



Evaluation of Guar Genotypes (Cluster Beans) Characteristics Under Rainfed and Supplementary Irrigation Conditions

Hadi Shouride¹ | Heidar Meftahizade² | Mohaddese Heydarzade³ | Abdolla Uosefi⁴

1. North Khorasan Agricultural & Natural Resources Research & Education Center, Bojnourd, Iran. E-mail: h.shoorideh@ut.ac.ir
2. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Yazd, Iran. E-mail: hmeftahizade@ardakan.ac.ir
3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: m.heydarzade90@gmail.com
4. North Khorasan Agricultural Jahad, Bojnourd, Iran. E-mail: abdollah.youssefi@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: January 08, 2022
Received in revised form:
June 25, 2022
Accepted: July 01, 2022
Published online: April 16, 2023

Keywords:

Gum,
local population,
phenological traits,
water stress,
yield components.

ABSTRACT

In order to investigate the yield and yield components of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes to supplementary irrigation in rainfed conditions, a two-year study has been conducted in the form of split strip plots based on a randomized complete block design with three replications at stations Shirvan, Kohnehkand and Mohammadabad research stations in North Khorasan during 2019-2020 cropping years. The main factor includes irrigation levels at three levels: rainfed, two irrigations (after planting and filling seed time), and three irrigations (after planting, pod formation and filling seed), with the second factor being guar genotypes at four levels. The three Genotypes include RGC-1077, RGC-1036, RGC-1025, and Chabahar local population. Results of the combined analysis show that there has been no significant difference between genotype except in the number of days to flowering. On the other hand, the effect of supplementary irrigation treatment on yield characteristics compared to rainfed conditions is significant, though there has not been any significant difference between two and three times of supplementary irrigation. Guar seed yield in the first and second years in the Ashkhaneh region (750.5 and 219.1 kg.ha⁻¹) outperforms Bojnourd and Shirvan. The highest grain yield (590 kg.ha⁻¹) is obtained in the first year from double irrigation and in the second year (271.51 kg.ha⁻¹) from three irrigations. Among the experimental genotypes, the highest grain yield belongs to the RGC-1025 genotype. In general, guar culture of the RGC-1025 genotype can be recommended in the Ashkhaneh area..

Cite this article: Shouride, H., Meftahizade, H., Heydarzade, M., & Uosefi, A. (2023). Evaluation of Guar Genotypes (Cluster Beans) Characteristics Under Rainfed and Supplementary Irrigation Conditions. *Journal of Crops Improvement*, 25 (1), 297-311. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337052.2664>





ارزیابی ویژگی‌های عملکردی ژنوتیپ‌های گوار (لوبیای خوشه‌ای) تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی

هادی شوریده^۱ | حیدر مفتاحی‌زاده^۲ | محدثه حیدرزاده^۳ | عبدالله یوسفی^۴

۱. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی، بجنورد، ایران. رایانامه: h.shoorideh@ut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، یزد، ایران. رایانامه: Hmefthazade@ardakan.ac.ir
۳. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: m.heydarzade90@gmail.com
۴. سازمان جهاد کشاورزی خراسان شمالی، بجنورد، ایران. رایانامه: abdollah.youssefi@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

به منظور بررسی پاسخ‌های عملکردی و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) به آبیاری تکمیلی در شرایط دیم، مطالعه‌ای دو ساله در قالب کرت‌های نواری خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه‌های تحقیقاتی شیروان، کهنه‌کند و محمدآباد خراسان شمالی در سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ به اجرا درآمد. فاکتور اصلی شامل سطوح آبیاری در سه سطح دیم، دو آبیاری (پس از کاشت و زمان دانه‌بستن) و سه آبیاری (پس از کاشت، هنگام تشکیل غلاف و زمان دانه‌بستن) و فاکتور فرعی شامل ژنوتیپ‌های گوار در چهار سطح شامل سه ژنوتیپ RGC-1077، RGC-1036، RGC-1025 و توده محلی چابهار بود. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری به جز در صفت تعداد روز تا گل‌دهی وجود نداشت. از طرفی اثر تیمار آبیاری تکمیلی بر ویژگی‌های عملکردی نسبت به شرایط دیم مشهود بود، اما تفاوت معنی‌داری بین دو و سه بار آبیاری تکمیلی مشاهده نشد. عملکرد دانه گوار در سال اول و دوم در منطقه آشنخانه به میزان (۷۵۰/۵ و ۲۱۹/۱ کیلوگرم در هکتار) برتر از بجنورد و شیروان است. بیش‌ترین عملکرد دانه (۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) در سال اول از تیمار دو بار آبیاری و در سال دوم (۲۷۱/۵۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار سه‌بار آبیاری به دست آمد. در بین ژنوتیپ‌های آزمایشی بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ RGC-1025 بود. به‌طور کلی می‌توان کشت گوار ژنوتیپ RGC-1025 را در منطقه آشنخانه توصیه کرد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۲۷

کلیدواژه‌ها:

اجزای عملکرد،

تنش آبی،

توده محلی،

درصد صمغ،

صفات فنولوژیکی.

استناد: شوریده، ه.، مفتاحی‌زاده، ح.، حیدرزاده، م. و یوسفی، ع. (۱۴۰۲). ارزیابی ویژگی‌های عملکردی ژنوتیپ‌های گوار (لوبیای خوشه‌ای) تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۵ (۱)، ۳۹۷-۳۱۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2022.337052.2664>



۱. مقدمه

کشور ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی، در کمربند مناطق کویری دنیا قرار گرفته و جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود. متوسط بارش سالیانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر (کم‌تر از یک‌سوم متوسط بارندگی جهان) می‌باشد (Delfani *et al.*, 2019). محدودیت آب در سراسر جهان مستلزم تغییرات اساسی در مدیریت آبیاری و استفاده از روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب است. از این‌رو، یکی از راه‌های مدیریت صحیح، انجام آبیاری تکمیلی می‌باشد. روش آبیاری تکمیلی براساس میزان بارش، ذخیره آب در خاک و نیاز گیاهی در دوره‌های مختلف رشد در نظر گرفته می‌شود. میزان آبیاری تکمیلی براساس مقدار رطوبت نسبی واقعی قبل از آبیاری و رطوبت نسبی خاک در لایه عمیق صفر تا ۱۴۰ سانتی‌متری محاسبه می‌شود که از اتلاف منابع آبی جلوگیری شود (Meng *et al.*, 2017).

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یا لوبیای خوشه‌ای گیاهی یک‌ساله، متعلق به خانواده بقولات است که قادر است خود را با شرایط نامساعد محیطی و خاک سازگار کند. علاوه بر این، به آب نسبتاً کم، آفتاب زیاد و رطوبت نسبی کم در طول فصل رشد نیاز دارد (Meftahizadeh *et al.*, 2019a; Trostle, 2020). اهمیت کشت این گیاه به‌طور عمده به‌دلیل غلظت بالای گالاکتومانان موجود در بذر آن است که با عنوان تجاری صمغ گوار شناخته شده است. پس از استخراج این ماده صمغی، باقی‌مانده آن به‌عنوان کنجاله گوار شناخته شده و به‌علت درصد بالای پروتئین آن برای مصرف دام و طیور مناسب است (Heydarzade *et al.*, 2020). صمغ این گیاه در صنایع کاغذی، نساجی، حفاری چاه‌های نفت، آرایشی و بهداشتی که بیش‌ترین مصرف را دارا است، کاربرد دارد (Meftahizadeh & Asareh, 2019).

نتایج پژوهش Meftahizadeh *et al.* (2019b) در ارتباط با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و تاریخ کاشت بر ویژگی‌های فنولوژیکی، عملکرد و ترکیبات فیتوشیمیایی توده‌های گوار نشان داد که بیش‌ترین غلاف در بوته (۵۳/۶) و بذر در غلاف (۲۵۰/۶) در تیمار چهار بار آبیاری (بعد از کاشت، گل‌دهی، تشکیل بذر و قبل از برداشت) در توده گرمبیت مشاهده شد، در حالی که کوتاه‌ترین ارتفاع بوته (۲۱/۵ سانتی‌متر) و بلندترین آن (۱۱۵/۸ سانتی‌متر) به‌ترتیب در تیمار چهار بار آبیاری در توده گرمبیت و چهار بار آبیاری در وارپته پیشین به‌دست آمد. هم‌چنین این پژوهش‌گران نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر فنل کل، آنتی‌اکسیدان، چربی و ویسکوزیته وجود ندارد. در پژوهشی دیگر با بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری (کامل، تکمیلی و دیم) بر عملکرد، اجزای عملکرد و راندمان مصرف آب بر روی پنج رقم گوار (کینمن، لوئیس، ماتادور، مونومن و سانتاکروز) در یک محیط نیمه‌خشک مدیترانه‌ای گزارش شد که در سال ۲۰۱۱ عملکرد دانه از ۱/۲۴ تن در هکتار در شرایط دیم تا ۳/۲۸ تن در هکتار در شرایط آبیاری کامل و در سال ۲۰۱۲ از ۰/۹۸ تن در هکتار در شرایط دیم تا ۲/۸۸ تن در هکتار در شرایط آبیاری کامل متغیر بود. در واقع نتایج حاکی از کاهش عملکرد دانه در آبیاری تکمیلی و دیم نسبت به آبیاری کامل به‌ترتیب به میزان ۲۶ و ۴۹ درصد بود (Avola *et al.*, 2020). این پژوهش‌گران هم‌چنین اظهار کردند که رقم لوئیس و سانتاکروز عملکرد دانه قابل‌توجهی هم در شرایط آبیاری کامل و هم در شرایط دیم در مقایسه با سایر ارقام داشتند (Avola *et al.*, 2020). در گزارش Loggale (2018)، اثر آبیاری تکمیلی در خاک‌های رس ابونعمه بر عملکرد و اجزای عملکرد گوار مورد‌ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که عملکرد گوار در آبیاری تکمیلی و دیم نسبت به آبیاری کامل به‌ترتیب ۱۸ و ۴۲ درصد کاهش یافته است، در حالی که وزن هزاردانه و شاخص برداشت هیچ پاسخی به سه رژیم آبیاری نشان نداد. نتایج پژوهش Meftahizadeh *et al.* (2018) در بررسی اثر تاریخ کشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر ویژگی‌های فیتوشیمیایی سه ژنوتیپ گیاه گوار گوای آن است که تاریخ کاشت دوم (اوایل مردادماه)، ژنوتیپ RGC-1066 و رژیم آبیاری چهار مرحله‌ای بهترین تیمارها از نظر ویژگی‌های موردبررسی بودند.

امروزه با توسعه کاربرد صمغ گوار در صنایع و واردات آن از کشورهای هند و پاکستان زمینه توسعه کشت و کار این محصول فراهم‌تر شده است. با توجه به این که گوار، گیاهی با نیاز آبی کم می‌باشد، به‌نظر می‌رسد در برخی از مناطق دیم کشور امکان توسعه کاشت این محصول وجود داشته است. از این‌رو، این مطالعه با هدف ارزیابی ژنوتیپ‌های تجاری هند و توده محلی چابهار در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در سه ایستگاه مختلف در طی دو سال زراعی مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. مشخصات جغرافیایی و اقلیمی مناطق اجرای آزمایش

این آزمایش طی دو سال از ابتدای سال ۱۳۹۸ تا پایان سال ۱۳۹۹ در سه منطقه شیروان، بجنورد و آشنخانه خراسان شمالی اجرا شد. ایستگاه شیروان در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۹ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۱۳۱ متری از سطح دریا با متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۰ میلی‌متر قرار گرفته است. این ایستگاه از اقلیم نیمه‌خشک فراسرد برخوردار است. ایستگاه کهنه‌کند در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۰۵۰ متری از سطح دریا قرار دارد. میزان بارندگی سالیانه ۲۵۹ میلی‌متر، حداقل دمای مطلق ۲۹- درجه، حداکثر دمای مطلق ۴۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین دما ۱۲/۸ می‌باشد. محمدآباد در حوضه سد شیرین‌دره در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۰۵ دقیقه شرقی در ارتفاع ۶۸۰ متری از سطح دریا قرار دارد. متوسط میزان بارندگی سالیانه بلندمدت ۲۸۶ میلی‌متر است.

۲.۲. مواد گیاهی و طرح آزمایش

در این آزمایش سه ژنوتیپ با مشخصات زیر استفاده شده است:

- ژنوتیپ RGC-1077: این ژنوتیپ از کشور هندوستان، ایالت راجستان تهیه شده است. طول رشد کوتاه بوده و عموماً کل سیکل رشدی گیاه ۱۰۰ روز می‌باشد. دارای شاخه‌های فرعی نسبتاً زیاد بوده و درصد صمغی بین ۲۵ الی ۲۷ درصد دارد.

- ژنوتیپ RGC-1036: این ژنوتیپ از کشور هندوستان، ایالت راجستان تهیه شده است. طول دوره رشدی این ژنوتیپ ۱۱۰-۱۲۰ روزه می‌باشد. تعداد شاخه فرعی در هر بوته بین ۳۵-۴۰ شاخه فرعی می‌باشد. از نظر عملکرد صمغ، بین ۲۷ الی ۳۰ درصد صمغ دارد.

- ژنوتیپ RGC-1025: این ژنوتیپ از کشور هندوستان، ایالت راجستان تهیه شده است. به نسبت سایر ژنوتیپ‌ها، دارای طول دوره رشدی طولانی‌تری می‌باشد. ۱۲۰ الی ۱۳۵ روز طول دوره رشدی گیاه می‌باشد. دارای ساقه نسبتاً افراشته‌ای بوده و تعداد شاخه فرعی در آن نسبتاً کمتر می‌باشد (۲۰ شاخه فرعی در هر بوته)، از نظر درصد صمغ نیز حدود ۳۰ الی ۳۲ درصد صمغ دارد.

در این آزمایش پتانسیل ژنوتیپ‌های فوق در کنار توده محلی چابهار به‌عنوان یک عامل در کنار عامل سطوح آبیاری شامل دیم، دو بار آبیاری تکمیلی (پس از کاشت و زمان دانه‌بستن) و سه بار آبیاری (پس از کاشت، هنگام تشکیل غلاف و زمان دانه‌بستن) به‌صورت نواری در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. تاریخ کشت اواخر اردیبهشت‌ماه بود و صفات مورد ارزیابی روز تا گل‌دهی، ارتفاع نهایی بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صدانه، عملکرد دانه

و درصد صمغ گوار بود. در طول فصل رشد، یادداشت برداری‌های لازم جهت مطالعه صفت تعداد روز تا گل‌دهی با حذف اثر حاشیه از تمام کرت‌ها صورت گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، میانگین ارتفاع نهایی بوته، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه با اندازه‌گیری ۱۰ بوته در هر کرت به‌دست آمد. برای تعیین وزن صددانه، از محصول هر واحد آزمایشی نمونه‌های تصادفی، انتخاب و توزین شد. برای محاسبه عملکرد دانه از ردیف‌های میانی با رعایت اثر حاشیه‌ای، بوته‌ها از مساحت دو مترمربع از هر کرت آزمایشی برداشت شد. برای جداسازی صمغ ابتدا بذرها به مدت هفت ساعت در آب خیس شده و بعد با مالش سطحی پوسته بذر جدا شد. سپس با فشار دادن بیش‌تر بذر، صمغ از جنین و آندوسپرم مجزا شد. صمغ جداسازی شده به مدت هفت ساعت در آون و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس صمغ حاصل وزن شده تا درصد صمغ نسبت به جنین و آندوسپرم به‌دست آید (Sabahelkheir *et al.*, 2012; Liyanage *et al.*, 2015; Kruchina *et al.*, 2019).

کرت‌های این آزمایش به مساحت ۱۰ مترمربع شامل ۱۰ خط با فاصله ۲۵ سانتی‌متری به طول چهار متر بود. هر کدام از تکرارها یا همان بلوک‌های این آزمایش در یک منطقه کشت شدند. به‌عبارت دیگر، بلوک اول آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان، بلوک دوم آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کهنه‌کند بجنورد و بلوک سوم در محمدآباد حوضه سد شیرین‌دره شهرستان آسرخانه از اراضی کشاورزان کشت شد. داده‌های به‌دست‌آمده برای هر سه مکان طی دو سال زراعی جهت مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌ها و توده محلی در سه تیمار دیم، دو بار آبیاری تکمیلی و سه بار آبیاری تکمیلی، بعد از انجام آزمون بارتلت، برای صفات با واریانس همگن توسط نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه مرکب شدند. همچنین نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۷) رسم شد.

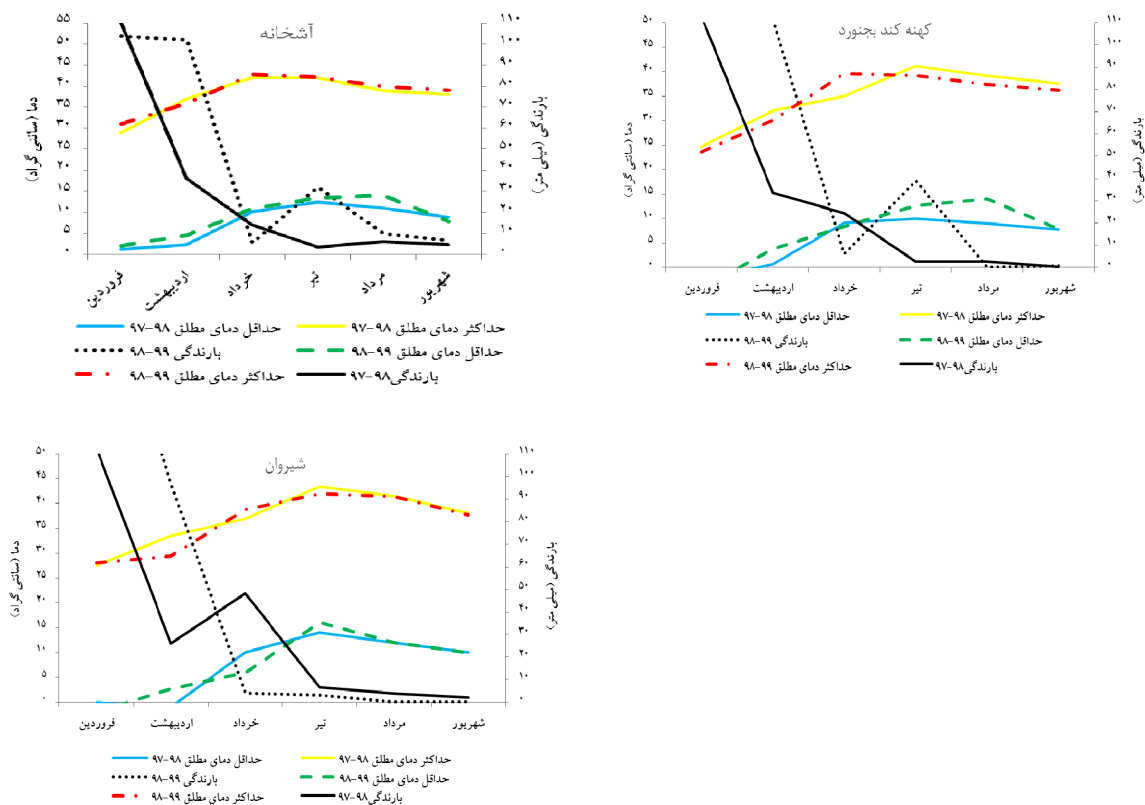
۳. نتایج و بحث

۳.۱. شرایط آب‌وهوایی

پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌های آزمایشی و انجام آزمون بارتلت برای داده‌های حاصل از اجرای آزمایش طی دو سال زراعی، مشخص شد که تمامی صفات به‌جز صفت تعداد روز تا گل‌دهی قابلیت تجزیه مرکب را ندارند، بنابراین نتایج داده‌های آزمایش به‌صورت مجزا در دو سال متفاوت آورده شد.

همان‌گونه که در شکل (۱) مشاهده می‌شود وقوع دماهای زیر صفر در ماه‌های ابتدایی سال یعنی فروردین و اردیبهشت در شیروان و بجنورد رخ داد. داده‌های درجه حرارت نشان می‌دهند که متوسط دمای حداقل از نیمه دوم اردیبهشت‌ماه در بلندمدت به‌گونه‌ای است که شرایط برای رشد گیاهان گرمادوستی مانند گوار فراهم است. همچنین طبق آماره‌های بلندمدت احتمال دریافت بارش‌های مناسب در اواخر اردیبهشت‌ماه و خردادماه جهت تکمیل سبز شدن و رشد اولیه گیاه نیز وجود دارد و گیاه شانس دریافت تقریباً ۴۰ میلی‌متر بارش را در مجموع این دوران جهت استقرار اولیه بوته را داراست.

وقوع دماهای زیر صفر در ماه‌های ابتدایی سال یعنی فروردین و اردیبهشت در منطقه محمدآباد آسرخانه غیرممکن است (شکل ۱). همچنین طبق آماره‌های بلندمدت و آمار هواشناسی سال‌های اجرای این آزمایش، گیاه گوار در این منطقه شانس دریافت بیش از ۴۰ میلی‌متر بارش را در مجموع این دوران جهت استقرار اولیه بوته را دارد. همچنین این منطقه نسبت به ایستگاه کهنه‌کند بجنورد و ایستگاه شیروان از دمای حداقل و حداکثر بالاتری برخوردار می‌باشد.



شکل ۱. منحنی بارندگی و دمای حداقل و حداکثر مطلق در سال اجرای آزمایش (۹۹-۱۳۹۸) در سه منطقه اجرای آزمایش

۲.۳ تجزیه واریانس

آنالیز داده‌ها در سال اول و سال دوم در جدول (۱) نشان می‌دهد اثر بلوک یا به عبارتی اثر مکان بر روی اکثر صفات به جز صفات تعداد روز تا گل‌دهی و درصد صمغ معنی‌دار بود. لذا مشاهده می‌شود که صفات تعداد روز تا گل‌دهی و درصد صمغ بیش‌تر متأثر از عوامل ژنتیکی باشند. نتایج پژوهش‌های گذشته در به‌نژادی این گیاه در ایالات متحده نیز مبین وراثت‌پذیری بالای این صفات و گروه‌بندی لاین‌ها براساس ویژگی درصد صمغ و کیفیت صمغ می‌باشد (Naoumkina, 2007).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر برخی از صفات موردآزمون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		روز تا گل‌دهی		ارتفاع نهایی	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
بلوک	۲	۱/۳۷ns	۰/۰۴۱ns	۶۶۲۶/۷۲**	۵۹۸۵/۰۴**
آبیاری	۲	۱/۷۹ns	۰/۱۲ns	۲۷۴۴/۸۸**	۳۲۵۵/۸۷*
خطای ۱	۴	۰/۹۱	۰/۰۴	۱۰۷۷/۲۸	۱۸۸۴/۰۴
ژنوتیپ	۳	۱۳/۳۷**	۳/۱۵ns	۵۵/۷۱ns	۱۴۸/۵۹ns
خطای ۲	۶	۰/۳۷	۲/۱۵	۱۵۵/۱۸	۱۰۵/۳۷
آبیاری × ژنوتیپ	۱۲	۰/۰۰۱ns	۰/۰۶۹ns	۳۳/۱۹ns	۵۸/۷۶ns
خطای کل	۶	۰/۰۰۱	۰/۳۲	۷۸/۷۴	۶۶/۰۴
ضریب تغییرات (%)		۰/۱	۱/۳	۲۲/۶	۲۷/۶
				۳۹/۹	۳۷/۰۳

ns و ** : به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

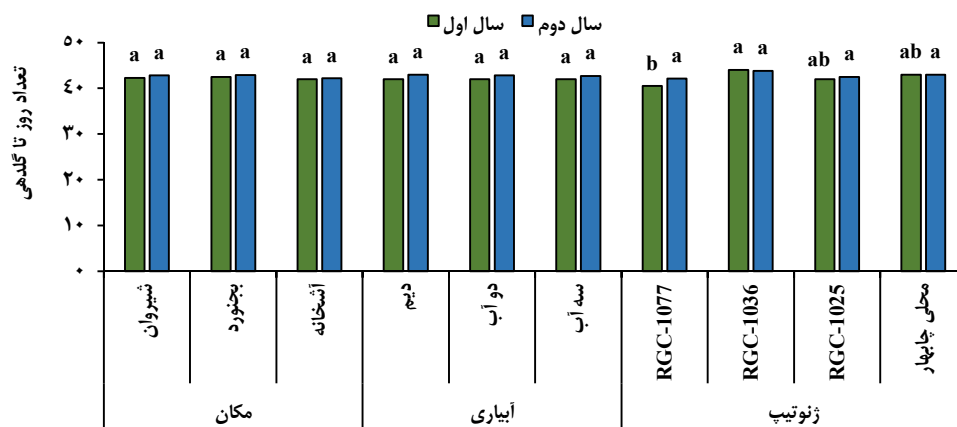
ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس اثر آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر برخی از صفات موردآزمون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن صددانه		عملکرد دانه		درصد صمغ	
		سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
بلوک	۲	۴/۷۷**	۰/۷۳ns	۳۱۲۵۸۸/۳**	۱۵۰۸۱/۹۶*	۰/۴ns	۱۰۵۳/۳۷ns
آبیاری	۲	۱/۳۴ns	۷/۸۶ns	۱۷۵۹۲۵*	۱۷۱۷۱/۸۷*	۱/۰۵ns	۱۰۶۷/۱۶ns
خطای ۱	۴	۱/۰۶	۷/۸۱	۵۹۲۲۹/۸	۷۷۰۹/۱۴	۳۴/۷۸	۸۶۴
ژنوتیپ	۳	۰/۰۵۳ns	۰/۲۷ns	۱۰۰۳۷/۲ns	۱۸۴۶/۰۹ns	۱۴/۰۶ns	۷/۲۶ns
خطای ۲	۶	۰/۱۷	۰/۳۱	۶۴۹۳۷/۹	۳۵۹۴/۸۵	۴/۹	۲/۳۷
آبیاری × ژنوتیپ	۱۲	۰/۰۵۴ns	۰/۳۶ns	۳۷۳۰۲/۹ns	۲۸۵۶/۹ns	۱/۹۴ns	۱/۵۵ns
خطای کل	۶	۰/۰۵۳	۰/۴۵	۱۱۳۴۲۹/۷	۲۸۹۳/۸۹	۴/۳۴	۱/۵
ضریب تغییرات (%)		۶/۹	۲۷/۴	۲۹/۳	۱۵/۳	۵/۲	۳/۸

ns, * و **: به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۳.۳. تعداد روز تا گل‌دهی

نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر تعداد روز تا گل‌دهی در شکل (۲) ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بین موقعیت‌های مکانی و مقادیر آبیاری اختلاف معنی‌داری در تعداد روز تا گل‌دهی به‌دست نیامد. در صورتی‌که ژنوتیپ گیاه تأثیر معنی‌داری بر زمان گل‌دهی نشان داد. کم‌ترین زمان گل‌دهی در ژنوتیپ RGC-1077 معادل ۴۰/۵ روز به‌دست آمد. همچنین نتایج شکل (۲) نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری بین سال اول و دوم وجود ندارد (به‌استثنای ژنوتیپ RGC-1077). این موضوع مبین این است که صفت مذکور تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد. در این مطالعه مشخص شد که ژنوتیپ‌های برخوردار از تعداد روز تا گل‌دهی کم‌تر از نظر عملکرد دانه نیز برتر هستند. بنابراین تعداد روز تا گل‌دهی و رسیدگی دانه توزیع مواد پرورده و میزان پرشدن دانه را تحت تأثیر قرار داده و ژنوتیپ‌هایی که دارای دوره رشد رویشی و زایشی کم‌تری هستند می‌توانند از خطرات تنش خشکی در زمان رسیدگی دور بمانند (Saniens *et al.*, 1986). در همین راستا Cheshmehnoor *et al.* (2019) نشان دادند که در گیاه کلزا ۹۴ درصد گل‌دهی تابع ویژگی‌های وراثتی است. در مطالعات دیگر نیز به وراثتی‌بودن ویژگی گل‌دهی اشاره شده است (Chikkaputtaiah *et al.*, 2017; Aisha Akram *et al.*, 2018).

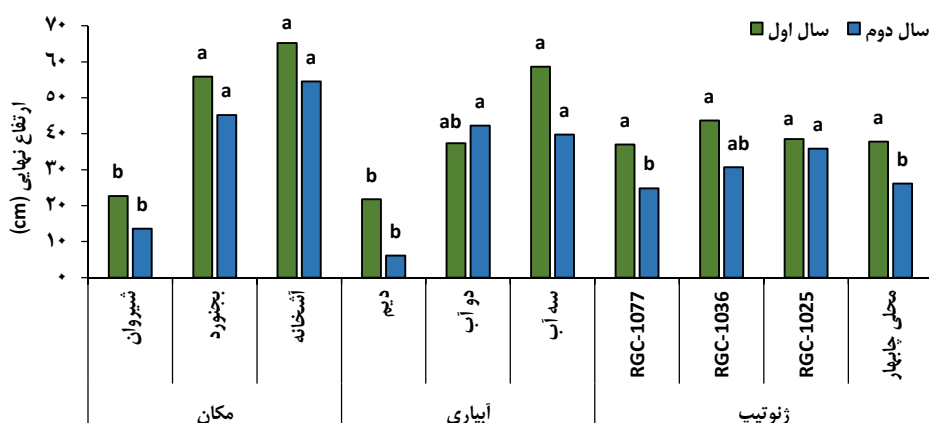


شکل ۲. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر تعداد روز تا گل‌دهی.

(وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD_{5%} است.)

۴.۳. ارتفاع نهایی گیاه

در شکل (۳) نتایج مقایسه میانگین اثر موقعیت مکانی، سطح آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های مختلف گیاه بر ارتفاع بوته نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در اغلب تیمارها اختلاف معنی‌داری بین سال اول و دوم نیست. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود در سال اول با توجه به تغییرات بارندگی و دما (شکل ۱) تغییرات ارتفاع گیاه تحت تأثیر ژنوتیپ نبود، در حالی که در سال دوم تغییرات معنی‌داری ناشی از تغییر در ژنوتیپ مشاهده شد. نتایج حاکی از آن است که ارتفاع بوته تحت تأثیر موقعیت کاشت قرار گرفته و در دو موقعیت بجنورد و آسرخانه نسبت به شیروان ارتفاع بیش‌تر بود. بیش‌ترین ارتفاع نیز در منطقه آسرخانه معادل ۵۸/۶۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. به‌طور کلی نتایج شکل (۳) نشان می‌دهد که تغییرات ارتفاع بوته تحت تأثیر موقعیت، آبیاری و ژنوتیپ قرار دارد. هم‌چنین مشاهده می‌شود که با افزایش آب ارتفاع بوته افزایش یافت. بلندترین بوته‌ها در سال اول از تیمار سه‌بار آبیاری تکمیلی به میزان ۵۸/۶۵ سانتی‌متر به‌دست آمد که از لحاظ آماری با تیمار دوبار آبیاری تکمیلی با ۳۷/۳۵ سانتی‌متر ارتفاع اختلاف معنی‌داری نداشت و در سال دوم از تیمار دوبار آبیاری تکمیلی به میزان ۴۲/۲۵ سانتی‌متر به‌دست آمد و کوتاه‌ترین بوته‌ها در مجموع دو سال آزمایش در تیمار دیم به‌ترتیب در سال اول و دوم به میزان ۲۱/۷۵ و ۶/۱۲ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۳). آبیاری تکمیلی در دوره بحرانی رشد گیاه تأثیر به‌سزایی در افزایش ارتفاع گیاه داشته است، بدین صورت که اثرات تنش خشکی بر گیاه تخفیف یافته و رطوبت نسبتاً مناسبی برای گیاه، به‌ویژه در مراحل حساس رشد، فراهم گردد و به‌دنبال آن ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. کاهش میزان آب قابل دسترس به‌ویژه در دوره گل‌دهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه‌کردن رشد زایشی به‌طور غیرمستقیم روی ارتفاع گیاه نیز تأثیر منفی دارد (Ataei Somagh et al., 2017). با وجود این که ارتفاع بوته بیش‌تر تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی گیاه است، اما به‌نظر می‌رسد که تنش خشکی باعث ایجاد رقابت بیش از حد بین بوته‌ها برای به‌دست‌آوردن آب می‌شود که این امر در نهایت منجر به کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و کوتاهی گیاه می‌شود (Jalilian et al., 2016). Chamani et al. (2019) نشان دادند که ارتفاع بوته گوار تحت تأثیر آبیاری قرار دارد که با نتایج این مطالعه همسو است. این پژوهش‌گران دامنه تغییرات ارتفاع بوته را در تیمارهای مختلف بین ۴۶ تا ۶۴ سانتی‌متر گزارش کردند. Ahmadi et al. (2017) نیز در طی مطالعه‌ای در کرج نشان دادند که ارتفاع گیاه گوار در حالتی که آبیاری شده است نسبت به حالت دیم بیش‌تر است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

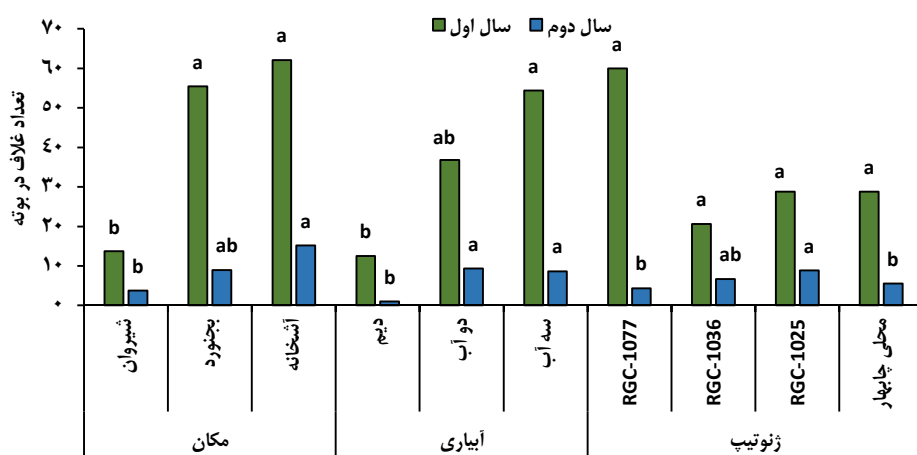


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر تعداد بر ارتفاع نهایی گیاه.

(وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون $LSD_{5\%}$ است).

۵.۳. تعداد غلاف در بوته

در شکل (۴) نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد مطالعه بر تعداد غلاف در بوته آمده است. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تغییرات موقعیت مکانی کاشت، آبیاری و ژنوتیپ قرار دارد. در منطقه شیروان نسبت به دو منطقه دیگر تعداد غلاف‌های کم‌تری به دست آمد. بیش‌ترین تعداد غلاف در منطقه آشنخانه برابر با ۶۲ به دست آمد. همچنین نتایج شکل (۴) نشان می‌دهد که با افزایش آبیاری تکمیلی تعداد غلاف‌ها در بوته افزایش یافت و گیاهانی که در سال اول سه‌بار آبیاری تکمیلی شده بودند بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته (۵۴/۴ عدد) را دارا بودند که به لحاظ آماری با تیمار دوبار آبیاری تکمیلی (۳۶/۸۱ عدد) اختلاف معنی‌داری نداشت، در حالی که در مجموع دو سال آزمایش کم‌ترین میزان آن در تیمار دیم به ترتیب در سال اول و دوم (۱۲/۴۷ و ۱ عدد) مشاهده شد. به نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف در بوته در تیمار سه‌بار آبیاری تکمیلی به علت طولانی شدن دوره رشد رویشی و افزایش بیوماس گیاه باشد. این نتایج با نتایج ارائه شده توسط سایر پژوهش‌گران در مورد عدس نیز مطابقت دارد (Hosseini *et al.*, 2011). ژنوتیپ‌های گوار از نظر تعداد غلاف در بوته در سال اول تفاوت معنی‌داری نداشتند، با این حال بیش‌ترین تعداد غلاف (۶۰/۰۳ عدد) در ژنوتیپ RGC-1077 و در سال دوم بیش‌ترین میزان آن (۸/۸۳ عدد) در ژنوتیپ RGC-1025 مشاهده شد (شکل ۴). با توجه به فصل کاشت این گیاه در این منطقه بدیهی است که بروز تنش خشکی در طول فصل رشد، اثرات سوء درجه حرارت‌های بالای تابستانه را تشدید می‌کند (Gregoire, 2003). این امر به‌ویژه در مورد محصولات دارای سیستم رشد نامحدود نظیر گوار و کنجد و حتی کلزا در صورتی که در طی فصل رشد پاییزه با چنین وضعیتی مواجه شود و به‌ویژه در صورت بروز تنش خشکی در طول مدت زمان گل‌دهی بحرانی‌تر بود و در مورد گوار که همانند کنجد یک محصول رشد نامحدود تلقی می‌شود، بروز خشکی هم‌زمان با درجه حرارت بالا در این پدیده از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر متفاوت بوده و وابستگی شدیدی به زمان گل‌دهی، رطوبت خاک و درصد رطوبت هوا در طول دوره گرما دارد. Avola *et al.* (2020) در مطالعه خود در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کاتانیا نشان دادند که ژنوتیپ گوار و آبیاری اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف و ارتفاع گیاه دارند.



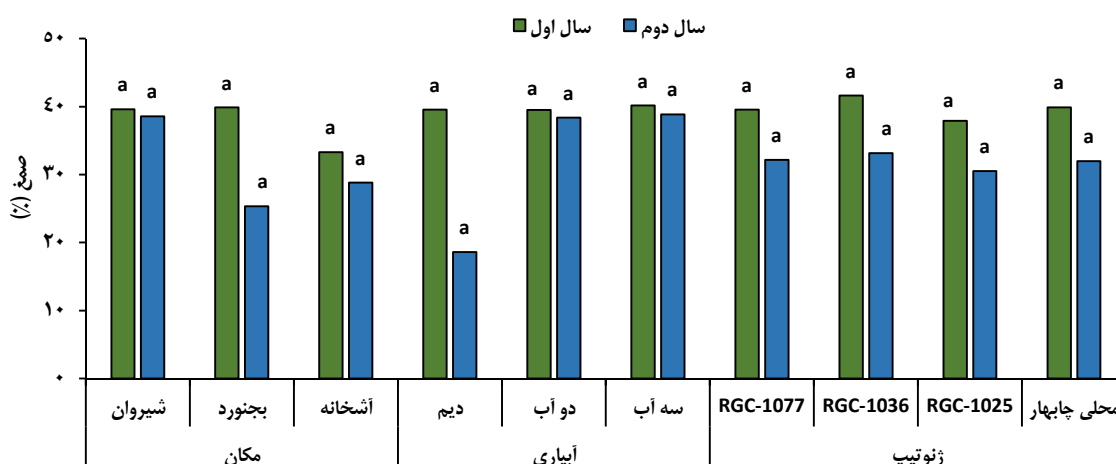
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر تعداد غلاف در بوته.

(وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD_{5%} است.)

۶.۳. درصد صمغ

در شکل (۵) نتایج مقایسه میانگین تغییرات درصد صمغ در تیمارهای مختلف نمایش داده شده است. نتایج نشان می‌دهد

که درصد صمغ در گیاه تحت تأثیر موقعیت، آبیاری و ژنوتیپ قرار ندارد و دارای تغییرات معنی‌داری نبوده است. همچنین مشاهده می‌شود که بین دو سال موردبررسی نیز اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. درصد صمغ یک صفت کمی است که توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین احتمال آسیب‌دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل‌کننده در اثر تنش خشکی و شرایط دیم بعید به نظر می‌رسد. از این‌رو تغییرات درصد صمغ در اثر تغییر آبیاری جزئی است (Tavakoli, 2002; Jakson, 1995). (Meftahizade *et al.*, 2018) طی مطالعه‌ای نشان دادند که درصد صمغ گیاه گوار تحت تأثیر آبیاری قرار گرفته است و مقدار صمغ را در تیمارهای مختلف بین ۲۸-۳۳ درصد به‌دست آوردند.

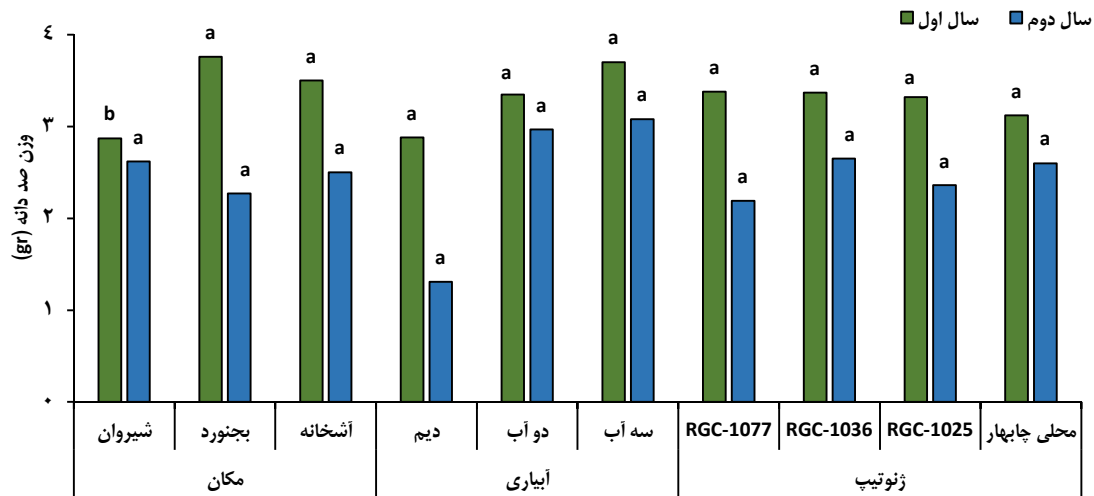


شکل ۵. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر درصد صمغ.

(وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD_{5%} است.)

۷.۳. وزن صدانه

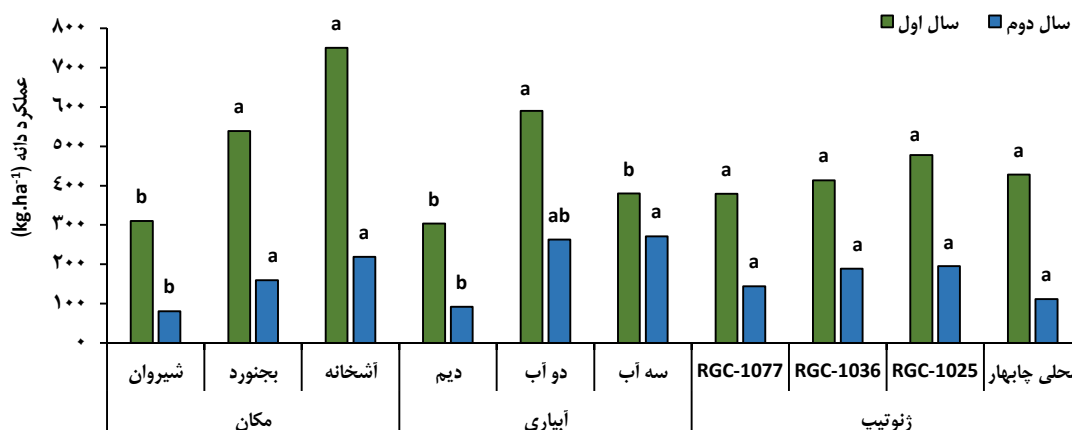
در شکل (۶) نتایج مقایسه میانگین تغییرات وزن صدانه در تیمارهای مختلف موردبررسی نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که وزن صدانه تحت تأثیر موقعیت کاشت قرار داشت، اما این صفت تغییر معنی‌داری ناشی از تغییر ژنوتیپ و آبیاری نشان نداد. نتایج نشان می‌دهد که در سال اول ژنوتیپ RGC-1077 نسبت به دیگر ژنوتیپ‌های موردبررسی دارای وزن صدانه بیش‌تری (۳/۳۸ گرم) بود، هرچند که این مقدار معنی‌دار نبود و بیش‌ترین آن در سال دوم در ژنوتیپ RGC-1036 با میزان (۲/۶۵ گرم) مشاهده شد (شکل ۶). نتایج همچنین نشان داد در مجموع دو سال آزمایش بیش‌ترین وزن صدانه به تیمار سه‌بار آبیاری تکمیلی به‌ترتیب در سال اول و دوم برابر (۳/۰۸ و ۳/۰۷ گرم) و کم‌ترین آن به تیمار دیم به‌ترتیب (۲/۸۸ و ۱/۳۱ گرم) تعلق داشت. به‌نظر می‌رسد که کاهش وزن دانه در هر بوته به‌علت کاهش مواد غذایی باشد، که این کاهش می‌تواند به‌علت کاهش ارتفاع، رشد رویشی و در نهایت کاهش سهم فتوسنتزی گیاه و کم‌شدن سهم دانه در دریافت کربوهیدرات باشد. بروز تنش خشکی در دوره رشد زایشی به‌دلیل کوتاه‌شدن دوره پرشدن دانه و نیز کاهش انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه که از مهم‌ترین سینک‌های فیزیولوژیکی هستند. به‌علت کاهش شاخص سطح برگ و فتوسنتز کم‌تر برگ سبب کاهش وزن دانه خواهد شد. این در شرایطی است که سقط جنینی به‌علت بروز تنش خشکی بلافاصله پس از گرده‌افشانی و در نتیجه ریزش دانه‌ها به این علت، از عوامل مؤثر بر وزن هزاردانه می‌باشد (Westgate & Peterson, 1993). (Avola *et al.*, 2020) نشان دادند که با تغییر الگوی آبیاری تغییر معنی‌داری در وزن دانه گوار ایجاد می‌شود.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر وزن صدانه. (وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD%5 است.)

۳.۸. عملکرد دانه

مقایسه میانگین صفات بین دو مکان اجرای آزمایش در سال اول (شکل ۷) نشان داد که پتانسیل عملکرد دانه گوار و اجزای آن در سال اول و دوم در شهرستان آشخانه به ترتیب به میزان (۷۵۰/۵ و ۲۱۹/۱ کیلوگرم در هکتار) برتر از بجنورد و شیروان است. این گیاه با توجه به این که رشد نامحدود می‌باشد و شرایط اقلیمی منطقه آشخانه جهت تداوم رشد، افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه تعداد غلاف در بوته و حتی افزایش وزن صدانه مناسب است، بنابراین از عملکرد بالاتری نسبت به مکان‌های شیروان و بجنورد برخوردار شده است. با بررسی داده‌های هواشناسی در دوره بلنمدت و سال اجرای آزمایش می‌توان پی برد که دمای حداقل و حداکثر بالاتر در منطقه آشخانه نسبت به مکان‌های بجنورد و شیروان عامل اصلی تفاوت عملکرد می‌باشد. اثر تیمار آبیاری تکمیلی بر روی عملکرد دانه در سال اول و دوم اجرای آزمایش معنی‌دار شد و بیش‌ترین عملکرد دانه در سال اول از تیمار دو بار آبیاری تکمیلی (۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) و در سال دوم از تیمار سه بار آبیاری تکمیلی به میزان (۲۷۱/۵۱ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۷). مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های کشت شده طی دو سال اجرای آزمایش تفاوت معنی‌داری را بین آن‌ها نشان نمی‌دهد (شکل ۷). این موضوع حاکی از عدم وجود رقم مناسب برای کشت و کار در منطقه نیز می‌تواند باشد که عامل اصلی پایین بودن متوسط عملکرد دانه گوار نسبت به متوسط ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار جهانی است. همان‌گونه که نتایج نشان داده است کم‌ترین عملکرد در تیمار دیم به دست آمده است. در شرایط تنش خشکی فعالیت فسفوانول پیروات کربوکسیلاز، رابیسکو، پیروات اورتو فسفات دی‌کیناز، فروکتوز ۱ و ۶ بیس فسفات و هم‌چنین پتانسیل آب برگ کاهش و در نتیجه فتوسنتز کاهش پیدا می‌کند (Farooq *et al.*, 2009). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی سبب کاهش انتقال مواد پرورده به قسمت‌های در حال رشد می‌شود در نتیجه میزان مواد پرورده‌ای که به دانه می‌رسد برای رشد مطلوب آن کافی نیست (Yadav *et al.*, 2004). Chamani *et al.* (2019) نشان دادند که عملکرد گیاه گوار وابسته به آبیاری است و بیش‌ترین عملکرد دانه را در تیمار شش روز آبیاری معادل ۱۲۴۵ کیلوگرم در هکتار به دست آوردند. Avola *et al.* (2020) نیز نشان دادند که عملکرد گیاه گوار تحت تأثیر ژنوتیپ و رژیم آبیاری است.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر موقعیت، آبیاری تکمیلی و ژنوتیپ‌های گوار بر عملکرد دانه.

(وجود حرف مشابه بین سطوح مختلف تیماری هر کدام از صفات برای هر سال اجرای آزمایش بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون LSD_{5%} است.)

۹.۳. همبستگی

ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده طی دو سال اجرای آزمایش (جدول ۲) بیانگر رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد روز تا گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و وزن صدانه است. رابطه مثبت تعداد غلاف در بوته با ارتفاع منجر به رابطه مثبت و معنی‌دار رابطه ارتفاع گیاه با عملکرد دانه می‌شود (جدول ۲). از طرفی نکته قابل توجه در روابط همبستگی بین صفات، رابطه قوی و مثبت بین وزن صدانه و درصد صمغ است که حاکی از درصد صمغ بالاتر دانه‌های درشت می‌باشد. وزن صدانه و تعداد غلاف در بوته گوار نیز از رابطه مثبت و معنی‌داری برخوردار بودند (جدول ۲). رابطه تعداد روز تا گل‌دهی با سایر صفات به‌جز عملکرد دانه منفی و غیرمعنی‌دار شد. لاین زودرس تعداد روز تا گل‌دهی کم‌تری تا لاین دیرس داشت (جدول ۲). این موضوع مؤید این نکته است که وارپته‌های دیررس از پتانسیل عملکرد دانه بیش‌تری در شرایط آبیاری تکمیلی برخوردار بودند. همبستگی مثبت ارتفاع بوته با عملکرد دانه ارقام گوار در این آزمایش با یافته‌های برخی از پژوهش‌گران در گیاهان دیگر مطابقت دارد. Loomis & Williams (1969) گزارش کردند که ارقام پابلند در مقایسه با ارقام پاکوتاه دارای مزیت هستند. چون در این ارقام سطح دریافت‌کننده نور بیش‌تر است که به انجام فتوسنتز مناسب و در نهایت عملکرد بالا منتهی می‌شود. ارتفاع بوته صفتی است که بیش از هر عامل دیگر تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی قرار می‌گیرد. با این حال، شرایط محیطی از جمله تنش خشکی، ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طوری‌که Rahman *et al.* (2000) کاهش ارتفاع بوته را عامل مؤثری در کاهش عملکرد نخود تحت شرایط آبیاری محدود اعلام کردند.

جدول ۳. همبستگی صفات مورد آزمون در ژنوتیپ‌های گوار تحت تأثیر آبیاری تکمیلی

عملکرد دانه	درصد صمغ	وزن صدانه	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع نهایی	روز تا گل‌دهی
۱	۱	۱	۱	۱	۱
۰/۵۱ns	۰/۸۳**	۰/۶۴*	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*
۰/۷۷**	۰/۴۳ns	۰/۴۹ns	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*
۰/۸۱**	۰/۲۴ns	۰/۲۸ns	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*
۰/۸۱**	۰/۲۴ns	۰/۲۸ns	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*
۰/۶۳*	۰/۲۴ns	۰/۲۸ns	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*
۰/۶۵*	۰/۱۸ns	۰/۲۸ns	۰/۶۸*	۰/۶۳*	۰/۶۵*

ns و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۴. نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای اولین بار تعدادی از ارقام تجاری و توده محلی گوار جهت کاشت در مناطق دیم استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. تاکنون هیچ مطالعه‌ای در خصوص کاشت گوار در مناطق دیم در ایران گزارش نشده است. گوار گیاهی است که در شرایط دمایی نسبتاً پایین، رشد مطلوبی ندارد، بنابراین شاخص‌های عملکردی آن در نواحی معتدل‌تر مانند منطقه آشنانه نسبت به دو منطقه دیگر که دمای سردتری دارند، بهتر بوده است. با توجه به این که مراحل غلاف‌بستن و پرشدن دانه، به‌عنوان دو مرحله بحرانی به تنش آبی در گوار شناخته می‌شوند، لذا در مناطق دیم، اگر در این دو مرحله بارندگی رخ دهد، گوار دارای عملکرد مناسبی خواهد بود. همان‌طور که در این مطالعه مشاهده شد، اثر آبیاری تکمیلی در مقایسه با دیم، از نظر ویژگی‌های عملکردی وضعیت مطلوب‌تری را نشان داد. نتیجه‌گیری کلی این که برای حصول اطمینان از عملکرد گوار در مناطق دیم، وجود دمای مطلوب در طول دوره رشد و بارندگی در مراحل پایانی رشد (غلاف‌دهی و دانه‌بستن) ضروری می‌باشد.

۵. تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات دیم کشور جهت تأمین منابع مالی برای اجرای این مطالعه، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

- Ahmadi, S., Hatamzadeh, A., Sahraroo, A., & Biglueii, M.H. (2017). Effect of irrigation period on some morphological traits of Guar (*Cyamopsis Tetragonoloba*) in karaj region. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 11(1), 225-233.
- Aisha Akram, N., Iqbal, M., Mohammad, A., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., & Shafiq, S. (2018). Aminolevulinic acid and nitric oxide regulate oxidative defense and secondary metabolisms in canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. *Protoplasma*, 255, 163-174.
- Ataei Somagh, H., Habibi, H., & Fotokian, M.H. (2017). Effects of irrigation period and surfactant application on some yield and morphological characteristics of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(1), 31-44. (in Persian)
- Avola, G., Riggi, E., Trostle, C., Sortino, O., & Gresta, F. (2020). Deficit Irrigation on Guar Genotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.): Effects on Seed Yield and Water Use Efficiency. *Agronomy*, 10(6), 789.
- Chamani, F., Tohidi, N. E., & Mohayjeji, M. (2019). Effect of drought tension and salicylic acid on some morphophysiological and agronomic traits of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Crop Physiology Journal*, 10(40), 5-18. (in Persian)
- Cheshmehnoor, M., behamta, M., Shah Nehat boshehri, A., abasi, A., & Alizadeh, B. (2019). Effect of Drought Stress After Flowering Period on Morpho-Physiological Characteristics and Yield of Some Winter Genotypes of Rapeseed (*Brassica napus* L.) in Field Condition. *Journal of Crop Breeding*, 11(30), 88-97. (in Persian)
- Chikkaputtaiah, C., Debbarma, J., Baruah, I., Havlickova, L., Deka Boruah, H.P., & Curn, V. (2017). Molecular genetics and functional genomics of abiotic stress responsive genes in oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review of recent advances and future. *Journal of plant Biotechnology Reports*, 3(11), 365-384.

- Delfani, M., Hatami, A., Pourdad, S., Tahmasebi, Z., Fattah nia, F., & Jahansooz, M.R. (2019). Investigation of the effect of plant density and supplementary irrigation on response of photosynthetic pigments and catalase and ascorbate peroxidase and forage yield of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant Process and Function*, 8(32), 137-156. (in Persian)
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management in Sustainable agriculture. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 153-188.
- Gregoire, T. (2003). Canola-high temperatures and drought, North Dakota state university agriculture and uni versity extension, Devils Lake, ND, 58301-2571.
- Heydarzade, M., Ehteshami, S.M.R., & Rabiee, M. (2020). Effect of planting date and plant density on qualitative characteristics, yield and yield components of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) in Guilan province. *Plant Process and Function*, 9(39), 197-214. (in Persian)
- Hosseini, F.S., Nezami, A., Parsa, M., & Hajmohammadnia Ghalibaf, K. (2011). Effects of supplementary irrigation on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivars in Mashhad climate. *Journal of Water and Soil*, 25(3), 625-633. (In Persian).
- Jakson, K.J. (1995). Plant population and moisture usage in sunflower, sesame and safflower. Status and Potentials. 26 pp.
- Jalilian, J., Amirnia, R., Gholinezhad, E., & Abbaszadeh, S. (2016). The effect of supplemental irrigation and seed priming on seed yield, yield components and some characteristics of vetch. *Journal of Crops Improvement*, 18(3), 625-637. (in Persian)
- Kruchina-Bogdanov, I.V., Miroshnichenko, E.V., Shaukharov, R.A., Kantemirova, E.N., Golovina, M.A., Abdullaev, K.M., & Potokina, E.K. (2019). Impact of growing conditions on the gum properties of different genotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Vavilov Journal Genetics and Breeding*, 23(7), 941-948.
- Liyanage, S., Abidi, N., Auld, D., & Moussa, H. (2015). Chemical and physical characterization of galactomannan extracted from guar cultivars (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Industrial Crops and Products*. 74, 388-396.
- Loggale, L.B. (2018). Responses of Guar to Supplemental Irrigation in Heavy Clay Soils of Abu Naama. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 11(9), 12-16.
- Loomis, R., & Williams, W.A. (1969). Productivity and the morphology of crop stands: Pattern with leaves. Pp. 112-119. In: JD Easian (ed). Physiological aspects of crop yield. ASA and CSSA, Madison.
- Meftahizade, H., Hamidoghli, Y., Assareh, M.H., & Javanmard Dakheli, M. (2018). Phytochemical properties of three genotypes of *Cyamopsistetragonoloba*L. under irrigation regimes and sowing dates. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 34(4), 617-628. (in Persian)
- Meftahizadeh, H., Ghorbanpour, M., & Asareh, M.H. (2019a). Comparison of morphological and phytochemical characteristics in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) landraces and cultivars under different sowing dates in an arid environment. *Industrial Crops and Products*, 140, 111606.
- Meftahizade, H., Ghorbanpour, M., & Asareh, M.H. (2019b). Changes in phenological attributes, yield and phytochemical compositions of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) landraces under various irrigation regimes and planting dates. *Scientia Horticulturae*, 256, 108577.
- Meftahizadeh, H., & Asareh, M.H. (2019). Comparison of native populations and commercial cultivars of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for yield, yield components, and qualitative characteristics under different seasonal cultivation. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 35(3), 456-470.

- Meng, W., Yu, Z., Zhao, J., Zhang, Y., & Shi, Y. (2017). Effects of supplemental irrigation based on soil moisture levels on photosynthesis, dry matter accumulation, and remobilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Plant Production Science*, 20, 215-226.
- Naoumkina, M., Torres-Jerez, I., Allen, S., He, J., Zhao, P.X., Dixon, R.A., & May, G.D. (2007). Analysis of Cdna libraries from developing seeds of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub). *BMC Plant Biology*, 7(1), 62.
- Rahman, L., Sakuraton, E., & Uddiu, T. (2000). Ecological adoption of chickpea to waterstress. *Legume Research*, 23, 145-200.
- Sabahelkheir, M.K., Abdalla, H., & Nouri, S.H. (2012). Quality assessment of guar gum (endosperm) of guar (*Cyamopsis tetragonoloba*). *ISCA Journal of Biological Sciences*, 1, 67-70.
- Saniensc, N.N., Ittu, G., Tapu, C., & Veadu, P. (1986). Observations on the some performance of some wheat and triticale cultivars under drought conditions. *Problem de Genetica Floretica Aplicata*, 18, 1- 16.
- Tavakoli, A. (2002). Study effect of withholding irrigation in different growth stages on yield of safflower cultivars. MSc Thesis. University of Tehran, Tehran, 120 pp. (In Persian)
- Trostle, C. (2020). Guar Production in Texas & SW Oklahoma. Available online: <https://lubbock.tamu.edu/files/2020/04/Guar-2020-West-Texas-SW-Oklahoma-CTrostle.pdf> (accessed on 2 April 2020)
- Westgate & Peterson. (1993). Simulation of Soybean seed Yield Response to Irrigation Timing: Validation of the EPIC Model. *Journal of Production Agriculture*, 230-232.
- Yadav, R.S., Hash, C.T., Bidinger, F.R., Devos, K.M., & Howarth, C.J. (2004). Genomic regions associated with grain yield and aspects of postflowering drought tolerance in pearl millet across environments and tester background, *Euphytica*, 136, 265-277.