

Crop Science Research in Arid Regions

homepage: <https://cropscience.uoz.ac.ir/>

Research Article

Volume 8, Issue 1, 2026, P. 1-12

Effects of leaf removal and row spacing on maize morphological traits in Bam City

Masoumeh Kardan ^a, Mohammad Mehdi Akbarian ^{*b}, Nader Modafe Behzadi ^b

^a Ph.D student, Department of Agriculture, BAM.C., Islamic Azad University, Bam, Iran

^b Department of Agriculture, BAM.C., Islamic Azad University, Bam, Iran

*Corresponding Author: akbarian@iau.ac.ir

Received: 19 February 2025

Accepted: 8 June 2025

DOI: 10.22034/CSRAR.2026.468717.1424

How to cite this article:

Kardan, M., Akbarian, M.M. and Modafe Behzadi, N. 2026. Effects of leaf removal and row spacing on maize morphological traits in Bam City. *Crop Science Research in Arid Regions*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.22034/CSRAR.2026.468717.1424>

Abstract

Introduction: Corn (*Zea mays* L.) is one of the oldest agricultural plants, which has a special place among agricultural products due to its favorable characteristics, such as high adaptation to climatic conditions, high production of dry matter, and high-water use efficiency. The high production potential of corn and its importance in feeding livestock and poultry, as well as the variety of products obtained from corn, have caused this plant to attract the attention of many countries in the world. Management practices can affect the growth and yield of maize. One practice used to increase yield has been to adjust the proper planting orientation and spacing between maize rows. Increasing the productivity per unit area through crop management is one of the most important factors affecting yield optimization. Basically, corn breeders are interested in obtaining genotypes that are desirable in terms of functional traits and other agricultural traits. Optimal leaf removal and appropriate row spacing through improving light distribution and photosynthetic capacity are associated with increases in grain yield. The amount of corn yield per hectare varies in different areas and depends on the environmental conditions, crop variety, the amount of fertilizer consumption, irrigation, and the fight against pests and diseases, and many other conditions. According to the climatic conditions of each region and the characteristics of cultivars, one of the important factors for more production per unit area is choosing the appropriate density.

Materials and Methods: In this study, field experiments based on split-split plot arrangement based on a complete randomized block were conducted to analyze the effects of leaf removal (control, no leaves removed; 100% leaves in 7-leaf stage; 50% leaves in 14-leaf stage; 100% leaves in 14-leaf stage; 50% leaves in blister stage; and 100% leaves in blister stage) and different row spacing (40 and 70 cm) on morphological traits of two maize cultivars (KSC 701 and KSC 201) in Bam city (Kerman, Iran).

Results & Discussion: Increasing the productivity per unit area through agricultural management is one of the most important factors affecting yield optimization. Defoliation and appropriate planting row spacing are associated with increased grain yield through improved light distribution and photosynthetic capacity. Plant height, stem diameter, plant dry weight, and leaf dry weight decreased with increasing levels of defoliation and planting row spacing during reproductive stages. The traits related to corn seed yield were significantly influenced by the spacing of planting rows and defoliation



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

levels and their interaction. The highest seed yield was obtained in the first and second years, 13505.51 and 17952.60 kg per hectare, respectively, in the treatment of removing 50% of leaves at the blister stage. Removal of 50% of leaves at the blister stage and 70 cm planting row spacing are recommended as suitable treatments for cultivation in the region.

The results of two consecutive years showed that the effect of planting pattern was significant on corn grain yield at the 5% statistical level, and the effect of cultivar was significant on corn grain yield at the 1% statistical level.

Maize is one of the main crops in the southern region of Iran. Reasonable plant-row spacing, leaf removal, and planting patterns are the key factors for high-yield and efficient crop cultivation. Our results indicated that different cultivars had different responses to plant density by adjusting yield components. Leaf removal can increase both total dry-matter accumulation and thus also grain yield. The mentioned results in agreement with previous international research. Also, optimal leaf removal and row spacing improved light distribution, increased photosynthetic capacity, and thus the grain yield.

Conclusion: Overall, the 50% leaf removal in the blister stage, 70 cm row spacing, and Karun and Koosha variety are recommended as the suitable treatment and variety for cultivation in the area.

Keywords: Agricultural management, Blister stage, Morphological characteristics, Performance, Single cross hybrid

بررسی اثر برگ‌زدایی و فاصله ردیف کاشت بر صفات مورفولوژیکی ذرت در شهرستان بم

معصومه کاردان^۱، محمد مهدی اکبریان^{۲*}، نادر مدافع بهزادی^۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

۲- گروه کشاورزی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

* مسئول مکاتبه: akbarian@iau.ac.ir

DOI: 10.22034/CSRAR.2026.468717.1424

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۱

چکیده

افزایش بهره‌وری در واحد سطح از طریق مدیریت زراعی یکی از مهمترین موارد موثر بر بهینه‌سازی عملکرد می‌باشد. برگ‌زدایی و فاصله ردیف کاشت مناسب از طریق بهبود توزیع نور و ظرفیت فتوسنتزی با افزایش عملکرد دانه مرتبط است. در این مطالعه، آزمایش‌های مزرعه‌ای براساس کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به‌منظور تجزیه و تحلیل اثر برگ‌زدایی و فواصل ردیف کاشت (۴۰ و ۷۰ سانتی‌متر) بر روی صفات مورفولوژیکی ارقام ذرت هیبرید سینگل کراس کارون ۷۰۱ و کوشا سینگل کراس ۲۰۱ طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ در شهرستان بم انجام شد. ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن خشک گیاه و وزن خشک برگ با افزایش سطوح برگ‌زدایی و فاصله ردیف‌های کاشت در طی مراحل زایشی کاهش یافتند. نتایج به‌دست آمده از مجموع دو سال متوالی آزمایش حاکی از آن است که اثر الگوی کاشت بر روی عملکرد دانه ذرت در سطح آماری ۵٪ و اثر ارقام بر روی عملکرد دانه ذرت در سطح آماری ۱٪ بسیار معنی‌دار بود. صفات مرتبط با عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فواصل ردیف کاشت و سطوح برگ‌زدایی و برهم‌کنش آنها قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه، در سال اول و دوم به‌ترتیب ۱۳۵۰۵/۵۱ و ۱۷۹۵۲/۶۰ کیلوگرم در هکتار، در تیمار حذف ۵۰ درصد برگ در مرحله تاوولی به‌دست آمد. حذف ۵۰ درصد برگ‌ها در مرحله تاوولی و فاصله ردیف کاشت ۷۰ سانتی‌متر به‌عنوان تیمارهای مناسب برای کشت در منطقه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، مدیریت زراعی، مرحله تاوولی، ویژگی‌های مورفولوژیکی، هیبرید سینگل کراس

مقدمه

از هر گره بر روی ساقه ذرت یک برگ حاصل می‌شود. تعداد برگ‌ها از خصوصیات ثابت و براساس نوع واریته و تا حدی عوامل محیطی بین ۸ تا ۴۸ عدد متغیر است (Sobhani and Nasiri, 2022). بین تعداد برگ‌های ساقه اصلی و دوره رشد گیاه ذرت یک رابطه مثبت وجود دارد (Zand et al., 1998). سرعت رشد بوته تحت تأثیر مقدار تشعشع فعال فتوسنتز جذب شده می‌باشد و سطح برگ نیز نقش عمده‌ای در تولید ماده خشک ایفاء می‌کند. در مطالعه‌ای گزارش شده است که حذف ۲ و یا ۴ برگ بالای بوته ذرت، نه تنها باعث کاهش عملکرد دانه نمی‌شود، بلکه منجر به افزایش تعداد دانه در بلال و وزن دانه‌ها و بنابراین بهبود عملکرد دانه ذرت می‌شود (Mehraeen et al., 2013).

میزان محصول ذرت در هکتار در نواحی مختلف متغیر بوده و به رقم و دامنه وسیعی از شرایط محیطی بستگی دارد. با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام، انتخاب تراکم مناسب بوته، یکی از فاکتورهای مهم جهت تولید بیشتر در واحد

افزایش بهره‌وری در واحد سطح از طریق مدیریت زراعی یکی از مهمترین موارد موثر بر بهینه‌سازی عملکرد است. اصولاً به‌نژادگران ذرت علاقه‌مند به دستیابی به ژنوتیپ‌هایی هستند که از لحاظ عملکرد و سایر صفات زراعی مطلوب باشند (Gezahegn, 2019). ذرت گیاهی از خانواده گرامینه و از غلات مهم مناطق گرمسیری و معتدل جهان است که کاربردهای مختلفی در صنایع غذایی و داروسازی، سوخت و دامپروری دارد (Sadeghi and Bagheri, 2018). همچنین با توجه به روند تغییرات اقلیمی اخیر و گرم شدن هوا به نظر می‌رسد، کشت ذرت به‌عنوان گیاهی با مسیر فتوسنتزی C₄ اهمیت بیشتری پیدا کرده است (Tajbakhsh and Mohammadzadeh, 2016). گیاه ذرت یکی از گیاهان پرتوقع و در عین حال یکی از محصولات راهبردی کشور محسوب می‌شود. در ایران سطح زیر کشت ذرت ۱۵۸۵۳۴ هکتار در سال ۱۳۹۹ با تولید ۱/۱۷ میلیون تن بوده است (Shahryari and Omid, 2020).

وزن خشک کل گیاه ذرت ضروری است. علی‌رغم پیشرفت‌های حاصل و ورود ارقام پرمحصول ذرت، عملکرد ذرت در کشور به نسبت کشورهای در حال توسعه هنوز پایین است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر برگ‌زدایی و فاصله ردیف کاشت بر شاخص‌های مورفولوژیکی در شرایط آب‌وهوایی شهرستان بم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در مزارع آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بم (کرمان، ایران) انجام شد. این مزرعه در طول جغرافیایی ۵۸/۲۱ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۹/۶ درجه شمالی واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۶۰ متر می‌باشد. این منطقه دارای آب‌وهوای گرم و خشک با میانگین بارندگی سالانه ۶۸ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم‌شنی است و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

سطح می‌باشد (Haarhoff and Swanepoel, 2018). اکثر غلات در تراکم کم بوته، سطح برگ و تعداد اعضای زایشی خود را از طریق تولید پنجه افزایش می‌دهند، بنابراین نقش تراکم در این گیاهان حساس‌تر است (Gondal et al., 2017). هدف از تعیین تراکم مناسب بوته آن است که ترکیبی از عوامل محیطی برای حصول حداکثر عملکرد ممکن با کیفیت مطلوب تامین گردد. تراکم بوته بسته به ژنوتیپ، شرایط محیطی از قبیل حاصلخیزی و رطوبت خاک، هدف تولید (دانه یا علوفه) و رقابت با علف‌های هرز در نواحی مختلف فرق می‌کند (Moriles et al., 2012). براساس مطالعه‌ای دیگر فاصله کم بین ردیف‌های کاشت ذرت به‌طور قابل توجهی باعث بهبود رشد اولیه گیاه شد، اما در بهبود عملکرد علوفه موفقیت محدودی حاصل گردید (Fuksa et al., 2023).

با توجه به وجود ارتباط قوی بین فرم بوته و عملکرد دانه، مطالعه شاخص‌های رشد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی به‌منظور تجزیه و تحلیل و شناخت بهتر اثر این عوامل بر عملکرد دانه و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1- Physical and chemical characteristics of the research field soil sample

Table 2: Physical and Chemical Characteristics of the Research Area Soil Sample											
منطقه کشت Cultivation area	هدایت الکتریکی Electrical conductivity (dS.m)	pH	ویژگی نمونه خاک Characteristics of the soil sample (%)			بافت خاک Soil texture	ماده آلی Organic matter (%)	عناصر تشکیل دهنده Constituent elements (ppm)			
			لای Mud	رس Clay	شن Sand			فسفر P	پتاسیم K	آهن Fe	منیزیم Mg
بم	1.8	7.9	33	28	39	لوم‌شنی	0.56	13	140	2.2	3.1

بود. دو ردیف کناری و همچنین نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. کاشت به‌صورت دستی و در عمق ۵ سانتی‌متر از سطح خاک انجام گردید. اعمال تیمارهای برگ‌زدایی با دست و به‌وسیله قیچی باغبانی از طرفین بوته به‌صورت متناوب و یک در میان انجام شد. در طول دوره آزمایش وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی و آبیاری به‌صورت معمولی و با توجه به شرایط دمایی منطقه هر ۹ روز یک‌بار صورت پذیرفت. براساس نتایج آزمون خاک مقدار ۸۰ کیلوگرم کود اوره به‌همراه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌صورت یکنواخت پاشیده شد و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. نمونه‌برداری از کرت‌ها از مراحل شیری شدن، خمیری شدن،

پس از آماده‌سازی زمین، آزمایش براساس کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت به‌عنوان عامل اصلی در دو سطح (۴۰ و ۷۰ سانتی‌متر) و رقم شامل رقم کارون سینگل کراس ۷۰۱ (KSC 701) و کوشا سینگل کراس ۲۰۱ (KSC 201) به‌عنوان عامل فرعی انتخاب شد. کرت‌های فرعی فرعی به ۶ سطح برگ‌زدایی شامل: شاهد (بدون برگ‌زدایی)، حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله هفت برگی، حذف ۵۰ درصد برگ‌ها در مرحله ۱۴ برگی، حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله ۱۴ برگی، حذف ۵۰ درصد برگ‌ها در مرحله تاولی و حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله تاولی اختصاص یافت. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۱۰ متر

سخت شدن و رسیدگی فیزیولوژیک دانه انجام گردید. به این منظور در هر نمونه برداری ۵ بوته به صورت تصادفی از ردیف‌های غیرحاشیه برداشت و ویژگی‌های مورفولوژیک (ارتفاع بوته: از سطح زمین تا زیر بلال سانتی‌متر)، قطر ساقه (میلی‌متر) و وزن خشک کل با توجه به تراکم بوته در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردیده و سپس توزین شدند.

جهت بررسی درصد جوانه‌زنی بذره‌های ذرت با استفاده از محلول هیپوکلرید سدیم به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی سطحی گردید. سپس ۲۰ عدد بذر ذرت به پتری دیش‌های استریل حاوی دو لایه کاغذ صافی منتقل شد. به هر پتری دیش ۸ سی‌سی آب مقطر استریل اضافه و ظرف مربوط به هر تیمار در نایلون فریز قرار داده شد و در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور به مدت ۱ هفته نگهداری شد. پس از طی این بازه زمانی، در مرحله اول تعداد بذره‌های جوانه‌زده با مشخص شدن ۲ میلی‌متر رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه شمارش و درصد جوانه‌زنی هر ظرف و تیمار محاسبه گردید.

جهت محاسبه محتوای نسبی میزان آب برگ، پس از اعمال تیمارها پنج برگ به‌طور کاملاً تصادفی از هر کرت انتخاب و داخل کیسه پلاستیکی قرار داده شد. ابتدا وزن اولیه برگ‌ها اندازه‌گیری و سپس به مدت ۲۴ ساعت در داخل ظرف حاوی آب مقطر استریل در محیطی کاملاً تاریک قرار داده شد. در مرحله آخر برگ‌ها با کاغذ صافی خشک شده و وزن آماس یافته تعیین و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و نهایتاً وزن خشک برگ اندازه‌گیری شد.

جهت افزایش صحت داده‌های حاصله آزمایش در ۲ سال متوالی تکرار گردید. به منظور تجزیه آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از رویه GLM، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده برای صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه به‌ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج

حاصل از تجزیه واریانس، اثر تیمارهای فاصله ردیف کاشت و سطوح مختلف برگ‌زدایی بر صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه معنی‌دار بود. اثر فاصله بین ردیف‌های کاشت و همچنین برگ‌زدایی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. اثر رقم نیز در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. نتایج سال دوم آزمایش نیز در خصوص اثرات اصلی مشابه سال اول بود. اثرمتقابل فاصله ردیف کاشت و رقم، فاصله ردیف کاشت و برگ‌زدایی، رقم و برگ‌زدایی در سال‌های اول و دوم برای ارتفاع بوته معنی‌دار شدند. اثر سه جانبه در هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نگردید. اگرچه ارقام KSC 701 و KSC 201 از لحاظ ارتفاع بوته در هر سال تفاوت معنی‌دار داشتند و با افزایش فاصله بین ردیف‌های کاشت ارتفاع بوته‌ها کاهش یافت. روند یاد شده در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، کمترین ارتفاع بوته ذرت مربوط به تیمار حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله ۷ برگی و بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار حذف ۵۰ درصد برگ‌ها در مرحله تاولی بود. به این ترتیب حذف برگ‌ها در مرحله ۷ برگی با کاهش رقابت بوته‌ها برای جذب تابش سبب کاهش ارتفاع بوته در سال اول و دوم شد. نتایج مطالعات مختلف نمایان ساخت که کاهش فاصله ردیف کاشت از طریق نزدیک شدن بوته‌ها به یکدیگر، رقابت آنها را برای دریافت نور افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند منجر به افزایش ارتفاع بوته شود (Ijaz et al., 2015; Balem et al., 2014). نتایج مطالعه حاضر با مطالعه دیگری که به بررسی اثرات فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی برنج شمشیری پرداختند، کاملاً مطابقت دارد (Maleki et al., 2014). همچنین، در بررسی دیگری با افزایش فاصله بین و روی ردیف کاشت، ارتفاع بوته کاهش یافت (Shahsavari et al., 2012). این محققین بیان داشتند که در تراکم‌های بالاتر بوته، رقابت برای دستیابی به نور و مواد غذایی در بین بوته‌های سویا افزایش یافت که این خود تأثیر شدیدی در برهم‌زدن تعادل تنظیم‌کننده‌های رشد داشته است و در نتیجه آن میزان هورمون جیبرلین در گیاه افزایش یافته و موجب طولیل شدن ساقه گیاه می‌گردد.

جدول آنالیز واریانس داده‌ها برای صفت قطر ساقه نشان داد که اثر تیمار فاصله ردیف کاشت بر قطر ساقه در سال‌های اول و دوم معنی‌دار بود. همچنین، اثرمتقابل فاصله ردیف‌های کاشت با

ارقام مورد آزمایش در سال‌های آزمایش برای قطر ساقه تفاوت معنی‌دار نشان داد. اثر تیمارهای برگ‌زدایی، اثر متقابل برگ‌زدایی با فاصله ردیف کاشت و رقم در سطح احتمال ۱ درصد بر قطر ساقه معنی‌دار بود و این معنی‌داری در سال دوم آزمایش نیز مشاهده شد. در حالی که اثر متقابل سه جانبه فاصله ردیف کاشت، رقم و برگ‌زدایی بر قطر ساقه از لحاظ آماری معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد با افزایش فاصله ردیف کاشت، قطر ساقه کاهش یافت که این موارد با گزارش مطالعه دیگری مطابقت دارد (Shahsavari et al., 2012). این محققین نشان دادند با افزایش فاصله بین ردیف‌های کاشت، رسیدگی فیزیولوژیک تسریع می‌گردد. استفاده از الگوهای متفاوت کاشت روش امیدبخشی در جهت افزایش عملکرد و کاهش هزینه تولید می‌باشد. با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر به نظر می‌رسد یکنواخت سازی گیاهان به دلیل مساوی کردن فواصل ردیف کاشت در جهت دستیابی به این هدف مفید خواهد بود. تفاوت وزن خشک برگ (جدول ۳) تحت تاثیر تیمار فاصله ردیف کاشت در سال اول آزمایش معنی‌دار بود. بررسی اثر رقم نیز نشان داد که وزن خشک برگ در ارقام KSC 701 و KSC 201 به‌طور معنی‌داری متفاوت بوده است. نتایج سال دوم آزمایش نیز نشان داد، اثر وزن خشک برگ تحت تاثیر فاصله ردیف‌های کاشت، رقم و برگ‌زدایی معنی‌دار است. در این خصوص اثر فاصله ردیف در رقم، اثر فاصله کاشت در برگ‌زدایی و اثر رقم در برگ‌زدایی با احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین وزن خشک برگ ذرت تحت تاثیر تیمار فاصله ردیف نشان داد، افزایش فاصله ردیف کاشت از ۴۰ به ۷۰ سانتی‌متر سبب کاهش وزن خشک برگ شد. روند کاهش وزن خشک برگ با افزایش فاصله ردیف در هر دو سال آزمایش مشاهده شد. به نظر می‌رسد افزایش رقابت بین بوته و کاهش سطح برگ و نهایتاً کاهش فتوسنتز می‌تواند عامل کاهش سطح برگ هر بوته و کاهش وزن خشک برگ باشد (Fuksa et al., 2023). در گزارشی ارائه شده است تراکم بوته و تاثیر فاصله ردیف‌های کاشت بر فنولوژی، تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ ذرت در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی ارزیابی شد. تاثیر تراکم گیاه، اثرات فاصله بین ردیف‌ها بر فنولوژی، تجمع ماده خشک و شاخص سطح برگ می‌تواند بر میزان زیست‌توده ذرت و تراکم گیاه اثر داشته باشد به‌طوری‌که

حداکثر زیست‌توده در کرت‌ها با ۱۱ بوته در مترمربع و فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر حاصل شد (Seyed Sharifi and Namvar, 2016). در مطالعه‌ای اثر برگ‌زدایی بر عملکرد ارقام گندم را بررسی کردند و اظهار داشتند که برگ‌زدایی از طریق کاهش فتوسنتز به‌صورت غیرمستقیم باعث کاهش عملکرد خواهد شد و در مواردی که عملکرد اقتصادی، اندام‌های هوایی گیاه باشد، به‌طور مستقیم عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین می‌توان بیان نمود که برگ‌زدایی می‌تواند تمامی مراحل رشد و نمو و اندام‌های هوایی را تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به مرور منابع گذشته و نتایج مطالعه حاضر بهبود عملکرد در جریان به‌نژادی گیاهان زراعی نتیجه تسهیم بیشتر ماده خشک به دانه‌ها بوده است. بنابراین رهیافت‌های مربوط به بهبود عملکرد دانه می‌تواند شامل افزایش تسهیم به دانه، تاخیر در پیری برگ‌ها و افزایش طول دوره پر شده دانه باشد (Behrouzi et al., 2015). در چند سال اخیر بارندگی‌های کم در استان کرمان و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی باعث پایین رفتن سطح این آب‌ها و حتی تغییر کیفیت آن‌ها شده و به تولید ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای در سطح استان و شهرستان‌های تابعه از جمله شهرستان بم خسارات شدیدی وارد شده است. بنابراین، با مقایسه رقم زودرس و دیررس (KSC 701 و KSC 201) جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه، ماده خشک و کارایی مصرف کمتر آب در منطقه نتایج زیر حاصل شد. ارقام KSC 701 و KSC 201 از لحاظ وزن خشک گیاه تفاوت معنی‌دار داشتند ($p < 0.05$). اثرات متقابل فاصله ردیف کاشت و رقم در سطح احتمال ۵ درصد، فاصله ردیف و برگ‌زدایی و همچنین اثر متقابل رقم و برگ‌زدایی در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک گیاه معنی‌دار بودند (جداول ۳ و ۴). نتایج سال دوم آزمایش نیز نشان داد اثرات اصل متقابل دوتایی با احتمال‌های مشابه سال اول بر وزن خشک گیاه ذرت معنی‌دار بودند، در صورتی‌که اثر متقابل سه جانبه در سال دوم نیز معنی‌دار نبود. افزایش فاصله ردیف کاشت از ۴۰ به ۷۰ سانتی‌متر باعث کاهش وزن خشک گیاه ذرت شد. به نظر می‌رسد برآیند موارد اخیر می‌تواند عامل کاهش وزن خشک علوفه ذرت باشد. ممکن است افزایش فاصله بوته‌ها با کاهش سطح جذب تابش و فتوسنتز خالص سبب کاهش وزن خشک گیاه گردد (Hosseinzadeh et al., 2008).

جدول ۲- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه در تیمارهای مختلف فاصله بین ردیف‌های کاشت، رقم و برگ‌زدایی

Table 2- Analysis of variance and means comparisons for plant height and stem diameter traits under the influence of different treatments of distance between planting rows, variety, and defoliation

Mean square مربعات میانگین					
منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant heightt (cm)		قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
		First year	Second year	First year	Second year
بلوک Block	2	2.37 ^{ns}	2.44 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}
فاصله ردیف Row spacing	1	130.68*	134.36*	0.023*	0.024*
اشتباه کرت اصلی The main mistake	2	1.34	1.38	0.0001	0.0001
رقم Variety	1	21.12*	21.72*	0.004*	0.004*
رقم * فاصله ردیف Variety * Row spacing	1	13.34*	13.72*	0.002*	0.002*
اشتباه کرت فرعی Error sub-plot	4	1.52	1.57	0.0001	0.0001
حذف برگ Defoliation	5	205.25*	211.14*	0.037*	0.037*
فاصله ردیف * حذف برگ Row spacing * Defoliation	5	9.24*	9.50*	0.002*	0.002*
رقم * حذف برگ Variety * Defoliation	5	17.95*	18.46*	0.003*	0.003*
فاصله ردیف * حذف برگ * رقم Row spacing * Defoliation * Variety	5	3.51 ^{ns}	3.61 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}
اشتباه کرت فرعی Error sub-plott sub-plot	40	1.29	1.33	0.0001	0.0001
ضریب تغییرات CV%		12.2	10.7	4.5	4.7
فاصله ردیف Row spacing	40 cm	38.190 ^a	50.193 ^a	538.2 ^a	570.2 ^a
رقم ذرت Variety of maize	70 cm	28.7 ^b	32.190 ^b	503.2 ^b	533.2 ^b
	KSC701	53.189 ^a	23.192 ^a	528.2 ^a	559.2 ^a
	KSC201	50.188 ^b	13.191 ^b	513.2 ^b	544.2 ^b
شاهد (بدون برگ‌زدایی) Control		188 ^c	63.190 ^c	507.2 ^c	538.2 ^c
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله ۷ برگی Defoliation of 100% leaves in the 7-leaf stage		75.183 ^d	32.186 ^d	450.2 ^d	480.2 ^d
حذف ۵۰ درصد برگ در مرحله ۱۴ برگی Defoliation of 50% leaves in the 14-leaf stage		5.192 ^b	19.195 ^b	567.2 ^b	598.2 ^b
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله ۱۴ برگی Defoliation of 100% leaves in the 14-leaf stage		83.187 ^c	46.190 ^c	504.2 ^c	535.2 ^a
حذف ۵۰ درصد برگ در مرحله تاوولی Defoliation of 50% in the blister stage		25.195 ^a	98.197 ^a	603.2 ^a	635.2 ^a
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله تاوولی Defoliation of 100% in the blister stage		91.186 ^{cd}	53.189 ^c	492.2 ^{cd}	523.2 ^c

*, **, ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, **, ^{ns}: significant at the 5 and 1% probability levels, and no significant, respectively.

سطوح تیماری که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ در گروه آماری مشابه قرار دارند.

Treatment levels that have at least one letter in common are at the 5% level in the same statistical group.

جدول ۳- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات وزن خشک برگ و وزن خشک گیاه در تیمارهای مختلف فاصله ردیف‌های کاشت، رقم و برگ‌زدایی

Table 3- Analysis of variance and means comparisons for leaf dry weight and dry matter weight traits under the influence of different treatments of distance between planting rows, variety, and defoliation

Mean square مربعات میانگین					
منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g/m ²)		وزن خشک گیاه Dry matter weight (g/m ²)	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
		First year	Second year	First year	Second year
بلوک	2	65.74 ^{ns}	66.33 ^{ns}	376.4 ^{ns}	380.3 ^{ns}
Block					
فاصله ردیف	1	3415*	3445*	20713*	20927*
Row spacing					
اشتباه کرت اصلی	2	35.86	36.18	213.5	215.7
The main mistake					
رقم	1	530.1*	534.8*	3348*	3383*
Variety					
رقم * فاصله ردیف	1	334.5*	337.5*	2115*	2137*
Variety * Row spacing					
اشتباه کرت فرعی	4	39.51	39.86	242.1	244.6
Error sub-plot					
حذف برگ	5	5400*	5448*	32550*	33886*
Defoliation					
فاصله ردیف * حذف برگ	5	240.1*	242.2*	1465*	1840*
Row spacing * Defoliation					
رقم * حذف برگ	5	475.9*	480.1*	2846	2875
Variety * Defoliation					
فاصله ردیف * حذف برگ * رقم	5	91.1 ^{ns}	91.9 ^{ns}	556.9 ^{ns}	562.7 ^{ns}
Row spacing * Defoliation * Variety					
اشتباه کرت فرعی فرعی	40	33.4	33.7	205.1	207.2
Error sub-plott sub-plot					
ضریب تغییرات		14.5	15.5	14.5	14
CV%					
فاصله ردیف	40 cm	407.4 ^a	262.4 ^a	99.23 ^a	31.24 ^a
Row spacing	70 cm	312.4 ^b	427.4 ^b	70.23 ^b	22.23 ^b
رقم ذرت	KSC701	913.4 ^a	720.4 ^a	85.23 ^a	12.23 ^a
Variety of maize	KSC201	486.4 ^b	619.4 ^b	21.23 ^b	41.23 ^b
شاهد (بدون برگ‌زدایی)	Control	690.4 ^c	811.4 ^c	92.23 ^c	80.23 ^c
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله ۷ برگی	Defoliation of 100% leaves in the 7-leaf stage	351.4 ^d	377.4 ^d	41.23 ^d	30.23 ^d
حذف ۵۰ درصد برگ در مرحله ۱۴ برگی	Defoliation of 50% leaves in the 14-leaf stage	837.5 ^b	600.5 ^b	57.24 ^b	30.24 ^b
سطوح برگ‌زدایی	Defoliation levels				
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله ۱۴ برگی	Defoliation of 100% leaves in the 14-leaf stage	803.4 ^a	920.4 ^c	82.23 ^c	97.23 ^c
حذف ۵۰ درصد برگ در مرحله تاوولی	Defoliation of 50% in the blister stage	253.5 ^a	540.5 ^a	19.24 ^a	83.24 ^a
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله تاوولی	Defoliation of 100% in the blister stage	263.4 ^c	360.4 ^{cd}	28.23 ^c	37.23 ^{cd}

*, **, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, **, ns: significant at the 5 and 1% probability levels, and no significant, respectively.

سطوح تیماری که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ در گروه آماری مشابه قرار دارند.

Treatment levels that have at least one letter in common are at the 5% level in the same statistical group.

در مطالعه تأثیر فاصله ردیفها و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد انواع ذرت شیرین صورت گرفت، گزارش شده است که رقابت بین گیاهان در تراکم زیاد افزایش یافته و باعث کاهش مقدار ماده خشک شده است (Nasrolah Alhossini et al., 2014). در مطالعه حاضر، حذف ۱۰۰ درصد برگ‌ها در مرحله ۷ برگی کمترین مقدار برگ خشک را با میانگین ۲۳۱۳/۴۱ و ۲۳۲۵/۳۰ گرم در مترمربع به ترتیب در سال اول و دوم تولید کرد. با توجه به مطلب فوق اگرچه نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج بیشتر پژوهش‌های دیگر همخوانی دارد. درعین حال، با نتایج برخی از آزمایش‌های دیگر نیز متفاوت می‌باشد که این تفاوت‌ها را می‌توان به متفاوت بودن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر آزمایش و نیز شرایط محیطی متفاوت آزمایش‌های مختلف نسبت داد.

به منظور دستیابی به بیشترین عملکرد دانه در ذرت، وجود سطح برگ کافی برای دریافت انرژی تابشی ضروری است. به همین دلیل توجه به ویژگی‌های ساختار گیاهی به منظور ایجاد سایه‌اندازی که بتواند حداکثر تابش لازم برای فتوسنتز را دریافت و جذب کند، یکی از اهداف مهم مطالعه حاضر بود. به عبارتی دانستن مقدار و میزان ارتباط بین عملکرد و دیگر اجزای عملکرد یا صفات ثانویه موثر بر عملکرد دانه در به‌زادای ذرت بسیار مفید و مورد استفاده است. در این آزمایش، صفات مرتبط با عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله بین ردیف‌های کاشت و تراکم بوته و برهم‌کنش آنها قرار گرفتند. تجزیه واریانس نشان داد که اثر برگ‌زدایی، فاصله ردیف‌های کاشت مختلف و ارقام ذرت بر اجزای عملکردی شامل تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند و نشان از تفاوت بین ارقام برای صفات مورد بررسی بود (جدول ۴). بنابراین جهت افزایش عملکرد دانه ذرت بایستی از این صفات به‌عنوان معیار گزینش استفاده نمود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال آزمایش، اثر تیمارهای مختلف برگ‌زدایی بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود. تیمارهای برگ‌زدایی که قبل از تعیین تعداد دانه در بلال اعمال شدند و موجب تغییر تعداد دانه شدند، می‌توانند از طریق تغییر وزن هر دانه بر عملکرد دانه تأثیر گذاشته باشند، به‌علاوه مشخص گردید که انتقال مجدد مواد ذخیره شده از ساقه به بلال می‌تواند اثر برگ‌زدایی شدید بر نمو دانه را تا حدودی

تعدیل کند. در آزمایشی مشخص گردید که ثبات در رشد دانه و تعداد دانه در بلال تحت شرایط تغییر ظرفیت منبع طی دوره پر شدن دانه، نشان دهنده اثر تعیین‌کننده تقاضای بلال در تعیین عملکرد ذرت است (Mehraeen et al., 2013). در کل می‌توان بیان کرد که استفاده از اجزای عملکرد و صفات مورفولوژی فیزیولوژی مناسب به‌عنوان شاخص‌های غیرمستقیم انتخاب در برنامه‌ها و افزایش عملکرد ذرت هیبرید پیشنهاد می‌شود.

ارقام ذرت هیبرید KSC 701 و KSC 201 به‌عنوان ارقام جدید جهت کشت در مناطق گرم و خشک و سایر مناطق با شرایط مشابه توصیه می‌شوند و از نظر ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز وضعیت مناسبی داشتند. در کل می‌بایست دقت داشت که انتخاب هیبرید مناسب، سازگار و پرمحصول در هر منطقه از عوامل اصلی افزایش تولید و عملکرد دانه ذرت می‌باشد. همچنین براساس نتایج تحقیق حاضر هر یک از صفات مهم اجزای عملکرد و سایر صفات مهم مورفولوژیک سهم زیادی در پایداری و تولید یک هیبرید ذرت دارد. در کل، گیاه زراعی ذرت در فواصل ردیف باریک‌تر از طریق تولید سطح برگ بیشتر و دانه‌های سنگین‌تر، عملکرد بیشتری تولید نمودند (Amas et al., 2024).

در رابطه با جمعیت گیاهی در ذرت چنانچه تعداد کافی بوته در واحد سطح وجود نداشته باشد، منابع محیطی موجود به‌طور کامل مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند و برعکس کاشت با تراکم‌های خیلی زیاد به دلیل افزایش رقابت درون و برون بوته‌ای در مراحل مختلف رشد موجب کاهش قابل‌ملاحظه عملکرد می‌شود (Wang et al., 2019). بنابراین دقت در انتخاب فاصله ردیف‌های کاشت در افزایش کارایی کاربرد منابع امری ضروری است. در این آزمایش، صفات عملکردی ذرت شامل تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته و برهم‌کنش آنها قرار گرفت. گیاهان در فواصل ردیف باریک‌تر، از طرق تولید سطح برگ بیشتر و دانه‌های سنگین‌تر، عملکرد بیشتری تولید نمودند. در صورت عدم محدودیت زمین می‌توان با این مدیریت ضمن نیل به عملکرد و کارایی بهتر سطح بیشتری را نیز در منطقه بم دارای آب‌وهوای گرم و خشک با میانگین بارندگی سالانه ۶۸ میلی‌متر به زیر کشت برد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات عملکردی و عملکرد دانه تحت تاثیر تیمارهای مختلف فاصله بین ردیف‌های کاشت، رقم و برگ‌زدایی

Table 4- Traits means comparisons for functional traits and grain yield under the influence of different treatments of distance between planting rows, variety, and defoliation

میانگین مربعات Mean square		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		تعداد دانه در بلال	
منبع تغییرات S.O.V		Grain yield (kg/ha)		Number of kernels per ear	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
		First year	Second year	First year	Second year
فاصله ردیف	40 cm	622.03	707.66	11952	12885
Row spacing	70 cm	587.5	669.8	11025	11056
رقم	KSC701	621.08 ^a	698.15 ^a	12211 ^a	13151 ^a
Variety	KSC201	600.03 ^b	655.33 ^b	12445 ^b	13022 ^b
شاهد (بدون برگ‌زدایی)	Control	445.01 ^c	534.61 ^c	91521 ^c	13046 ^c
حذف ۱۰۰ درصد برگ در مرحله ۷ برگی	Defoliation of 100% leaves in the 7-leaf stage	596.5 ^b	642.01 ^b	10058 ^b	15041 ^b
حذف ۵۰ درصد در مرحله ۱۴ برگی	Defoliation of 50% leaves in the 14-leaf stage	587.11 ^b	677.24 ^b	10101 ^b	15181 ^b
سطوح برگ‌زدایی	Defoliation levels				
حذف ۱۰۰ درصد در مرحله ۱۴ برگی	Defoliation of 100% leaves in the 14-leaf stage	601.01 ^b	691 ^b	10122 ^b	15191 ^b
حذف ۵۰ درصد در مرحله تاوولی	Defoliation of 50% in the blister stage	825.8 ^a	948.6 ^a	13505 ^a	17952 ^a
حذف ۱۰۰ درصد در مرحله تاوولی	Defoliation of 100% in the blister stage	635.7 ^b	811.5 ^b	11175 ^b	16111 ^b

سطوح تیماری که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ در گروه آماری مشابه قرار دارند.

Treatment levels that have at least one letter in common are at the 5% level in the same statistical group.

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج مطالعه حاضر برگ‌زدایی نه تنها موجب کاهش قدرت فتوسنتز نشده است بلکه در شرایط فواصل مطلوب کاشت ماده خشک بیشتری به دانه اختصاص یافته است. تعیین فواصل مطلوب کاشت و سطوح برگ‌زدایی برای گیاه ذرت به‌منظور به‌دست آوردن عملکرد مطلوب دارای اهمیت زیادی است و می‌توان برگ‌های بالای بلال را برای تغذیه دام برداشت کرد بدون اینکه عملکرد دانه ذرت کاهش یابد. در کل می‌توان بیان کرد که فاصله ردیف کاشت و سطوح برگ‌زدایی می‌تواند کلیه فرآیندهای رشد و نمو ارقام ذرت هیبرید KSC 701 و KSC 201 و در نتیجه اندام‌های هوایی را در شرایط آب‌وهوایی گرم و خشک را تحت تأثیر قرار دهد و تاثیر سوی بر خصوصیات رشد و نمو این ارقام ذرت نداشته باشد. فاصله ردیف کشت مناسب (۷۰ سانتی‌متر) برای تسهیل عملیات کشاورزی مانند آبیاری، سمپاشی و برداشت محصول و اجازه

جریان مناسب هوا و نور به گیاه ذرت به کشاورزان پیشنهاد می‌گردد. همچنین کاشت ارقام زودرس ذرت دانه‌ای با فاصله کاشت مناسب در منطقه بزم می‌توان عملکرد کلی تولید را افزایش داد.

سپاسگزاری

این طرح با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بزم به انجام رسیده است که بدین‌وسیله از همکاران دخیل سپاس‌گزاری می‌گردد. و همچنین نویسندگان از راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر علی الفتی (A.olfati65@gmail.com) در تمامی مراحل اجرایی این پژوهش تقدیر ویژه می‌گردد.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافی در رابطه با نشر این مقاله وجود ندارد.

References

- Amas, J.I., Curin, F., D'Andrea, K.E., Luque, S.F. and Otegui, M.E., 2024. Maize breeding effects on grain yield genetic progress and its contribution to global yield gain in Argentina. *Field Crops Research*, 316, p.109520. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109520>
- Balem, Z., Modolo, A.J., Trezzi, M.M., Vargas, T.O., Baesso, M.B., Brandelero, E.M., et al., 2014. Conventional and twin-row spacing in different population densities for maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 9(23), pp.1787–1792. <https://doi.org/10.5897/ajar2014.8714>
- Behrouzi, M., Imam, Y. and Pirste Anoushe, H., 2015. Effect of defoliation on yield and yield components of wheat cultivars under drought stress conditions. *Physiology of Crop Plants*, 8(30), pp.39–52.
- Fuksa, P., Hrevušová, Z., Szabó, O. and Hakl, J., 2023. Effect of row spacing and plant density on silage maize growth, dry matter distribution and yield. *Agronomy*, 13(4), 1117. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041117>
- Gezahegn, A.M., 2019. Review on effect of plant density and planting arrangement on faba bean production. *World Journal of Agricultural Sciences*, 15(4), pp.261–268.
- Gondal, M.R., Hussain, A., Yasin, S., Musa, M. and Rehman, H.S., 2017. Effect of seed rate and row spacing on grain yield of sorghum. *SAARC Journal of Agriculture*, 15(2), pp.81–91. <https://doi.org/10.3329/sja.v15i2.35154>
- Haarhoff, S.J. and Swanepoel, P.A., 2018. Plant population and maize grain yield: A global systematic review of rainfed trials. *Crop Science*, 58(5), 1819–1829. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.01.0003>
- Hosseinzadeh, M.H., Esfahani, M., Rabiei, M. and Rabiei, B., 2008. Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(3), pp.281–302.
- Ijaz, M., Raza, M., Ali, A.S., Ghazi, S., Yasir, K., Saqib, T.A., et al., 2015. Differential planting density influences growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 2, pp.1–4.
- Maleki, A., Rizehbandi, A., Farnia, A. and Naseri, R., 2014. Effect of row spacing and plant density on agronomic traits of rice (cv. Shamshiri). *Proceedings of the 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference*. [In Persian].
- MehrAeen, S., Maghsoudi, K. and Emam, Y., 2013. Effect of the removal of leaves above and below the ear on grain yield in maize hybrid SC704. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(2), pp.152–165. [In Persian]. <https://doi.org/10.22067/ijpr.v9i1.57934>
- Moriles, J., Hansen, S., Horvath, D.P., Reicks, G., Clay, D.E. and Clay, S.A., 2012., Microarray and growth analyses identify differences and similarities of early corn response to weeds, shade, and nitrogen stress. *Weed Science*, 60(2), pp.158–166. <https://doi.org/10.1614/ws-d-11-00090.1>
- Nasrolah Alhossini, M., Rahmani, A. and Khavari Khorasani, S., 2014., Investigation of planting method and plant density on some morphological traits, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. var. *Saccharata*) varieties. *Applied Field Crops Research*, 27(103), 84–85. <https://doi.org/10.22092/aj.2014.101209>

- Sadeghi, F. and Bagheri, M., 2018., Comparison of grain yield and earliness of new maize hybrids in Kermanshah. *Journal of Crop Breeding*, 10(28), 110–118. <https://doi.org/10.29252/jcb.10.28.110>
- Seyed Sharifi, R. and Namvar, A., 2016. Plant density and intra-row spacing effects on phenology, dry matter accumulation and leaf area index of maize in second cropping. *Biologija*, 62(1), 46–57. <https://doi.org/10.6001/biologija.v62i1.3289>
- Shahryari, A. and Omodi, H., 2020. Investigation of the morphological and yield traits of maize (*Zea mays* L.) hybrids affected by humic acid application. *Journal of Plant Ecophysiology*, 12(43), 58–73.
- Shahsavari, M., 2012. Effect of inter and intra row spacing on some agronomic traits of red castor (*Ricinus communis* L.). *Seed and Plant Production*, 28(2), 145–155.
- Sobhani, B. and Nasiri, F., 2022. Agro-ecological zonation of canola cultivation in Ardebil Plain. *Journal of Geographical Science*, 22(65), 61–78. <https://doi.org/10.52547/jgs.22.65.61>
- Tajbakhsh, M. and Mohammadzadeh, S., 2016. The effect of priming and leaf spraying on growth criteria and qualitative and quantitative yield of corn (*Zea mays* L.). *Research in Field Crop Journal*, 3(2), 76–87.
- Wang, B., Lin, Z., Li, X., Zhao, Y., Zhao, B., Wu, G., et al., 2020. Genome-wide selection and genetic improvement during modern maize breeding. *Nature Genetics*, 52(6), 565–571. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-0616-3>
- Zand, A., Kochaki, A. and Rahimian, H., 1998. *Evolution, adaptation and performance of agricultural plants*. Agricultural Education, Ministry of Agricultural Jihad. [In Persian].