastava. N. K. (2005). Influence of water stress on Japanese mint. *Plant Physiology*, 57, 136-143. DOI:10.1300/J044v07n01_07

12. Kazempoor, S. & Tajbakhsh, M. (2002). Effect of some anti-transpirants on vegetative characteristics, yield and yield components of maize under limited irrigation. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 33(2), 211-205. [In

Persian] doi: 10.22067/GSC. V13I1. 48310

13. Yadav, K. S., Singh, D. P., Sunita, N., Neeru, K., Lakshminarayana, S., Suneja, A. & Narula, N. (2000). Effect of *Azotobacter chroococcum* on yield and nitrogen economy in wheat (*Triticum aestivum*) under field conditions. *Environment and Ecology*, 18, 109-113. https://eurekamag.com/research/003/413/003413961.php
14. Kattlewell, P. S. Heath, W. L. & Haigh, I. M. (2010). Yield enhancement of droughted wheat by film anti-transpirant application. *Agricultural Science*, 3, 143-147. doi:10.4236/as.2010.13017
15. 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. DOI: 10.34785/J020.2022.455
16. 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. & 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.
17. Hiltbrunner, J., Streit, B. & Lidgens, M. (2007). Are seeding densities an opportunity to increas grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? *Field Crop Research*, 102, 163-171. DOI:10.1016/j.fcr.2007.03.009
18. Lollato, R. P., Ruiz Diaz, D. A., DeWolf, E., Knapp, M., Peterson, D. E. & Fritz, A. K. (2019). Agronomic practices for reducing wheat yield gaps: a quantitative appraisal of progressive producers. *Crop Science*, 59(1), 333. https://doi.org/10.2135/cropsci2018.04.0249
19. Jaenisch, B. R., de Oliveira Silva, A., DeWolf, E., Ruiz-Diaz, D. A. & Lollato, R. P. (2019). Plant population and fungicide economically reduced winter wheat yield gap in Kansas. *Agronomy*, 111(2), 650. doi:10.2134/agronj2018.03.0223
20. Fischer, R. A., Moreno Ramos, O. H., Ortiz Monasterio, I. & 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. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.12.011
21. Chegini, H. (2014). Investigation of the effect of plant density on yield and yield components of wheat cultivars. *Journal of Agriculture*, 104, 21-9. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/214824/fa
22. Moayedi, F. & Sayyah Far, M. (2006). The most suitable planting date and density of irrigated wheat plant of Chamran cultivar in Khorramabad. 9th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding, 5-7 September, Abu Reihan Campus, University of Tehran, Iran. [In Persian] https://civilica.com/doc/297831
23. Farnia, A., Nakhchivan, S. H., Khodaei, F. & Shahroudi, M. (2014). The effect of planting density on physiological characteristics, growth and yield of dryland wheat in Boroujerd. *New Agricultural Findings*, 8(4), 302-291. [In Persian] https://www.sid.ir/paper/522677/fa
24. Maghimi Mofard, A., Afshar, A. & Shafazadeh, M. K. (2012). Investigating the effect of different densities of wheat cultivation in rainy conditions on the morphological changes of yield and yield components and identifying the optimal density. National non-operating defense conference in the agricultural sector. 5 pages.
25. Agricultural statistics. (2021). Report on the area, production and performance of agricultural crops in the agricultural year of 2020-2021. Information and Communication Technology Center. Iranian Ministry of Agriculture. 98 P. https://eands.dacnet.nic.in/PDF/Agricultural%20Statistics%20at%20a%20Glance%20-%202021%20(English%20version).pdf
26. Kjeldal S. E. (1998). An investigation of several psychological factors impinging on the perception of fresh fruits and vegetables. Unpublished Ph.D

sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) genotypes in rain-fed. *International Journal of Plant Research*, 2(1), 15-20. doi:10.5923/j.plant.20120201.03

34. Alikhani, M.A., Etemadi, F. & Ajirlo, A. F. (2012). Physiology basis of yield difference in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in a semi-arid environment. ARPN. *Journal of Agricultural and Biology Science*, 7(7), 488-496. DOI: 10.22092/aj. 2020.126186.
35. Maman, N., Mason, S. C., Lyon, D. J. & Dhungana, P. (2004). Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. *Crop Science*, 44, 2138-2145. DOI:10.2135/ cropsci2004.2138
36. Safar-Noori, M., Assaha, D. V. M. & Saneoka, H. (2018). Effect of salicylic acid and potassium application on yield and grain nutritional quality of wheat under drought stress condition. *Cereal Research Community*, 46(3), 42-51. DOI:10.1556/0806.46.2018.026
37. Tale Ahmad, S. & Haddad, R. (2011). Study of Silicon Effects on Antioxidant Enzyme Activities and Osmotic Adjustment of Wheat under Drought Stress. *Czech Journal of Genetic Plant Breeding*, 47(1), 17–27. DOI: 10.17221/ 92/2010-CJGPB
38. Tahkokorpi, M. (2010). Anthocyanins under drought and drought-related stresses in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). Faculty of Science. Department of Biology. Univ. of Oulu. Oulu. 46 P. http://jultika.oulu.fi/files/isbn978951426 2050.pdf
39. Gooding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R. & Schofield, J. D. (2003). Effects of Restricted Water Availability and Increased Temperature on the Grain Filling, Drying and Quality of Winter Wheat. *Journal of Cereal Science*, 37(3), 295-309. https://doi.org/ 10.1006/jcrs.2002.0501

Thesis. Univ. of New England, Australia.

27. Abdolrahmani, B. (2016). Determination of appropriate rainfed wheat varieties density in cold region. *Journal of Applied Research of Plant Eco- physiology*, 3, 155-174. [In Persian] DOI: 10.22034/ AEJ.2017.531469
28. Yang, D., Cai, T., Luo, Y. & Wang, Z. (2019). Optimizing plant density and nitrogen application to manipulate tiller growth and increase grain yield and nitrogen-use efficiency in winter wheat. *Peer Journal*, 7, e6484. https://doi.org/ 10.7717/peerj.6484
29. Golparvar, A., Haravan, Eslam Majidi, A., Darwish, F., Rezaei, A. & Pirbalooti, A. Q. (2004). Correlation analysis and yield causality in bread wheat genotypes under stress and non-stress conditions. 8th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, 92p.
30. Mozarafi, A. & Porsiabidi, A. (2009). Effect of Plant density on quantitative and qualities grain yield of three cultivars of durum wheat (Triticum durum) under irrigation of Mehran region. *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 5, 1-15. [In Persian]
31. Boyer, J. & Westgate, M. (2004). Grain yields with limited water. Journal of Experimental Botany, 55, 2385–2394. https://doi.org/10.1093/jxb/erh219
32. Jabereldar, A. A., El Naim, A. M., Abdalla, A. A. & Dagash, Y. M. (2017). Effect of Water Stress on Yield and Water Use Efficiency of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in Semi-Arid Environment. *International Journal of Agricultural and Forestry*, 7(1), 1-6. DOI:10.5923/j.ijaf.20170701.01
33. El Naim, A. M., Ibrahim, I. M, Abdel Rahman, M. E. and Ibrahim, E. A. (2010). Evaluation of some local