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

Investigation of morphological, phenological, grain yield and yield components of foxtail millet cultivars in different planting patterns

Alireza Saberi[1*], Madine Okati[2]

[1] Assistant Professor, Agronomy and Horticulture Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, AREEO, Gorgan, Iran, Email: alireza_sa70@yahoo.com
[2] Expert, Agronomy and Horticulture Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization, AREEO, Gorgan, Iran, Email: madineokati@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2021/03/10
Revised: 2021/08/15
Accepted: 2021/09/01

Keywords:
Competition
Distance row
Grain yield
Inter plant

ABSTRACT

Background and objectives: Millets, including foxtail millet, are of particular importance for previous and subsequent crops due to their short growing season as a non-disturbing inter-seasonal crop. Achievement to accumulate environments potential such as light lead to extend leaf area and increasing in yield and yield components parameters of foxtail millet lines compared to check treatment via improvement of plant height, number of leaf, number of node, panicle length and stem diameter reported by many researchers. Works in the late 1980s demonstrated that yields can be raised two to three-fold by using available improved varieties and appropriate agronomic techniques. But, these findings need to be refined, improved and tested for local climatic, soil and crop conditions.

Materials and Methods: In order to study of yield, yield component and some morphological and phenological treats of foxtail millet cultivars, a field experiment was conducted across two years at Gonbad Agricultural Research Station. This experiment was laid out in a randomized complete block design in form of split split plot experiment and replicated three times. At this research effects of plant density at three levels (30, 35 and 40 plants m^2), planting distance at three levels (40, 50 and 60 cm) and three verities (KFM2, KFM5 and Bastan) were investigated. Each variety was planted in four lines, the length of planting lines were 10 meters. The seeds were planted in series, and then based on row distance treatments and plant densities of D1, D2 and D3 thining operation done. For forage yield estimation, after removing borders, 4 m^2 from middle rows of plot harvested. For measurements of agronomical and morphological treats, 10 plants randomly sampled. Data were analyzed using SAS software.

Results: The results showed that with decreasing plant density, 1000-seed weight increased from 2.68 to 3.3. Among variety KFM5 line had the most 1000-seed weight (3.29 gr). The lowest plant density had the highest panicle length. And the most number of grain at panicle (3560) and grain yield (2.78 ton ha^{-1}) obtained from plant density of 350 plant ha^{-1}. The 50 cm distance row had the most number of grain at panicle (3456).

Conclusion: Overall findings showed that plant density of 350000 plant ha^{-1} with yield of 2.70 t ha^{-1} and 7.7 percent increasing, was better than control treatment. Mean comparison of cultivars showed KFM5 variety with 2.71 t ha^{-1} and 14.02 percent increasing, was optional variety.

Meanwhile, the KFM5 which is early reaching variety, because of open cluster panicle don't effected by disease.

Cite this article: Saberi, A.R., Okati, M. 2022. Investigation of morphological, phenological, grain yield and yield components of foxtail millet cultivars in different planting patterns. *Crop Production*, 15 (1), 19-36.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.18774.2396
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تـولیـد گیـاهـان زراعـی
شـاپـا چـاپـی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

بررسی صفات مرفولوژیکی، فنولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام ارزن دم روباهی در الگوهای مختلف کاشت

علیرضا صابری[1*]، مدینه اکاتی[2]

۱.استادیار، بخش تحقیقات زراعی- باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، رایانامه: alireza_sa70@yahoo.com

۲.کارشناس، بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، رایانامه: madineokati@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۵/۲٤
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۱۰

واژه‌های کلیدی:
تراکم کاشت
تولید دانه
رقابت
فاصله ردیف

چکیده

سابقه و هدف: ارزن‌ها از جمله ارزن دم روباهی به‌دلیل طول دوره رشد کوتاه به عنوان یک محصول بین فصلی بدون مزاحمت برای زراعت قبلی و بعدی اهمیت ویژه‌ای دارند. موفقیت در دست‌یابی به ظرفیت‌های محیطی از قبیل نور منتج به توسعه سطح برگ و افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد لاین‌های ارزن دم روباهی در مقایسه با رقم شاهد از طریق بهبود ارتفاع گیاه، تعداد برگ و گره، طول پانیکول و قطر ساقه توسط محققان زیادی گزارش شده است. بررسی‌های اواخر دهه ۱۹۸۰نشان داد، با استفاده از ارقام برتر و تکنیک‌های به زراعی نظیر فاصله مناسب بوته‌ها روی ردیف و فاصله بهینه خطوط کاشت، عملکرد دانه می‌تواند دو سه برابر شود، اما این یافته‌ها باید به روز شوند و برای ارقام جدید، خاک و شرایط آب و هوایی هر منطقه آزمایش شوند. این تحقیق به منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی ژنوتیپ‌های ارزن دم روباهی انجام شد.

مواد و روش‌ها: یک آزمایش کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد به اجرا در آمد. تیمارهای این آزمایش شامل تراکم به‌عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۳۰، ۳۵ و ٤۰ بوته در مترمربع)، فاصله خطوط به‌عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (٤۰، ۵۰ و ٦۰ سانتی‌متر) و ژنوتیپ‌های ارزن دم روباهی به‌عنوان فاکتور فرعی شامل سه ژنوتیپ KFM2، KFM5 و باستان بودند. هر کرت مشتمل بر چهار ردیف به طول ۱۰ متر بود. بذور به‌صورت پشت سر هم کاشته شدند و سپس بر مبنای تیمارهای فاصله ردیف و تراکم‌های ۳۰، ۳۵ و ٤۰ بوته در مترمربع تنک شدند. برداشت به‌منظور برآورد عملکرد دانه، بعد از حذف حاشیه از دو خط وسط هر کرت به مساحت ٤ متر مربع صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری صفات زراعی و اجزای عملکرد دانه، ده بوته به‌صورت تصادفی از هر تیمار نمونه‌برداری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با کاهش تراکم، وزن هزاردانه از ۲/٦۸ به ۳/۳ گرم افزایش یافت، در بین ژنوتیپ‌ها نیز ژنوتیپ KFM5 بیشترین وزن هزاردانه (۳/۲۹گرم) را داشت. کم‌ترین تراکم (۳۰ بوته در متر مربع)، بیش‌ترین طول پانیکول (۱۵/۷۹سانتی‌متر) را نیز داشت و بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳۵٦۰) را تراکم ۳۵ بوته در مترمربع به خود اختصاص داد و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متردارای

بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳٤٥٦) و بیشترین عملکرد دانه (۲/۷۸ تن در هکتار) بود.

نتیجه‌گیری: مقایسه میانگین تیمارها نشان داد لاین KFM5 با عملکرد ۰/۲۷۱ کیلوگرم در متر مربع و ۱٤/۰۲ درصد افزایش، لاین مناسب بود. ضمنا این لاین که زودرس‌تر (نسبت به لاین KFM2 و رقم باستان) هم می‌باشد، با پانیکول بازی که دارد دچار بیماری نشد که مزیت مهمی به شمار می‌رود. برای این لاین تراکم ۳۵ بوته در مترمربع نیز با عملکرد ۰/۲۷ کیلوگرم در مترمربع و ۷/۷ درصد افزایش بهتر از تیمار شاهد بود. مناسب‌ترین فاصله خطوط کاشت هم ۵۰ سانتی‌متر بود.

استناد: صابری، ع.ر.، اکاتی، م. (۱٤۰۱). اثر بررسی صفات مرفولوژیکی، فنولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام ارزن دم روباهی در الگوهای مختلف کاشت. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۱)، ۳٦-۱۹.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.18774.2396

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که در حدود ۸۷۰۰ سال پیش اهلی شده و منشأ آن مناطقی از چین گزارش شده است (۳۱، ۳۷). این گیاه نسبت به شرایط خشکی و کم آبی مقاوم بوده به نحوی که کشت آن در سطح وسیعی از شرایط کم باران آسیا، آفریقا و قسمتی از اروپا گسترش یافته است (۳). ارزن‌ها جزو غلات دانه ریز محسوب می‌شوند و به خانواده گندمیان (Poaceae) تعلق دارند و شامل جنس‌ها و گونه‌های مختلف گیاهی می‌شوند. از خانواده مذکور گونه‌های مختلفی وجود دارد ولی مهم‌ترین آن‌ها ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*) و ارزن دم روباهی (*Setaria italica*) می‌باشند (۱۰، ۱۷). ارزن دم روباهی متعلق به جنس Setaria و خانواده Italica می‌باشد که از مشخصات بارز ارزن دم روباهی نسبت به ارزن معمولی می‌توان به بذور ریزتر و عدم وجود کرک بر سطح ساقه و برگ اشاره نمود (۲۳). براساس آخرین آمار موجود، سطح زیر کشت ارزن در دنیا در سال ۲۰۱۱، حدود ۳۲ میلیون هکتار بوده است، که از این سطح حدود ۲۸ میلیون تن تولید صورت گرفته است. درتولید جهانی ارزن‌ها، ارزن دم روباهی در مقام دوم بعد از ارزن مرواریدی قرار دارد. در کشاورزی جهانی نیز از جایگاه مهمی برخوردار است و غذای میلیون‌ها نفر به وسیله ارزن تأمین می‌گردد. ارزن دم‌روباهی به دلیل مقاومت زیاد به تنش خشکی، تحمل مناسب نسبت به خاک‌های فقیر و ارزش غذایی خوب، امروزه به طور وسیعی در هند، چین، ژاپن، استرالیا، آفریقای شمالی و آمریکای جنوبی کشت و کار می‌شود (۳۵، ۳۷). گاورس نام دیگر ارزن دم روباهی در ایران است. این گونه از نظرگرده‌افشانی، گیاهی خودگشن محسوب می‌شود و دارای ساقه کوتاه، پر برگ با سنبله استوانه‌ای، طویل و کرک‌دار و با بذرهای کوچک در داخل پوسته است. طول سنبله بین ۳۰-۳ سانتی‌متر و با قطر ۱/۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر و وزن هزاردانه ۱/٦ الی ٤ گرم است. ارزش غذایی دانه آن برای دام حدود ۸۳ درصد ارزش غذایی ذرت است (١٦). از نظر تولید کیفی، ارزن دم‌روباهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای ذرت باشد، زیرا در مقایسه با ذرت پروتئین بیشتری تولید می‌نماید و به‌ترتیب از تولید لیزین و متیونین ٤٠ و ۳۰ درصد بالاتری نسبت به ذرت برخوردار است. ارزن همچنین در مقایسه با بیش‌تر محصولات دانه‌ای، ترکیبات شیمیایی مضر تغذیه‌ای کم‌تری دارد. برخلاف چاودار و سورگوم دانه‌ای، تانن کم‌تری دارد (٢٦، ٣٤). ارزن دم‌روباهی حاوی ترکیباتی غنی از نشاسته، پروتئین، چربی، ویتامین‌ها و مواد معدنی و فاقد گلوتن است و به دلیل ارزش غذایی بالا در برخی کشورهای در حال توسعه مانند هند و چین به عنوان غذای انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۵). کشت و کار آن در استان‌های خراسان جنوبی، اصفهان، سیستان و بلوچستان،یزد، مازندران، گلستان و فارس انجام می‌شود ولی در استان گلستان فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته آن به‌خصوص برای ژنوتیپ های جدید مشخص نیست. فاصله ردیف کاشت گیاهان و تراکم بوته به روش‌های مختلفی هم‌چون تغییر در فضای موجود برای رشد هر بوته و در نتیجه تغییر در رقابت گیاه برای مواد غذایی و عوامل محیطی از جمله نور، بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه تاثیر می‌گذارد (۱۸). کاشت گیاه زراعی باید در تراکم مناسب و شرایطی صورت گیرد که گیاه به خوبی سبز شده، استقرار یافته و در هر یک از مراحل رشد، فضای کافی برای حداکثر استفاده از عوامل محیطی را داشته باشد (۱۷). چنانچه از تعداد بوته کافی در واحد سطح استفاده نگردد، در واقع از پتانسیل های موجود بهره لازم برده نشده و بالعکس،

بکارگیری تراکم های بوته خیلی زیاد، افزایش رقابت درون بوته ای و برون بوته‌ای را در استفاده از مواد غذایی، نور و رطوبت به همراه دارد و باعث کاهش عملکرد می‌شود (۱۵). لذا، برای به حداقل رساندن این دو رقابت و دست یابی به عملکرد زیاد، انتخاب حد مطلوب تراکم گیاهی و نحوه توزیع بوته در واحد سطح از طریق تنظیم فاصله ردیف از اهمیت زیادی برخودار است (۲۱).

یکی دیگر از دلایل عملکرد پایین ارزن دم‌روباهی در ایران فقدان ارقام پایدار و با عملکرد بالا است (۲٤). علاوه بر این، ژنوتیپ‌ها به دلیل وجود اثر متقابل ژنوتیپ- محیط تنوع وسیعی در داخل و بین محیط‌ها از خود نشان می‌دهند (۹، ۳۳). لذا مطالعه و بررسی میزان و نحوه تأثیر محیط بر ژنوتیپ‌ها به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار امری ضروری است (۲۲). مهرانی و همکاران (۲۰۱۰) طی سه سال تحقیق (۱۳۸۰ الی ۱۳۸۲) ۱۰ رقم امید بخش ارزن دم‌روباهی را در سه منطقه از کشور با هم مقایسه نمودند که نهایتا با در نظر گرفتن همه معایب و مزایا رقم kfm9 انتخاب و معرفی شد (۲۰). نوسان عملکرد در محیط‌های مختلف و وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط بر روی انتخاب و توصیه ارقام برای مجموعه محیط‌ها تأثیر می‌گذارد (۸). به دلیل اینکه ارزن‌ها مقاومت خوبی به شرایط محیطی بد (مانند خشکی، گرما، شوری و فقر مواد غذایی) دارند لذا اغلب در زمین‌های حاشیه‌ای با بارندگی اندک و در شرایط گرما کشت و کار می‌شوند (٦). علی‌رغم تمام تلاش‌های اصلاح‌گران در سال‌های اخیر جهت افزایش عملکرد (علوفه ودانه) متأسفانه عملکرد ارزن ها در حال حاضر حتی در مقیاس جهانی نیز رضایت‌بخش نیست (۲۱، ۲۹). عملکرد ارزن‌ها در ایران متأسفانه به دلیل اهمیت ندادن به آن و تأکید بیش‌تر بر گیاهان دیگر و عدم توجه به پژوهش در این زمینه در سال‌های گذشته از وضعیت خوبی برخوردار نیست، لذا اصلاح و بهبود عملکرد این گیاه و معرفی ارقام اصلاح‌شده جدید از اولویت‌های تحقیقاتی در این زمینه می‌باشد (۲۰، ۲۱). از بررسی سازگاری و پایداری ۲۰ ژنوتیپ های برتر ارزن دم روباهی در مناطق مناسب کشت و کار و توسعه این محصول در کشور و از جمله گنبد، لاین های KFM2 با ویژگی‌های طول پانیکول بلند، تولید قصیل مطلوب، ماده خشک زیاد و منشأ TN-15-39-38-1-49-7-2/ Iran و KFM5 ویژگی‌های زودرسی، پانیکول باز، تولید تعداد دانه در پانیکول زیاد و منشأ TN-15-78-61-1-85-17-5/ Iran نسبت به رقم باستان عملکرد و صفات مورفولوژیکی بهتری داشتند (۲۵). بررسی روابط بین صفات مرفولوژیک نشان داد عملکرد دانه ارزن دم‌روباهی همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد پنجه، تعداد روز تاگلدهی و قطر ساقه دارد در حالی که ارقام با طول پانیکول بیش‌تر از عملکرد دانه پایین‌تری برخوردار بودند. همچنین، نتایج تجزیه مسیر نشان داد عملکرد علوفه خشک تا حد زیادی با صفات تعداد برگ، تعداد پنجه وتعداد روز تا گلدهی به صورت همسو و در یک جهت تغییر می‌کند (۱۱). نتایج تحقیقات دیگر نیز نشان می‌دهد صفات تعداد پنجه، تعداد برگ، تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع ارتباط تنگاتنگی با عملکرد علوفه دارد (۲۱، ۳۲، ۳۸). صفات تعداد پنجه، نسبت برگ به ساقه، ارتفاع گیاه و پتانسیل عملکرد ارقام مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده انتخاب رقم برای تولید علوفه بیش‌تر است (٤). چابک و پاکزاد قادیکلایی (۲۰۱۷) در مازندران گزارش کردند: ارزن معمولی نسبت به ارزن دم روباهی، فواصل ردیف کم‌تر نسبت به فواصل بیش‌تر در تولید علوفه سبز و خشک، و عکس آن فواصل ردیف بالاتر در تولید بذر نسبت به ردیف های متراکم تر و نهایتا مقادیر بذر کم‌تر نسبت به بذرهای بیش‌تر در هرسه عملکرد علوفه سبز، خشک و تولید بذر برتری معنی داری داشت (۷). علوفه‌های بیش‌تر در

فواصل متراکم تـر و تولیـد بـذر بـیش‌تـر در فواصـل بیش‌تر ردیف ها حاصل گردید. بین سطوح میزان بذر تفاوت معنی داری وجود نداشته است. به‌طورکلی، در صورت رعایت نکات زراعـی و دقـت در یکنـواختی توزیع بذر با ۸ کیلوگرم در هکتار علوفه و بذر کـافی به‌دست می‌آید (۷). بنابراین، افزایش کارآیی تولیـد و تعیـین ارزش زراعـی ارقـام و ژنوتیـپ‌هـا از اهمیـت خاصی برخوردار است. این بررسی با هدف شناسایی لاین برتر ارزن دم‌روباهی در الگوی مناسب کشت بـا تأکید بر عملکرد دانه مطلوب طی دو سـال در منطقـه گنبد اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در ایـــن مطالعـــه ســـه رقـــم ارزن دم روبـــاهی شـامل KFM2، KFM5 و باسـتان اسـتفاده شـد کـه ویژگی‌های مهم آن‌ها در جدول ۱ ارایـه شـدند. ایـن مطالعه در یک آزمایش کرت‌های دوبار خرد شـده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی دو سـال در تابسـتان سـال‌هـای ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه گنبد وابسـته بـه مرکـز تحقیقـات و آمـوزش کشـاورزی و منـابع طبیعـی گلسـتان (مختصـات: ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی) به اجرا در آمد. تیمارهای این آزمایش شامل تراکم به‌عنوان فاکتور اصلی در سه سـطح (۳۰، ۳۵ و ٤٠ بوته در متر مربع)، فاصله خطوط بـه‌عنـوان فاکتور فرعی در سه سطح (٤٠، ۵۰ و ٦٠ سانتی‌متر) و ارقام ارزن دم روباهی به عنوان فـاکتور فرعـی فرعـی شامل سه رقم KFM2 ، KFM5 و باسـتان بـود (۲۵). هر کرت مشتمل بر چهار ردیف به طول ۱۰ متر بود.

بعد از برداشت کلزا و گندم، عملیات تهیه بستر با شخم و دیسک، زمینـی را کـه دارای شـیب طـولی و عرضی مناسب بود، به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر شخم زده شد، سپس دو دیسک عمود برهم زده شد و آن‌گاه براسـاس آزمـون خـاک و طبـق توصـیه بخـش خاک‌شناسی مقدار کود محاسبه شـده بـر مبنـای ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار فسـفات آمونیـوم، ۹۰ کیلـوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره بـود کـه قبل از کاشت به خاک اضافه گردید (جدول ۱). سپس دیسک زده شد تا با خاک مخلوط شود. یـک سـوم از کود اوره در زمـان کاشـت و دو سـوم بـاقی‌مانـده در مرحله ٤ تا ٦ برگی و قبل از گلدهی هم‌زمان با آبیاری پاشیده شد. نیمه تیر ماه بذور طبق نقشه در الگوهـای مختلف به‌صورت سری کاشته شدند. بوته‌ها در ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتی‌متری بر اساس نوع تیمار تنک شدند تا به تراکم مد نظر برسند. عملیات داشت شامل وجـین و آبیاری (به محض مشاهده علائم تشنگی در مزرعه) طبـق دسـتورالعمل و بـه موقـع انجـام شـد. آفـات و بیماری‌هایی کـه ضـرورت مبـارزه و کنتـرل ایجـاب نماید، مشاهده نشد. جهـت انـدازه‌گیـری عملکـرد و اجزای عملکرد دانه و صـفات مرفولـوژیکی از قبیـل: ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد بـرگ در بوتـه، قطر ساقه، تعداد ساقه در بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزاردانـه، از مراحـل مختلـف دوره رشد و نمو گیاه ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کـرت نمونه‌برداری شد. برداشت جهـت بـرآورد عملکـرد و اجزای عملکرد دانه در زمان رسـیدگی کامـل دانـه‌هـا مصادف با زرد شدن برگ‌های مسن و پـانیکول‌هـا از دو خـط وسـط بـه مسـاحت ٤ متـر مربـع صـورت پذیرفت. کل بیوماس تولیـدی جمـع‌آوری و بـه انبـار منتقل گردید و سپس با خرمن‌کوب غلات دانه از کاه جدا و توزین شد. تجزیه واریانس به‌صـورت Anova و مقایسـه میـانگین‌هـا بـه روش LSD بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار SAS (v 9.1.3) و روش proc glm (۲۹) انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد بررسی.

Table 1- Studied genotypes characteristics.

مشخصات رقم و لاین‌ها	Characteristics of variety and lines	باستان Bastan	لاین KFM5	لاین KFM2
منشأ/ شجره	Parents/Origen	ایران TN-15-93-1 (KFM9) / Iran	ایران TN-15-78-61-1-85-17-5 / Iran	ایران TN-15-39-38-1-49-7-2/ Iran
دوره رسیدن دانه	Grain Maturity period	متوسط رس Moderate maturity	زود رس Early maturity	متوسط رس Moderate maturity
روز تا گلدهی	Number of day till flowering (days)	60	57	62
رنگ دانه	Grain color	زرد متمایل به کرم Yellow tendentious to cream	زرد متمایل به کرم Yellow tendentious to cream	زرد متمایل به کرم Yellow tendentious to cream
شکل خوشه	Panicle figure	استوانه ای، بلند و بدون ریشک Cylindrical, long and without awn	استوانه ای، بلند و بدون ریشک Cylindrical, long and without awn	استوانه ای، بلند و بدون ریشک Cylindrical, long and without awn
فرم ساقه	Stem form	کاملا ایستاده و تقریباً قطور Completely stable and almost huge	کاملا ایستاده و تقریباً قطور Completely stable and almost huge	کاملا ایستاده و تقریباً قطور Completely stable and almost huge
میانگین تعداد دانه در پانیکول	Number of seed in panicle mean	4100	4500	4300
میانگین وزن هزاردانه (گرم)	1000-seed weight mean (gr)	3	3	3
میانگین طول خوشه (سانتی‌متر)	Panicle length mean (cm)	19	20	22
میانگین ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height mean (cm)	100	100	100
میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار)	Grain yield mean (ton ha^{-1})	2.3	2.7	2.5
میانگین عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	Dry forage yield mean (ton ha^{-1})	4	4.2	4.4
میانگین عملکرد قصیل (تن در هکتار)	Fresh forage yield mean (ton ha^{-1})	30	33	36

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 2- Soil physical and chemical properties of the experimental field.

EC ($dS\ m^{-1}$)	کربن آلی (درصد) OC(%)	ظرفیت مزرعه (درصد) FC(%)	نقطه پژمردگی دایم (درصد) PWP (%)	(گرم در سانتی‌متر مکعب) Bd ($g\ cm^{-3}$)	اسیدیته pH	بر(میلی گرم در کیلوگرم) B ($mg\ kg^{-1}$)	روی(میلی گرم در کیلوگرم) Zn(mg/kg)	منگنز(میلی گرم در کیلوگرم) Mn ($mg\ kg^{-1}$)	آهن(میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg/kg)	نیتروژن(میلی گرم در کیلوگرم) N (%)	فسفر(میلی گرم در کیلوگرم) P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم(میلی گرم در کیلوگرم) K ($mg\ kg^{-1}$)	بافت خاک Soil texture
0.73	1.5	23.4	13.0	1.50	7.8	2	0.5	4.1	4.9	0.15	13.5	450	لوم‌سیلتی Silty-loam

FC and PWP = Gravimetric soil water content at field capacity and permanent wilting point, respectively; Bd = Bulk density; ECe = Soil extract electrical conductivity.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم بر صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، طول و قطر پانیکول، ارتفاع بوته، تعداد دانه در پانیکول، تعداد گره، تعدادپنجه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر فاصله ردیف بوته بر صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدن، طول و قطر پانیکول، ارتفاع بوته، تعداد گره و تعداد پنجه در سطح احتمال ۱ درصد و بر تعداد دانه در پانیکول، وزن تر در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر رقم نیز بر شاخص‌های مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. اثر سه گانه عامل‌ها نیز بر وزن هزاردانه، معنی‌دار بود (جدول‌های ۳، ٤، ٥) که به همین دلیل نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل در قالب شکل ۱ ارائه و نتایج اثرات ساده فاکتورها در متن توضیح داده شد. بررسی اجزای عملکرد حاکی از آن است که اولین تراکم بیش‌ترین طول پانیکول (۱۵/۷۹سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد. در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون، لاین KFM5 بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳۵۳٤۰)، وزن هزاردانه (۳/۲۹) و در نهایت عملکرد دانه (۲/۷ تن در هکتار) را داشت (جدول ٥). بیش‌تر بودن تعداد دانه و وزن هزاردانه یک صفت ژنتیکی است که بروز آن می‌تواند به دلیل استفاده بهینه گیاه از امکانات محیطی باشد (۲) که این نتایج با یافته‌های آذری نصرآباد (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد (۲). این محققین دلیل بالاتر بودن عملکرد را سپری شدن دوره وزش بادهای گرم در مناطق خشک (نقش حرارت) و یا احتمالاً نقش طول روز بیان نمودند. نتایج پژوهش حاضر در مورد اختلاف معنی‌دار عملکرد ارقام ارزن نیز با نتایج صفری و همکاران (۲۰۰۸)، محمود و شیب (۲۰۰٤) و آذری نصرآباد (۲۰۱۲) در ارزن و آرون (۲۰۰۵) در تریتیکاله مطابقت داشت (۱، ۲، ۲۵، ۲۷). صفری و همکاران (۲۰۰۸) دلیل این امر را کاهش طول فصل رشد و ورود زودترگیاه به مرحله زایشی در ارقام زودرس‌تر ذکر کردند (۲۷). به بیان دیگر، درجه روز رشد کسب کرده و طول دوره رشد و در نتیجه دوره رویشی گیاه طولانی کافی نیست، در ارقام با دوره رشد طولانی‌تر، فرصت بیش‌تری در اختیار گیاه است که محصول بیش‌تری تولید نماید. چون گیاهان فرصت کافی برای تولید برگ داشته و در نهایت سطح برگ مطلوبی تولید می‌نمایند و با شرایط مناسب دما و طول روز تقارن می‌یابند. یعنی گیاه زمان کافی را برای استقراردارد و از انرژی خورشید حداکثر بهره‌وری را می‌برد (۲۵). مقایسه میانگین فواصل ردیف بوته‌ها نشان داد، بیش‌ترین عملکرد دانه، با مقدار ۱۵۱٦

کیلوگرم در هکتار در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. به نظر می‌رسد در این تراکم‌ها بوته‌ها توانسته‌اند به‌طور مناسب‌تری سطح زمین را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب‌تری استفاده کنند، در نتیجه میزان عملکرد بیش‌تری در واحد سطح تولید نمایند. از نگاه دیگر افزایش تراکم بوته در حد معقول، سطح برگ و به عبارتی اندام فتوسنتزکننده در واحد سطح را افزایش می‌دهد که ماحصل آن افزایش تجمع آسیمیلات‌های تولید شده است. نتایج پژوهش حاضر با نتایج شکاری (۲۰۱۱) روی گیاه ارزن هم‌خوانی داشت (۳۰). نتایج پژوهش حاضر در مورد واکنش‌های متفاوت ارقام ارزن به تراکم‌های مختلف کاشت پیش از این نیز توسط محمود و شیب (۲۰۰٤) و آذری نصرآباد (۲۰۱۲) گزارش شده است (۲، ۲۵).

شاخص‌های فنولوژیکی: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی (٦۱ روز) و تعداد روز تا رسیدن (۱۰۳ روز) مربوط به تراکم ٤۰ بوته در متر مربع بود (جدول ٦)، که به‌دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای می‌باشد. در بین فواصل ردیف‌های مختلف نیزفاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی (٦۲ روز) و دوره رسیدگی (۱۰۳ روز) بود. به‌نظر می‌رسد با افزایش فاصله ردیف بوته‌ها و در نتیجه کاهش تراکم گرچه رقابت بین بوته‌ای کاهش می‌یابد، ولی برای دست‌یابی بیش‌تر به منابع، رقابت درون بوته‌ای افزایش یافته و محدودیت جذب عوامل محیطی کم‌تر می‌شود و همین عامل باعث دیررسی محصول خواهد شد (۷). ارقام مختلف نیز از نظر صفات فنولوژیکی دارای اختلاف معنی‌داری بودند و لاین امید بخش KFM2 دارای بیش‌ترین طول دوره گلدهی (۵۹ روز) و رسیدگی (۹۸ روز) بود. گزارش شده است که ارقام مختلف ارزن دارای دماهای کاردینال متفاوتی برای گذار از مرحله نموی هستند که در نتیجه سرعت نمو آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود (۲۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که لاین امید بخش KFM2 در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بیش‌ترین تعداد روز تا گلدهی (۵۲ روز) و تعداد روز تا رسیدن (۹۸ روز) را داشت (جدول ٦)، که این امر با نتایج چابک و پاکزاد قادیکلایی (۲۰۱۷) هم‌خوانی داشت (۷).

شاخص‌های مورفولوژیکی: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، در بین ارقام، لاین امید بخش KFM2 دارای بیش‌ترین تعداد پنجه (۳/۹۰) بود. مهرانی و همکاران (۲۰۱۷) نیز لاین امید بخش KFM2 را یکی از ارقام امید بخش برتر ارزن دم روباهی در خراسان جنوبی و گنبد گزارش نمودند (۲۳). مشابه یافته‌های چابک و پاکزاد قادیکلایی (۲۰۱۷) فاصله ردیف بیش‌تر از ٤۰ سانتی‌متر نیز بش‌ترین تعداد پنجه (٤/۲۲) را داشت که به نظر می‌رسد به دلیل افزایش فضای بین بوته‌ای باشد (۷). کاهش معنی‌دار تعداد پنجه بر اثر افزایش تراکم پیش از این توسط آقاعلیخانی و همکاران (۲۰۰۷) در ارزن (۳) گزارش شده است (جدول ۵). از نظر ارتفاع بوته نیز افزایش فاصله ردیف از ٤۰ سانتی‌متر (۱۰۰/۱ سانتی‌متر) به ۵۰ سانتی‌متر (۱۰۸/۲ سانتی‌متر) ارتفاع بوته را کاهش داد. در بین ارقام نیز لاین امید بخش KFM2 دارای بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۱۱/۷٤ سانتی‌متر) بود (جدول ۷). افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا را می‌توان ناشی از کاهش نفوذ نور در سایه انداز، کاهش فتواکسیداسیون اکسین و رقابت شدید گیاهان برای دریافت نور بیش‌تر دانست (۱۲) که این نتایج پیش از این نیز توسط محققین بسیاری در گیاهان مختلف گزارش شده است (۱۲، ۳٤). همانند تعداد پنجه با افزایش فواصل ردیف، تعداد برگ در بوته نیز افزایش یافت و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین تعداد برگ (۱۲) بود و

ترکم ۳۰ بوته در متر مربع هم (۱۱) دارای بیش‌ترین تعداد برگ بود که همان‌طور که ذکرشد این امر می‌تواند به‌دلیل فضای بیش‌تر بوته برای تولید برگ باشد. در بین ارقام نیز لاین امید بخش KFM2 بیش‌ترین تعداد برگ (۱۱) را داشت. به‌طورکلی، اختلاف معنی‌دار ارقام در شاخص‌های مورد بررسی نیز پیش از این توسط محققین بسیاری گزارش شده است (۲، ۱۳). در مجموع تفاوت‌های موجود در بین ارقام مختلف مربوط به توانایی آن‌ها در استفاده از امکانات محیطی می‌باشد (۳۰).

اجزای عملکرد دانه: نتایج نشان داد که کاهش تراکم، وزن هزاردانه را از ۲/٦۸ به ۳/۳ گرم افزایش داد که این افزایش معنی‌دار بود. در بین ارقام نیز، لاین KFM5 بیش‌ترین وزن هزاردانه (۳/۲۹گرم) را داشت که تفاوت آن در مقایسه با وزن هزاردانه رقم باستان (۲/۸۵ گرم) معنی‌دار بود (جدول ٤). در پژوهشی که به‌وسیله چابک و پاکزاد قادیکلایی (۲۰۱۷) انجام شد نیز افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه در فاصله ردیف کاشت بیش‌تر مشاهده گردید (۷) و ارقام مختلف ارزن نیز در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بیش‌ترین وزن هزاردانه (۳/۳٦ گرم) را داشتند (شکل ۱). بیش‌تر بودن وزن هزاردانه در تراکم‌های پایین مربوط به رقابت کم‌تر بوته‌ها در جذب عوامل تعیین‌کننده رشد به خصوص آب و مواد غذایی و در نتیجه مواد فتوسنتزی بوده که در نهایت منجر به افزایش سهم آسیمیلات‌های اختصاص داده شده به هر دانه در مقایسه با تراکم‌های بیش‌تر خواهد شد (۵، ١٤). بررسی اجزای عملکرد حاکی از آن است که کم‌ترین تراکم، بیش‌ترین طول پانیکول (۱۵/۷۹سانتی‌متر) را داشت و بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳٥٦۰) را تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار به خود اختصاص داد. و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳٤٥٦) بود. در بین ارقام مورد آزمون، لاین KFM2 بیش‌ترین طول پانیکول (۱٦/۰۲سانتی‌متر) و بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول (۳۳۵۹) را داشت هر چند تفاوت تعداد دانه در پانیکول آن با لاین KFM5 معنی‌دار نبود (جدول۵). بیش‌تر بودن تعداد دانه در پانیکول و طول پانیکول یک صفت ژنتیکی است که بروز آن می‌تواند به دلیل استفاده بهینه گیاه از امکانات محیطی باشد (۲). بیش‌تر بودن تعداد دانه در در تراکم‌های پایین را می‌توان به کم‌تر بودن رقابت بر سر جذب نور، رطوبت و مواد غذایی دانست و در نتیجه سهم مواد تولید شده فتوسنتزی که در اختیار فاز زایشی برای حداکثر پتانسیل تولید گل و دانه لازم می‌باشد، بیش‌تر از سایر تراکم‌های کاشت بوده است (۳۰). البته کاهش مجدد تعداد دانه در پانیکول نیز به دلیل افزایش رقابت درون بوته‌ای است. در مجموع عملکرد و اجزای عملکرد لاین KFM5 در تراکم ۳۵ بوته در مترمربع، با فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر بیش‌تر از سایر تیمارها بود. نتایج پژوهش حاضر در مورد اختلاف معنی دار عملکرد ارقام ارزن نیز با نتایج صفری و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت داشت. دلیل این امر را کاهش طول فصل رشد و ورود زودتر گیاه به مرحله زایشی در ارقام زودرس‌تر ذکر کردند. به بیان دیگر، درجه روز رشد کسب شده و طول دوره رشد و در نتیجه دوره رویشی گیاه کافی نیست (۲۷).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات بررسی شده مربوط به تولید دانه ارزن (2019 – 2018).

Table 3- Analysis variant's for studied traits related to production of grain millet (2018-2019).

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean Square				
			عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در پانیکول	قطر پانیکول	طول پانیکول
		df	Grain yield	1000-seed weight	Number of seed in panicle	Panicle diameter	Panicle length
سال	Y	1	3.904**	1.721^{ns}	3042770.3*	5.230**	271.186^{ns}
سال در تکرار	Y×R	2	0.045	0.376	591985.93	0.884	37.882
تراکم	D	2	1.508**	8.485**	2883041.2**	0.478**	107.80**
سال در تراکم	Y×D	2	0.086^{ns}	0.004^{ns}	43791.19^{ns}	0.0002^{ns}	0.028^{ns}
خطا	Ea	4	0.237	0.111	48780.61	0.020	1.686
فاصله بین ردیف	I	2	3.759**	0.058^{ns}	845156.16*	0.260**	41.261*
سال در تراکم	Y×D	2	0.119^{ns}	0.012^{ns}	24232.63^{ns}	0.0002^{ns}	0.001^{ns}
تراکم در فاصله ردیف	D×I	4	0.08^{ns}	0.393^{ns}	32491.40^{ns}	0.0322^{ns}	0.282^{ns}
سال در تراکم در فاصله ردیف	Y×I×D	4	0.108^{ns}	0.007^{ns}	14765.43^{ns}	2.717**	0.005^{ns}
خطا	Eb	1	0.138	0.385	134202.6	0.0002	3.729
رقم	V	2	1.931**	3.128**	2235683**	0.095^{ns}	46.579*
سال در رقم	Y×V	2	0.21^{ns}	0.0066^{ns}	7931.11^{ns}	0.0002^{ns}	0.852^{ns}
تراکم در رقم	D×V	2	0.081^{ns}	0.161^{ns}	36564.06^{ns}	0.035^{ns}	1.562^{ns}
سال در تراکم در رقم	×D×V Y	4	0.159^{ns}	0.0068^{ns}	15558.94**	0.0002^{ns}	0.033^{ns}
فاصله ردیف در رقم	I×V	4	1.031**	0.514^{ns}	237198.26^{ns}	0.035^{ns}	3.229*
سال در فاصله ردیف در رقم	Y×I×V	4	0.289^{ns}	0.0117^{ns}	27870.94^{ns}	0.0002^{ns}	0.194^{ns}
سال در تراکم در رقم	I×D×V	8	0.063^{ns}	0.958**	35769.31*	0.031^{ns}	0.253^{ns}
سال در تراکم در فاصله ردیف در رقم	×D×I×V Y	8	0.083^{ns}	0.0059^{ns}	29951.09^{ns}	0.0002^{ns}	0.012^{ns}
خطا	Ec	36	0.168	0.384	221052.49	0.044	5.579
کل	Total	48	0.218	0.253	254072.13	0.047	5.917
ضریب تغییرات (درصد)	CV(%)		18.25	16.05	15.08	14.93	16.24

ns، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار نبودن، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, **: non-significant and significant at the 5% and 1%, respectively.

I; Planting distance levels, V; Varieties and D; plant densities.

جدول ٤- تجزیه واریانس صفات بررسی شده مربوط به تولید دانه ارزن (۲۰۱۸ – ۲۰۱۹).

Table 4- Analysis Varian's for studied traits related to production of grain millet (2018-2019).

منابع تغییر	S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square					
			تعداد روز تا گلدهی Number of day till flowering	تعداد روز تا رسیدگی Number of day till reaching	تعداد پنجه در بوته Number of tiller in plant	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	تعداد گره Number of node	تعداد برگ Number of leaf
سال	Y	1	1870.50 ^{ns}	154.098 ^{ns}	8.057 **	1212.5 *	323.93**	216.08**
سال در تکرار	Y×R	2	117.907	97.376	1.334	137.79	38.580	14.417
تراکم	D	2	388.43 **	789.85 **	0.677 ^{ns}	1153.20 **	5.186 **	6.660 ^{ns}
Y×D	Y×D	2	0.518 ns	230.302 *	0.031 ^{ns}	4.874 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.003 ^{ns}
خطا	Ea	4	26.398	69.246	0.029	99376	0.709	0.887
فاصله ردیف	I	2	471.135 *	1116.37 *	25.795 **	3396.67 *	19.547 *	** 40.927
سال در تراکم	Y×D	2	27.185 ^{ns}	54.339 ^{ns}	1.668 ^{ns}	0.299 ^{ns}	0.128 ^{ns}	0.007 ^{ns}
تراکم در فاصله ردیف	D×I	4	0.413 ^{ns}	136.67 ^{ns}	0.022 ^{ns}	3.428 ^{ns}	1.165 ^{ns}	0.027 ^{ns}
سال در تراکم در فاصله ردیف	Y×I×D	4	1.203 ^{ns}	42.432 ^{ns}	0.339 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.044 ^{ns}	0.007 ^{ns}
خطا	Eb	1	27.987	23.379	5.9.9	115.258	1.466	1.687
رقم	V	2	0.191 *	191.709 *	0.031 ^{ns}	5561.80 **	21.83 **	16.746 **
سال در رقم	Y×V	2	0.018 ^{ns}	110.37 ^{ns}	0.150 ^{ns}	3.038 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.003 ^{ns}
تراکم در رقم	D×V	2	0.358 ^{ns}	124.78 ^{ns}	0.077 ^{ns}	181.34 ^{ns}	0.371 ^{ns}	0.266 ^{ns}
سال در تراکم در رقم	×D×V Y	4	0.148 ^{ns}	168.302 *	0.308 ^{ns}	4.577 ^{ns}	0.004 **	0.003 ^{ns}
فاصله ردیف در رقم	I×V	4	0.033 ^{ns}	114.9137 ^{ns}	0.433 ^{ns}	84.77 ^{ns}	3.752 ^{ns}	4.700 ^{ns}
سال در فاصله ردیف در رقم	Y×I×V	4	0.342 ^{ns}	42.506 ^{ns}	0.122 ^{ns}	0.122 ^{ns}	0.156 ^{ns}	0.007 ^{ns}
سال در تراکم در رقم	I×D×V	8	0.339 ^{ns}	92.807 ^{ns}	0.037 ^{ns}	8.187 ^{ns}	2.107 ^{ns}	0.370 ^{ns}
سال در تراکم در فاصله ردیف در رقم	×D×I×V Y	8	0.388 ^{ns}	28.779 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.015 ^{ns}	0.050 ^{ns}	0.007 ^{ns}
خطا	Ec	36	54.084	43.120	0.353	188.73	2.167	2.487
کل	Total	48	60.880	69.623	0.398	308.253	2.55	2.687
ضریب تغییرات (درصد)	CV (%)		13.35	8.64	17.87	4.358	16.02	15.10

ns، * و ** به ترتیب معنی‌دار نبودن، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, **: non-significant and significant at the 5% and 1%, respectively.
I; Planting distance levels, V; Varieties and D; plant densities.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات ارزن دم روباهی تحت تاثیر سطوح مختلف تراکم، فاصله ردیف و ارقام طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 5- Mean comparison of foxtail millet traits under effects of plant density, planting distance and cultivars.

صفات/تیمارها Treatments/Treat	قطر پانیکول (میلی‌متر)	طول پانیکول (سانتی‌متر)	تعداد دانه در پانیکول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
تراکم گیاهی Plant density	Panicle diameter (mm)	Panicle length (cm)	Number of seed in panicle	1000-seed weight(g)	Grain yield (ton ha^{-1})
۳۰ بوته در متر مربع 30 plants m^{-2}	1.36 c	15.78 a	3363.3 b	3.30 a	2.49 ab
۳۵ بوته در متر مربع 35 plants m^{-2}	1.45 b	13.34 b	3560.4 a	3.41 a	2.70 a
٤٠ بوته در متر مربع 40 plants m^{-2}	1.55 a	15.79 a	3099.3 c	2.68 b	2.370 b
LSD(0.05)	0.076	0.693	118	0.17	0.26
فاصله ردیف کاشت Planting distance levels					
٤٠ سانتی‌متر 40 cm	1.43 b	15.04 a	3208.3 b	3.12 a	2.25 c
٥٠ سانتی‌متر 50 cm	1.53 a	15.81 a	3456.7 a	3.10 a	2.78 a
٦٠ سانتی‌متر 60 cm	1.40 b	14.07 b	3358.6 ab	3.16 a	2.53 b
LSD(0.05)	0.07	0.45	153.61	0.260	0.155
ارقام ارزن دم روباهی Verities of foxtail millet					
KFM2	1.69 a	16.04 a	3359.9 a	3.25 a	2.51 b
KFM5	1.40 b	14.55 b	3534.6 a	3.29 b	2.71 a
Bastan	1.25 c	14.33 b	3129.02 b	2.85 b	2.33 b
LSD(0.05)	0.084	0.94	195.04	0.228	0.18

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD($P\leq0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

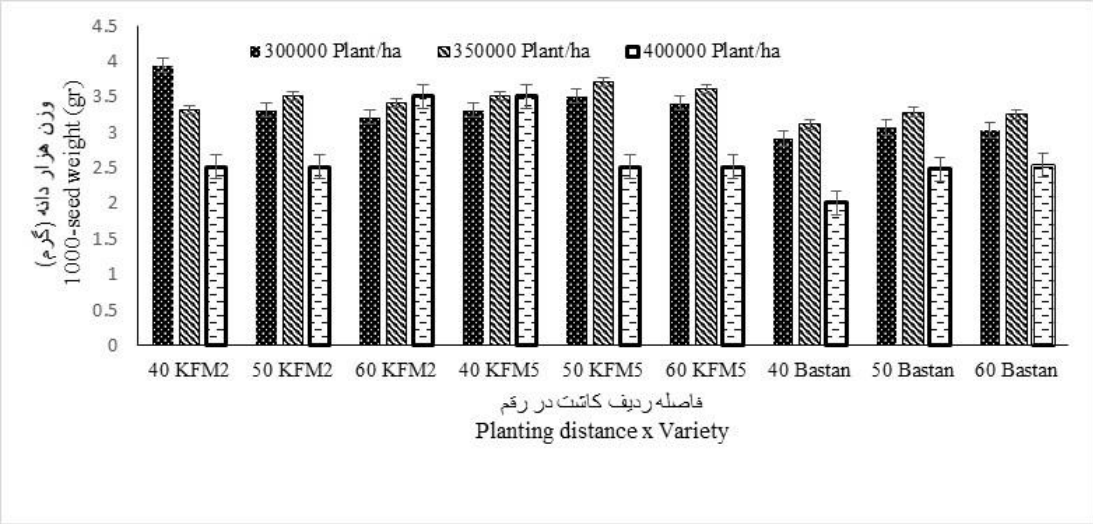
جدول ٦- مقایسه میانگین صفات ارزن دم روباهی تحت تاثیر سطوح مختلف تراکم، فاصله ردیف و ارقام طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Table 6. Mean comparison of foxtail millet traits under effects of plant density, planting distance and cultivars.

صفات/تیمارها Treat/ Treatments	تعداد روز تا گلدهی Number of day till flowering	تعداد روز تا رسیدگی Number of day till reaching	تعداد پنجه در بوته Number of tiller in plant	تعداد گره Number of node	تعداد برگ Number of leaf	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
تراکم گیاهی Plant density						
۳۰ بوته در مترمربع 30 plants m^{-2}	56.6 b	93.37 b	3.65 a	9.92 a	11.21 a	94.98 b
۳۵ بوته در مترمربع 35 plants m^{-2}	57.1 b	95.35 b	3.49 b	9.84 a	10.81 ab	103.49 a
٤٠ بوته در مترمربع 40 plants m^{-2}	61.5 a	100.75 a	3.44 b	8.96 b	10.51 b	102.35 a
LSD(0.05)	2.74	4.44	0.091	0.44	0.50	5.32
فاصله ردیف کاشت Planting distance levels						
٤٠ سانتی‌متر 40 cm	57.31 b	96.57 b	3.52 b	9.62 b	10.82 b	100.10 b
٥٠ سانتی‌متر 50 cm	61.75 a	101.0 a	4.22 a	10.15 a	11.73 a	108.29 a
٦٠ سانتی‌متر 60 cm	56.16 b	91.90 c	2.84 c	8.95 c	9.99 c	92.43 c
LSD(0.05)	2.25	2.02	0.24	0.50	0.54	4.50
ارقام ارزن دم روباهی Verities of foxtail millet						
KFM2	59.4 a	98.18 a	3.90 a	10.21 a	11.38 a	111.74 a
KFM5	58.38 a	94.46 b	3.42 b	9.58 b	10.89 ab	96.64 b
Bastan	57.37 a	96.86 ab	3.26 b	8.94 c	B10.27 b	92.44 b
LSD(0.05)	3.019	3.22	0.244	0.593	0.634	5.58

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD($P\leq0.05$) اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).



شکل ۱- اثرات متقابل تراکم در رقم و فاصله ردیف بر وزن هزار دانه ارزن دم روباهی.

Figure 1- Interaction effects of plant density, planting distance and variety on 1000-seed weight.

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش تراکم گیاهی و کاهش فاصله ردیف، عملکرد تک بوته کاهش یافت، اما افزایش تعداد گیاهان در واحد سطح و استفاده از الگوی کاشت نزدیک‌تر به الگوی مربعی، بخاطر بهره‌مندی بهتر از منابع، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار افزایش یافت، بعد از آن احتمالاً بدلیل رقابت شدید بین و درون بوته ای کاهش یافت. کشت با تراکم کم‌تر به دلیل در اختیار بودن شرایط محیطی مناسب و نور کافی نقش زیادی در افزایش عملکرد دانه ایفا می‌کند، گیاه در تراکم مناسب توانسته است سهم بیش‌تری از مواد فتوسنتزی ساخته شده را به دانه تک بوته‌ها منتقل کند افزایش عملکرد دانه در تراکم ۳۵ بوته در متر مربع با فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر نسبت به دو تراکم دیگر را می‌توان به دلیل توزیع مناسب بوته‌ها در واحد سطح دانست. البته در این تراکم، تعداد پنجه، تعداد برگ و وزن هزاردانه و در نهایت عملکرد تک بوته کاهش یافت، اما با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد پانیکول بیش‌تری به‌دست آمد که کاهش ایجاد شده در عملکرد تک بوته را جبران نمود. بنابراین توصیه می‌شود به‌منظور افزایش تولید دانه لاین KFM5 در الگوی پیشنهادی شامل تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار با فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر با مساعدت سازمان جهاد کشاورزی در سطح وسیع‌تری کشت شود تا با ترویج مناسب توسعه پیدا کند.

سپاسگزاری

در خاتمه لازم می‌دانم از همکاران محترم بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم که در اجرای پروژه شماره ۲۴-۵۷-۰۳-۰۵۵-۹۷۰۳۴۰، که این مقاله حاصل این پژوهش بود، همکاری نمودند.

منابع

1.Aaron, J., Swart, L., Gibson, R., Douglas, L., Karlen, M.L. and JeanLuc, J. 2005. Planting date effect on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. Agron. J. 97: 1333-1341.

2.Aazari Nasrabaad, A. and Mirzaiy, M.R. 2012. Effect of sowing date on yield and yield components of foxtail millet (*Staria italica*) lines. Seed Plant Improve J. 28: 1. 95-105. (In Persian)

3.Agha Ali Khani, M., Eshagh Ahmadi, M. and Modarres sanavi, A.M. 2007. Effect of plant density and nitrogen amounts on yield and forage quality of per millet. Pazhoh Sazand J. 77: 4. 19-27. (In Persian)

4.Assaeed, A. 1994. Evaluation of some forage sorghum varieties under the condition of central region, Saudi Arabia. An. Agric. Sci. 39: 2. 649-653.

5.Bai, Q., Fan, G., Gu, Z., Cao, X. and Gu, F. 2008. Effects of culture conditions on γ-aminobutyric acid accumulation during germination of foxtail millet (*Setaria italica* L.). Eur. Food Res. Technol. 228: 2. 169-175.

6.Bhoite, K., Pardeshi, S., Mhaske, B. and Wagh, M. 2008. Study of genetic variability in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). Agric. Sci. Dig. 28: 2. 115-117.

7.Chabook, K.H. and Pakzad Ghadikolaiy, A. 2017. Effect of plant density and planting pattern on growth and qualitative and quantitative forage yield of new foxtail millet and common millet in Mazandaran Province. Final report of seed and plant improvement institute. (In Persian)

8.Dawson, J.C., Rivière, P., BerthellotJ.-F., Mercier, F., Kochko, P.D., Galic, N., Pin, S., Serpolay, E., Thomas, M. and Giuliano, S. 2011. Collaborative plant breeding for organic Agricultural systems in developed countries. Sustainability. 3: 8. 1206-1223.

9.De Leon, N., Jannink, J.-L., Edwards, J.W. and Kaeppler, S.M. 2016. Introduction to especial issue on genotype by environment interaction. Crop Sci. 56: 5. 2081-2089.

10.Dewet, J. 1986. Origin, evaluation and systematic of minor cereals. P 19-30. In small millet agriculture. OXFORD and IBH. Publishing Co. PVT. LTD.

11.Dezfouli, A. and Mehrani, A. 2010. A study of the relationships between yield and yield components in promising cultivars of foxtail millet (*Setaria italica*). IJFCS. 41: 2. 413-421.

12.Douglas, G.F., Lyon, D.J. and Nielsen, D.C. 2006. Evaluating crops for a flexible summer fallow cropping system. Agron. J. 96: 1510-1517.

13.Duvick, D.N. 1996. Plant breeding, an evolutionary concept. Crop Sci. 36: 3. 539-548.

14.Fikere, M., Tadesse, T. and Letta, T. 2008. Genotype - environment interactions and stability parameters for grain yield of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes grown in South Eastern Ethiopia. Int. J. Sustain. Crop Prod. 3: 6. 80-87.

15.Gubbels, G.H. and Dedio, W.E. 1986. Effect of plant density and soil fertility on the performance of nonoil sunflower. Can. J. Plant Sci. 66: 801-804.

16.Imran, M., Ashiq, H., Rizwan, K., Sartaj, K., Zahid, M., Ali. G.Z. and Daulat. B. 2010. Study of correlation among yield contributing and quality parameters in different millet varieties grown under and HWAR conditions. Sarhad J. Agri. 26: 365-368.

17.Khajehpour, M.R. 2005. Industrial plants. Jahad-e- Daneshgahi Press of Isfahan University of Technology. (In Persian)

18.Khajehpour, M.R. 2009. Principles and fundamentals of crop production. Third edition, Jahad-e- Daneshgahi Press of Isfahan University of Technology. (In Persian)

19.Khoda bande, N. 1947. Cereal agronomy. Sepehr publishing center. (In Persian)

20.Koch, D.W. 2002. Foxtail millet-management for supplemental emergency forage. Extension Center of University of Wyoming.

21.Koocheki, A. and Sarmadnia, Gh.H. 1999. Physiology of crop plants. Jahad-

e- Daneshgahi Press of Mashhad University. (In Persian)
22. Kumar, S., Babu, C., Revathi, S. and Iyanar, K. 2017. Estimation of genetic variability,Heritability and association of green fodder yield with contributing traits in Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schum.). Int. J. Plant Res. 30: 463-468.
23. Liu, Y. and Labuschagne, M. 2009. The influence of environment and season on stalk yield in kenaf. Ind Crops Prod. 29: 2. 377-380.
24. Mehrani, A., Azari, A., Zand, B., Saberi, A.R., Tabatbaie, A., Miri, Kh., Abadooz, M. and Chabook. Kh. 2017. Quantitative and qualitative yield comparison of Pearl millet lines (*Pennisetum americanum*). Final Report of Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian)
25. Mehrani, A., Azari, A., Zand, B., Saberi, A.R., Tabatbaie, A., Miri, Kh., Abadooz, M. and Chabook. Kh. 2015. Quantitative and qualitative yield comparison of foxtail millet lines (*Staria italica*). Final Report of Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian)
26. Muhammed, B. and Shib, K.H. 2004. Genetic variability and correlation studies in foxtail millet (*Staria italica*). AICSIP Regional Agricultural Research Station, Palem 509215, Mahbubnegar District (Andhra Prandesh), India. Crop Res. 28: 1-3. 94-97.
27. Neville, B.W., Lardy, G.P., Nyren P. and Sedvies, K.K. 2005. Evaluating beef cow performance: Comparing cresed wheat grass/legume, big bluesem and foxtail millet in Swath Grazing. NDSU. 57: 238-241.
28. Safari, F., Galeshi, N., Torbati nrjad, N.M. and Mosavat, A. 2008. Effect of plant density and planting date on forage yield of foxtail millet. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 5: 15. (In Persian)
29. SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide. release. Release 9.0. 4th ed. Statistical Analysis Institute, Cary, NC.
30. Shashikala, T., Rai, K., Balaji Naik, R., Shanti, M., Chandrika, V. and Loka Reddy, K. 2013. Fodder potential of multicut pearlmillet genotypes during summer season. Int. J. Bio-resource Stress Manag. 4: 4. 628-630.
31. Shekari, A. 2011. Effect of plant density and planting date on forage yield and yield component of foxtail millet. M.Sc thesis of Azad University, Varamin Branch. 98 p. (In Persian)
32. Shi, Y., Ma, Y., Zhang, R., Ma, H. and Liu. B. 2015. Preparation and characterization of foxtail millet bran oil using subcritical propane and supercritical carbon dioxide extraction. J Food Sci. Technol. 52: 5. 3099-3104.
33. Shinde, S., Sonone, A. and Gaikwad, A. 2010. Association of characters and path coefficient analysis for forage and related traits in bajra × napier grass hybrids. Int. J. Plant Sci. 5: 1. 188-191.
34. Simmonds, N.W. 1981. Genotype (G), environment (E) and GE components of crop yields. Exp Agric.17: 4. 355-362.
35. Singh, AK., Singh, R., Subramani, R., Kumar, R. and Wankhede, D.P. 2016. Molecular approaches to understand nutritional potential of coarse cereals. Cur. Genomics. 17: 3. 177-192.
36. Sreenivasulu, N., Miranda, M. Prakash, H.S. Wobus, U. and Weschke, W. 2004. Transcriptome changes in foxtail millet genotypes at high salinity: Identification and characterization of a PHGPX gene specifically up-regulated by NaCl in a salt-tolerant line. J. Plant Physiol. 161: 4. 467-477.
37. Suma, P.F. and Urooj, A. 2012. Antioxidant activity of extracts from foxtail millet (*Setaria italica*). J. Food Sci Technol. 49: 4. 500-504.
38. Zhang, G., Liu, X., Quan, Z., Cheng, S., Xu, X., Pan, S., Xie, M., Zeng, P., Yue, Z. and Wang, W. 2012. Genome sequence of foxtail millet (*Setaria italica*) provides insights into grass evolution and biofuel potential. Nat. Biotechnol. 30: 6. 549-554.
39. Zhang, X., Gu. H., Ding, C., Zhong, X., Zhang, J. and Xu, N. 2010. Path coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum* L. Trop. Grassl. 44: 2. 95-102.