"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و یکم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

مقاله پژوهشی

اثر زمان کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه دو اکوتیپ گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

Effect of sowing time and plant density on growth and seed yield of two guar ecotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)

مریم مهدی پور افرا[۱]، مجید آقاعلیخانی[۲]، علی مختصی بیدگلی[۳] و سعید صوفی زاده[۴]

چکیده

مهدی پور افرا،م.، م.آقاعلیخانی، ع. مختصی بیدگلی و س. صوفی زاده. ۱۳۹۸. اثر زمان کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه دو اکوتیپ گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۱(۲): ۱۲۶-۱۰۹.**

به منظور ارزیابی طول دوره رشد و عملکرد دانه دو اکوتیپ گوار در پاسخ به زمان کاشت و تراکم بوته، آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های خرد شده- فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت (اول و ۱۵ خرداد، اول و ۱۵ تیر) در کرت‌های اصلی و سه تراکم بوته (۱۳۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ هزار بوته در هکتار) و دو اکوتیپ گوار (هندی و پاکستانی) (به صورت فاکتوریل) در کرت‌های فرعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت اول خرداد و تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار، بیشترین عملکرد دانه (۳۰۰٤/۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد و در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد، بیشترین عملکرد دانه (۱۸۳٤/٤ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد. عملکرد دانه اکوتیپ‌های گوار در تاریخ کاشت اول و ۱۵ خرداد تفاوت معنی‌داری داشتند، به طوری که در تاریخ کاشت اول خرداد اکوتیپ پاکستانی بیشترین عملکرد دانه (۲۷۰٦/۱ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. در تاریخ کاشت دوم (۱۵ خرداد) نیز اکوتیپ پاکستانی ۳۲/۱ درصد عملکرد دانه بیشتری نسبت به اکوتیپ هندی داشت. اکوتیپ پاکستانی از نظر میزان آندوسپرم دانه (٤۰/۵ درصد) نسبت به اکوتیپ هندی (۳۸/۸) برتری داشت. نتایج نشان داد که اکوتیپ پاکستانی گوار در تاریخ کاشت اول خرداد با تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار، به دلیل برخورداری از فصل رشد طولانی‌تر، ارتفاع بوته و ماده خشک بیشتری داشته و ضمن تولید غلاف و وزن هزار دانه بیشتر، عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت، بر این اساس کشت اکوتیپ پاکستانی گوار در تاریخ اول خرداد و با تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار، برای مناطق مشابه آب و هوای کرج مناسب به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: آندوسپرم دانه، صمغ گوار، فواصل بوته، لوبیای خوشه‌ای و وزن هزار دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتر نگارنده اول می‌باشد.

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: maghaalikhani@modares.ac.ir)
۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

مقدمه

ایران کشوری خشک و نیمه خشک است که در طی سال‌های اخیر مشکل کم‌آبی آن حادتر شده و این مشکل هر ساله تولید گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنابراین انتخاب گیاهان زراعی مناسب و استفاده از روش‌های صحیح مدیریت زراعی می‌تواند دستیابی به عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود آب را امکان پذیر کند. هر چند در انتخاب گیاه زراعی مناسب برای کشت‌های تابستانه و دارای قابلیت تناوب با غلات پاییزه، محدودیت وجود دارد. گوار [*Cyamopsis tetragonoloba* L. (Taub.)] گیاهی خودگرده‌افشان و از خانواده بقولات است (Akhtar *et al.*, 2015) که با نام لوبیای خوشه‌ای نیز شناخته می‌شود. این گیاه زراعی با عادت رشدی سریع (Ashraf *et al.*, 2002)، نیاز آبی نسبتا کم و تحمل خوب در برابر تنش کم آبی (Gendy *et al.*, 2013) گزینه مناسبی برای تولید دانه در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران به نظر می‌رسد و برای برقراری یک نظام زراعت کم‌نهاده قابل استفاده است. با توجه به توانایی تثبیت زیستی نیتروژن، گوار مانند اکثر بقولات یکساله، گیاه مناسبی جهت بهبود حاصلخیزی خاک نیز محسوب می‌شود (Lakshmi Kalyani, 2012) و بر همین اساس در تناوب با غلات و گیاهان دانه روغنی که نیاز نیتروژنی بالایی دارند، قابل توصیه است (Stacy Lawson Gill, 2009). در صورت تبیین مناسبت‌های اکولوژیک و سودمندی‌های متعدد گوار برای نظام‌های کشاورزی و همچنین مصارف عمده صنعتی و دارویی فرآورده‌های حاصل از دانه آن همراه با امکان استفاده از شاخساره گیاه به‌عنوان علوفه و کود سبز (Eldirany *et al.*, 2015) برای متخصصین زراعت، رویکرد بخش تحقیقات پایه برای کشت و بهره‌برداری از این گیاه در بوم نظام‌های زراعی کشور افزون خواهد شد.

ارزش تجاری بالای دانه گوار عمدتا به دلیل استخراج صمغ آندوسپرمی (گالاکتومانان) از آن است (Patil, 2014) که با عنوان تجاری صمغ گوار (Guar gum) شناخته می‌شود (Gendy *et al.*, 2013). کاربردهای صنعتی متنوعی از صمغ گوار را می‌توان برشمرد، به طوری که هر محصولی که در آن آب یکی از اجزای سازنده باشد (مواد غذایی، دارویی، نساجی، لوازم آرایشی و بهداشتی) و در صنایع حفاری چاه‌های نفت و گاز و استخراج از معادن می‌توان از صمغ گوار استفاده کرد (Akhtar *et al.*, 2015; Eldirany *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2014). استفاده از صمغ گوار به‌عنوان چسباننده در صنایع پتروشیمی، این صنعت را متحول کرده و باعث افزایش قابل توجهی در تولید گاز طبیعی در جهان شده است. در یک گزارش کاربری صمغ گوار به عنوان عامل اصلی افزایش روز افزون تقاضای جهانی معرفی شده است (Falasca *et al.*, 2015). در سال‌های اخیر به دنبال این افزایش تقاضا، قیمت گوار تا حدود ۲۳۰ درصد و حتی بیشتر افزایش یافته است (Gresta *et al.*, 2013). کنجاله گوار نیز که محصول جانبی فرآیند استخراج صمغ از دانه است، حاوی ۱۳-۵ درصد ساپونین و ۳۳ تا ۴۷/۵ درصد پروتئین خام است که می‌توان از آن در جیره غذیی دام و طیور استفاده کرد (Hassan *et al.*, 2008).

تاکنون تحقیقات اندکی در مورد گیاه گوار در ایران انجام شده و معرفی آن برای شروع کشت و کار در کشور نیاز به بررسی تاثیر عواملی مانند زمان کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت محصول دارد. اصولا زمان کاشت هر گیاه زراعی با توجه به رقم مورد نظر برای کشت متفاوت است، بعلاوه تعیین بهترین زمان کاشت برای ارقام اصلاح شده و در دست معرفی و اطلاع از رشد، عملکرد و کیفیت آن‌ها در زمان‌های مختلف کاشت، ضروری است (Lakshmi-Kalyani, 2012). زمان کاشت رسیدگی محصول گوار را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بالا بودن میانگین دمای هوا در طول فصل رشد، طول روزهای

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

بلند و آب و هوای خشک، باعث افزایش سرعت فتوسنتز، افزایش زیست توده و عملکرد دانه گوار می‌شود. ترکیب اثر منفی دماهای پایین، رطوبت بالا و طول روز کوتاه در کشت‌های تاخیری، باعث کاهش عملکرد دانه گوار خواهد شد، در حالی‌که دماهای بالا و طول روز بلند باعث رشد سریع و افزایش عملکرد دانه گوار در کشت های زودهنگام می‌شود (Sudhir *et al.*, 2015). نتایج یک آزمایش در شهر تیروپاتی هندوستان (دارای آب و هوای مرطوب گرمسیری با زمستان‌های معتدل) نشان داد که در زمان‌های مختلف کاشت (هفته اول، دوم، سوم و چهارم جولای، هفته اول، دوم، سوم و چهارم آگوست) (معادل هفته دوم، سوم و چهارم تیر ماه و هفته اول، دوم، سوم و چهارم مرداد ماه و هفته یکم شهریور ماه) بیشترین عملکرد دانه، تعداد خوشه در بوته، تعداد غلاف در خوشه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد صمغ خام و عملکرد پروتئین خام در ارقام مختلف گوار در کشت‌های هفته اول و دوم جولای (معادل هفته دوم و سوم تیر ماه) به دست آمد (Lakshmi-Kalyani, 2012). در گزارش گرستا و همکاران (Gresta *et al.*, 2013)، اثر زمان‌های کاشت ۷ می و ۲۶ ژوئن ۲۰۰۳ و ۱۸ می و ۳۰ ژوئن ۲۰۰۴ (معادل ۱۷ اردیبهشت و پنجم تیرماه در سال ۱۳۸۲ و ۲۸ اردیبهشت و نهم تیرماه در سال ۱۳۸۳) بر عملکرد دانه و صمغ گالاکتومانان چهار رقم گوار در ایتالیا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ارقام Lewis و Santa Cruz بیشترین عملکرد دانه (۲/۵ تن در هکتار) را داشتند و عملکرد دانه گوار در کاشت زودهنگام (۲/۳ تن در هکتار) به مراتب بیشتر از عملکرد در کاشت تاخیری (۰/۵ تن در هکتار) بود. مفتاحی زاده و همکاران (Meftahizade *et al.*, 2017) گزارش دادند که در شرایط آب و هوایی ایلام، عملکرد دانه گوار در تاریخ کاشت ۳۰ جولای (معادل ۸ مرداد ماه) بیشتر از ۱۵ جولای (معادل ۲۴ تیرماه) بود.

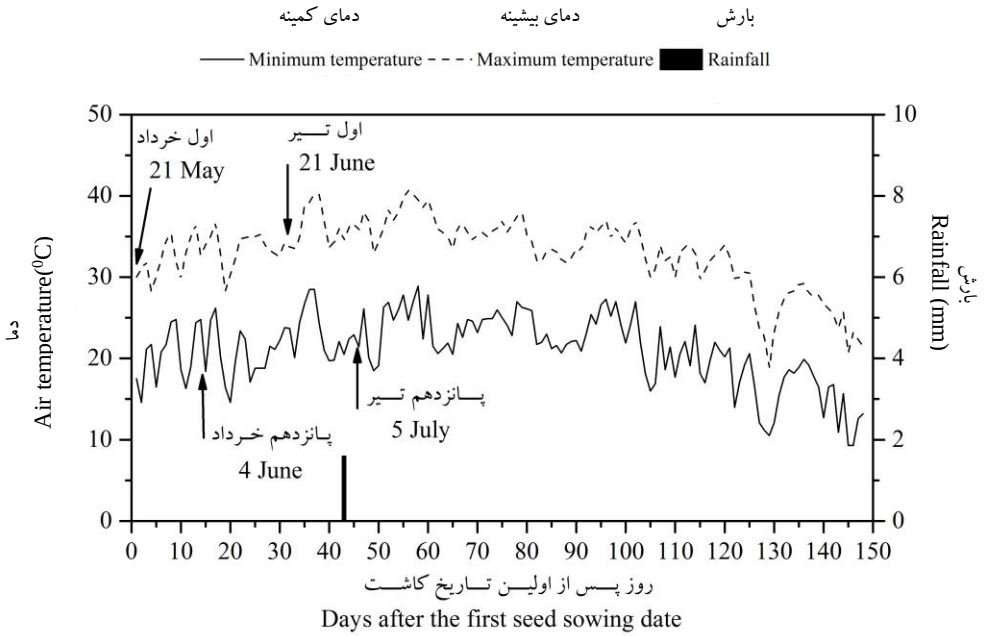
عملکرد گالاکتومانان در گوار عمدتا به تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه وابسته است. از این رو روش‌های مدیریت و بهبود ژنتیکی گوار برای تولید صمغ باید با هدف افزایش تعداد غلاف در بوته صورت گیرد. بر این اساس اهمیت بررسی عامل تراکم بوته بیش از پیش مشخص می‌شود، زیرا تراکم بوته بر تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه بر تعداد غلاف در بوته تاثیر دارد. در تراکم‌های بیشتر از حد بهینه، رقابت درون گونه‌ای باعث کاهش عملکرد شده، اما در تراکم‌های کمتر از حد بهینه، عوامل محیطی مانند نور، فضا، آب و خاک به نحو مطلوب مورد استفاده گیاه قرار نمی‌گیرد و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Lone *et al.*, 2010). کشت گوار در ردیف‌های باریک ممکن است نتایج مطلوب‌تری داشته باشد، زیرا به گیاه حالت رشدی افراشته‌تر می‌دهد (Akhtar *et al.*, 2012). با افزایش تراکم بوته، فواصل ردیف کاهش یافته و عملکرد کل در هکتار افزایش می‌یابد، بنابراین، افزایش تعداد بوته در واحد سطح، می‌تواند کاهش تعداد غلاف‌های بوته را جبران کند و تعداد غلاف در مترمربع را افزایش دهد (Deka *et al.*, 2015). رگان و همکاران (Regan *et al.*, 2003) گزارش کردند که بین عملکرد دانه نخود و تراکم بوته رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشته و دلیل عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر را تعداد بیشتر بوته در واحد سطح اعلام کردند. نتایج آزمایش شریفی و همکاران (Sharifi *et al.*, 2016) نشان داد که با افزایش تراکم بوته باقلا از ۸ به ۱۶ بوته در متر مربع عملکرد دانه ۶۳ درصد افزایش یافت.

هدف از این پژوهش بررسی اثر زمان کاشت و تراکم بوته در دو اکوتیپ از گیاه جدید گوار به‌عنوان یک گیاه بقولاتی جایگزین برای شرایط آب و هوایی کرج و سایر مناطق با اقلیم مشابه، جهت دستیابی به بالاترین عملکرد و کیفیت دانه بود.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی بهار و تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (چیتگر) به دانشکده کشاورزی، این منطقه با ۲۷۴ میلی‌متر بارندگی سالانه دارای آب و هوای نیمه‌خشک بوده و متوسط دمای سالیانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. اطلاعات آب و هوایی (بارش، دمای کمینه و دمای بیشینه) فصل رشد گوار در شکل یک نشان داده شده است. بافت خاک محل اجرای آزمایش شنی سیلتی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش، در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- بارش، دمای کمینه و دمای بیشینه هوای محل اجرای آزمایش در طول فصل رشد (۱۳۹۵)

Fig. 1. Rainfall, minimum and maximum air temperature during growing season at experimental site (2016)

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده- فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار تاریخ کاشت (اول و ۱۵ خرداد، اول و ۱۵ تیر) در کرت‌های اصلی و سه تراکم بوته (۱۳۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار) و دو اکوتیپ گوار (هندی و پاکستانی) (به صورت فاکتوریل) در کرت‌های فرعی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تاریخ کشت‌های یادشده میانگین روزانه دمای هوا به ترتیب ۲۳/۷ ، ۲۶/۲، ۲۸/۷ و ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد بود. تراکم‌های بوته بر اساس سه فاصله روی ردیف؛ ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شدند.

بذر اکوتیپ‌های گوار از طریق یکی از شرکت‌های داخلی وارد کننده بذر از کشور هندوستان (Nufield Genetics PVT. LTD) تامین شد. بر اساس نتایج آزمون بذر، هر دو نمونه بذری قوه نامیه ۱۰۰ درصدی داشتند. پس از عملیات تهیه زمین، کاشت بذر با فواصل مورد نظر در عمق ۵-۲/۵ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۴/۵ متر در نظر گرفته شد. در طول دوره رشد گیاه،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at experimental site

خصوصیات فیزیکی Physical properties	Clay (%)	رس	16
	Sand (%)	شن	60
	Silt (%)	سیلت	24
	EC ($dS.m^{-1}$)	هدایت الکتریکی	1.13
	pH		7.37
خصوصیات شیمیایی Chemical properties	T.N.V (%)	مواد خنثی شونده	6.5
	Organic carbon (%)	کربن آلی	1.28
	Organic matter (%)	ماده آلی	2.21
	Total N (%)	نیتروژن	0.13
	P ($mg.kg^{-1}$)	فسفر	77
	K ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم	412

کلیه فعالیت‌های داشت شامل تنک‌کردن و وجین علف های‌هرز، کوددهی و آبیاری به نحو مطلوب انجام شد. با توجه به غنای خاک مزرعه از نظر فسفر و پتاسیم، فقط ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره) در دو نوبت (مرحله چهار برگی و مرحله طویل شدن ساقه) به صورت نواری (۱۰ سانتیمتر در کنار و پنج سانتیمتر در زیر محل کاشت بذر) در کنار ردیف‌های کاشت به خاک داده شد. آبیاری با استفاده از تیپ و با توجه به بافت بسیار سبک خاک مزرعه (جدول ۱) به مقدار کم، در فواصل زمانی نزدیک‌تر انجام شد، به طوری که به صورت چشمی علائم تنش کم آبی در کرت‌ها مشاهده نشود. تعیین تعداد روز تا رسیدگی در هر تیمار، بر مبنای تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن غلاف‌های ۷۵ درصد بوته‌های هر کرت در نظر گرفته و ثبت شد (Gohar Ansari and Aparna, 2017). در پایان فصل رشد، پس از حذف حاشیه‌ها، نمونه‌برداری تصادفی از ردیف‌های میانی کرت‌ها صورت گرفت (۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی) و ارتفاع بوته، تعداد غلاف در مترمربع، عملکرد ماده خشک، وزن صد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان آندوسپرم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه، پس از کف‌بر کردن بوته‌های هر کرت از سطح یک مترمربع و خشکاندن نمونه‌ها در آون، عملکرد ماده خشک بوته‌ها (برگ، ساقه، غلاف و دانه) تعیین شده و پس از جدا کردن دانه‌ها از غلاف، عملکرد دانه محاسبه گردید. از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت محاسبه شد.

برای تعیین میزان آندوسپرم دانه ، ابتدا نمونه‌ای ۵۰ گرمی از بذرهای هر واحد آزمایشی در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت شش ساعت در آون خشکانده شده، سپس پنج گرم بذر از هر نمونه تیماری انتخاب و پس از خیساندن در آب ۸۰ درجه سانتی‌گراد پوست‌گیری و آندوسپرم آنها جدا و در آون خشکانده شد. میزان آندوسپرم با استفاده از رابطه ۱ تعیین شد (El-awad, 1998).

(رابطه ۱) ۵/(۱۰۰×وزن نمونه آندوسپرم) =میزان آندوسپرم (درصد)

تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و OriginPro 9.1، Excel و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ در تاریخ کاشت‌های مورد بررسی بر ارتفاع بوته در اکوتیپ پاکستانی بیشتر از اکوتیپ هندی بود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته در تاریخ

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

کاشت اول خرداد و اکوتیپ پاکستانی مشاهده شد (۱۱۹/۳ سانتی‌متر)، اما در تاریخ کاشت ۱۵ تیر و اکوتیپ هندی ارتفاع بوته حدود ۵۰ درصد کاهش داشت. ارتفاع بوته گوار بر اساس شرایط مختلف محیطی و مدیریتی از ۵۰ تا ۳۰۰ سانتی‌متر متغیر است. تفاوت در ارتفاع بوته می‌تواند به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی هر رقم باشد (Akhtar *et al.*, 2012). در این آزمایش در هر تاریخ کاشت، ارتفاع بوته گوار در اکوتیپ پاکستانی بیشتر از اکوتیپ هندی بود. در تاریخ کاشت ۱۵ تیر به دلیل نامساعد بودن شرایط محیطی (میانگین دمای بیشتر در ابتدای فصل رشد و طول دوره رویشی کمتر)، ارتفاع بوته اکوتیپ پاکستانی تفاوت معنی‌داری با اکوتیپ هندی نداشت، اما در تاریخ کاشت‌های مساعد، ارتفاع بوته در اکوتیپ پاکستانی بیشتر از اکوتیپ هندی بود. دکا و همکاران (Deka *et al.*, 2015) در ارزیابی اثر تاریخ کاشت (۱۰ و ۲۴ تیر، ۱۰ و ۲۴ مرداد) و فواصل کاشت (۳۰×۴۵ سانتی‌متر، ۳۰×۶۰ سانتی‌متر و ۴۵×۴۵ سانتی‌متر) بر رشد و عملکرد گوار گزارش دادند که در تاریخ کاشت‌های زودهنگام به علت رشد رویشی مناسب، ارتفاع بوته‌ها بیشتر بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته گوار (سانتی‌متر) در اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Table 3. Mean comparison plant height of guar (cm) in interaction effect of planting date and ecotype treatments

		اول خرداد 22 May	پانزدهم خرداد 5 June	اول تیر 22 Jun	پانزدهم تیر 6 July
Pakistani ecotype	اکوتیپ پاکستانی	119.3a	108.8a	85.4a	67.1a
Indian ecotype	اکوتیپ هندی	89.0b	78.6b	69.5b	58.5b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار و کمترین ارتفاع بوته از تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار (۱۵ درصد کاهش) بدست آمد (جدول ۴). واضح است که در تراکم بوته کم، رقابت بین گونه‌ای کم‌تر بوده و گیاهان از نظر دسترسی به منابع محدودیتی ندارند، با افزایش تراکم بوته رقابت درون گونه‌ای افزایش یافته و رقابت بوته‌ها برای دسترسی به منابع افزایش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که در تراکم بوته کمتر، دسترسی بیشتر به منابع و رقابت کمتر باعث ارتفاع بوته بیشتر شده باشد. ساسمیتا و همکاران (Sasmita *et al.*, 2017) نیز گزارش دادند که ارتفاع بوته گوار با افزایش فاصله بین بوته، افزایش یافت.

نتایج نشان داد که تعداد روز از کاشت تا برداشت (روز تا رسیدگی) در اکوتیپ پاکستانی در تیمارهای تاریخ‌های کاشت بیشتر از اکوتیپ هندی بود (شکل ۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی و شاخص برداشت اکوتیپ‌های گوار در تیمار تراکم بوته

Table 4. Mean copmarisons of plan height, days to maturity and harvest index in guar ecotypes in plant density treatment

تراکم بوته Plant density (plant.ha^{-1})	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height (cm)	شاخص برداشت Harvest index (%)
130000	100.6c	91.6a	21a
200000	102.6b	84.2b	19ab
400000	105.2a	77.9c	16b

در هر ستون میانگین‌هایی دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

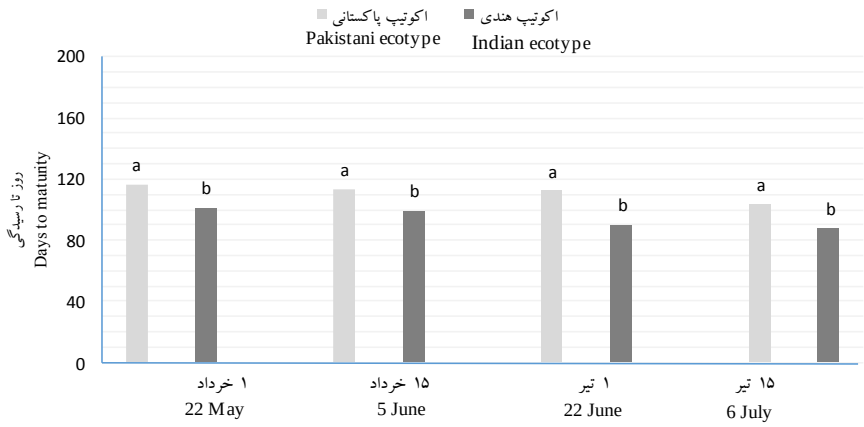
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

بیشترین طول فصل رشد در اکوتیپ پاکستانی کشت شده در تاریخ اول خرداد مشاهده شد (۱۱۶/۱ روز) و طول فصل رشد در تاریخ کاشت پانزدهم تیر و اکوتیپ هندی ۲۴/۵ درصد کمتر بود (شکل ۲). بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که اکوتیپ پاکستانی طول دوره رسیدگی طولانی‌تری در مقایسه با اکوتیپ هندی دارد. در مورد اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ مشاهده می‌شد که با تاخیر در کاشت، طول فصل رشد هر دو اکوتیپ کاهش یافت (شکل ۲). بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین طول دوره رشد در تاریخ کاشت اول خرداد در هر دو اکوتیپ پاکستانی (۱۱۶/۱ روز) و هندی (۱۰۱/۲ روز) مشاهده شد و کمترین طول دوره رشد در تاریخ کاشت ۱۵ تیر در هر دو اکوتیپ (به ترتیب ۱۰۳/۱ و ۸۷/۶ روز) به ثبت رسید. به گزارش آقایاری و همکاران (Aghayari *et al.*, 2016) یک رابطه رگرسیونی منفی بین تاخیر در کاشت سویا و طول دوره رشد گیاه (از کاشت تا گلدهی و از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک) وجود داشت و با تاخیر در کاشت، طول دوره رویشی و زایشی سویا کاهش یافت.



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد روز تا رسیدگی اکوتیپ‌های گوار در اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Fig. 2. Mean comparison of days to maturity of guar ecotypes in interaction effect of planting date and ecotype treatments

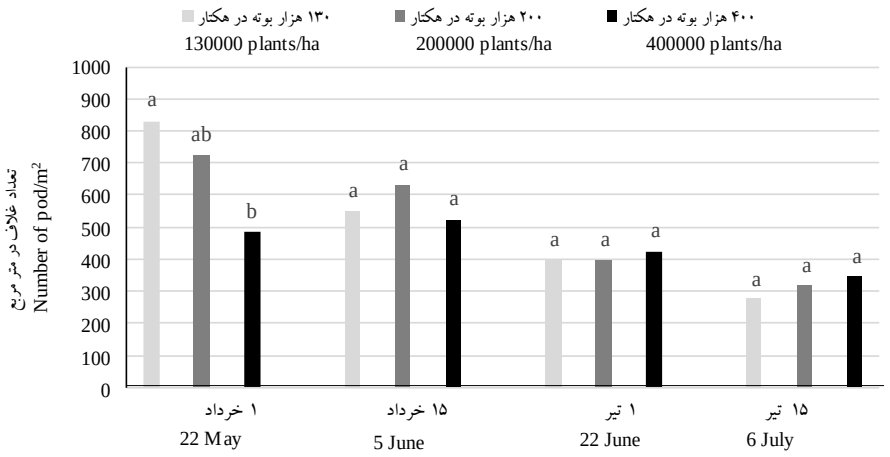
بررسی اثر طول دوره رشد اکوتیپ‌های گوار در تیمارهای تراکم بوته، رابطه‌ای مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدگی به ترتیب در تراکم‌های ۴۰۰ (۱۰۵/۲ روز) و ۱۳۰ هزار بوته در هکتار (۱۰۰/۶ روز) مشاهده شد. انتظار می‌رفت که در تراکم‌های بوته بالا، به دلیل افزایش رقابت برای مواد غذایی و منابع محیطی، بوته‌های گوار زودتر به پایان مرحله رسیدگی برسند، اما نتایج بدست آمده متفاوت بود به گونه‌ای که با افزایش تراکم بوته، طول دوره رشد افزایش یافت. یافته‌های مشابهی توسط منده‌پور و همکاران (Mendehpour *et al.*, 2014) گزارش شده است که طول فصل رشد ذرت در تراکم‌های بالا در مقایسه با تراکم‌های پایین کمتر بود.

نتایج نشان داد که تعداد غلاف در مترمربع فقط در تاریخ کاشت اول خرداد در بین تراکم‌های مورد ارزیابی تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۳). اکوتیپ‌های گوار در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار بیشترین تعداد غلاف در متر مربع را داشتند. در تاریخ کاشت زود هنگام با توجه به مساعد بودن شرایط در دوره رشد زایشی (روزهای بلندتر، گرم و رطوبت کم)، می‌توان احتمال داد که فتوسنتز بوته‌های گوار در بیشینه مقدار بوده و باعث تولید گل‌ها و غلاف‌های بیشتری شده باشد، اما در تاریخ کاشت‌های دیرتر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

(۱۵ خرداد، اول و ۱۵ تیر) مرحله زایشی گیاه به مرور با شرایط نامساعد محیطی (روزهای کوتاه، هوای خنک‌تر و رطوبت بیشتر) مصادف شده و احتمالا فتوسنتز بوته‌ها کمتر از تاریخ کاشت زود هنگام بود و در نهایت فتوسنتز کمتر نیز باعث کاهش تولید گل و در نتیجه غلاف در گیاه شد. نتایج آزمایش رحمانی و همکاران (Rahmani *et al.*, 2013) نشان داد که تاخیر در کاشت باعث کاهش تولید گل و غلاف و ریزش غلاف‌های ارقام لوبیا شد. آن‌ها گزارش کردند که تولید غلاف کمتر در کشت‌های دیرهنگام به دلیل ریزش گل‌ها و سایر عوامل متاثر از دمای بالا در زمان گلدهی بوده است. نتایج آزمایش لاکشمی کالیانی (Lakshmi Kalyani, 2012) نیز با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت. آن‌ها علت بیشتر بودن تعداد غلاف‌های گوار در تاریخ کاشت‌های مناسب را شرایط آب و هوایی مطلوب در طول دوره رشد گیاه اعلام کردند.

در تاریخ کاشت اول خرداد با افزایش تراکم بوته، تعداد غلاف در مترمربع کاهش یافت. به نظر می‌رسد که در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار، بوته‌های گوار با دسترسی به منابع مورد نیاز محیطی در مرحله رویشی و زایشی تعداد بیشتری غلاف در مترمربع تولید کردند. افزایش تراکم بوته از ۱۳۰ به ۴۰۰ هزار بوته در هکتار باعث کاهش تعداد غلاف در مترمربع شد. واضح است که افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد غلاف تک بوته‌ها می‌شود، ولی افزایش تراکم بوته می‌تواند کاهش تعداد غلاف تک بوته را جبران کند، اما این در صورتی است که افزایش تراکم بوته بیش از حد مطلوب گیاه نباشد. بنابراین به نظر می‌رسد که در شرایط آب و هوایی کرج، تراکم‌های بیش از ۱۳۰ هزار بوته در هکتار از حد مطلوب گیاه فراتر بوده و باعث کاهش تعداد غلاف در متر مربع اکوتیپ‌های گوار شد (شکل ۳).

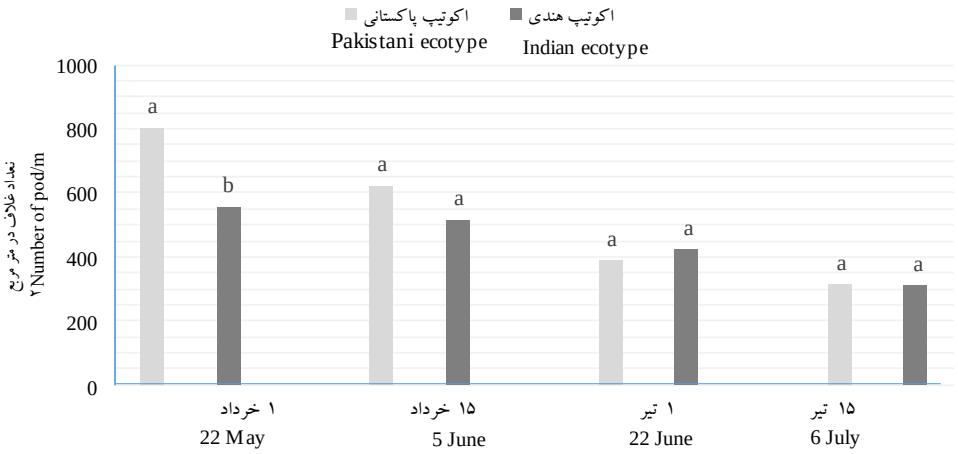


شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد غلاف در مترمربع اکوتیپ‌های گوار در اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و تراکم بوته

Fig. 3. Mean comparison of number of pod.m^{-2} of guar ecotypes in interaction effect of planting date and plant density treatments

نتایج برش‌دهی اثر متقابل بین تاریخ کاشت و اکوتیپ مشابه نتایج اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بود، یعنی فقط در تاریخ کاشت اول خرداد بین اکوتیپ‌های گوار اختلاف معنی‌داری از لحاظ تعداد غلاف در مترمربع وجود داشت (شکل ۴). در اکوتیپ پاکستانی در مقایسه با اکوتیپ هندی در این تاریخ کاشت، تعداد بیشتری غلاف در مترمربع تولید شد. در سایر تاریخ کاشت‌ها تفاوت معنی‌داری بین اکوتیپ‌ها از نظر تعداد غلاف بوته مشاهده نشد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]



شکل ۴- مقایسه میانگین تعداد غلاف در مترمربع اکوتیپ‌های گوار در اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Fig. 4. Mean comparison of number of pod.m^{-2} of guar ecotypes in interaction effect of planting date and ecotype treatments

با توجه به اینکه در تاریخ کاشت اول بین دو اکوتیپ گوار تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به نظر می‌رسد که اکوتیپ پاکستانی در تاریخ کاشت اول از شرایط محیطی در طول دوره رشد دوره رشد به نحو مطلوبی استفاده کرده و این موضوع باعث افزایش فتوسنتز و افزایش تعداد گل و غلاف، در مقایسه با اکوتیپ هندی شد، اما در تاریخ کاشت‌های دیرتر، تفاوتی بین دو اکوتیپ مشاهده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که اکوتیپ پاکستانی در کشت دیرهنگام نسبت به اکوتیپ هندی برتری نداشته و مزیتی از نظر استفاده از منابع محیطی نداشت. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده است که تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در مترمربع در گوار اثرات معنی‌داری دارد (Taneja *et al.*, 1995; Bhadoria and Chauhan, 1994).

اثر تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن هزار دانه گوار معنی‌دار بود. بیشترین وزن هزار دانه (۳۳/۴ گرم) در تاریخ کاشت اول خرداد حاصل شد، هرچند با تاریخ کاشت‌های ۱۵ خرداد و اول تیر تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن هزار دانه (۲۹/۷ گرم) در تاریخ کاشت ۱۵ تیر بدست آمد (جدول ۵). در بین اکوتیپ‌های گوار بیشترین وزن هزار دانه مربوط به اکوتیپ پاکستانی بود، و با ۱۵ درصد، برتری نسبت به اکوتیپ هندی، تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که با تاخیر در کاشت وزن هزار دانه کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دانه(۳۳/۴ گرم) مربوط به تاریخ کاشت اول و ۱۵ خرداد بود و همان گونه که اشاره شد وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول و ۱۵ تیر به ترتیب ۶/۵ و ۱۱/۱ درصد کاهش یافت. با تاخیر در کاشت، مراحل انتهایی رشد زایشی و بخصوص پر شدن دانه با شرایط نامناسب آب و هوایی (افت دمای هوا، افزایش رطوبت هوا و کاهش طول روز) مواجه شده و در نتیجه میزان فتوسنتز کاهش یافته و مقدار پرورده کمتری تولید و به دانه‌ها منتقل می‌شود. تاخیر در کاشت باعث کاهش طول دوره رویشی نیز شد و به تبع آن میزان فتوسنتز نیز کاهش یافته و در نتیجه انتقال مجدد فرآورده‌های فتوسنتزی به دانه‌ها نتوانست کوتاهی فصل رشد رویشی را جبران نماید و باعث کاهش وزن هزار دانه شد. همسو با یافته‌های تحقیق حاضر لاکشمی کالیانی (Lakshmi Kalyani, 2012) گزارش دادند که در تاریخ کاشت‌های زودتر در ارقام گوار، وزن دانه به دلیل شرایط آب هوایی مطلوب حاصل از تاریخ کاشت مناسب، بیشتر از تاریخ کاشت‌های دیر هنگام بود.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن هزار دانه و شاخص برداشت اکوتیپ‌های گوار در تیمارهای تاریخ کاشت وتراکم بوته

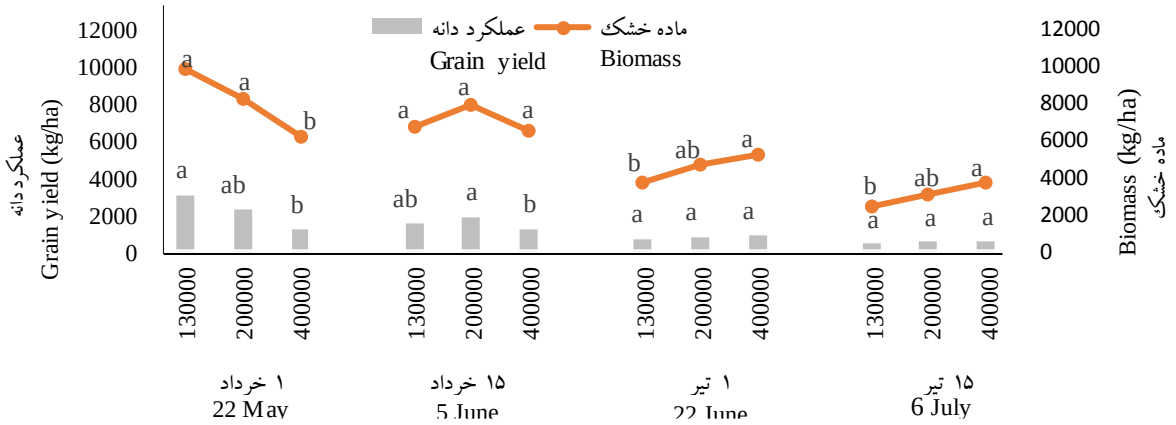
Table 5. Mean comparisons of 1000 seed weight and harvest index of guar ecotypes in planting date and plant density treatments

تاریخ کاشت Planting date	تراکم بوته Plant density (plant ha^{-1})	اکوتیپ‌های گوار Guar ecotypes	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	میزان آندوسپرم Endosperm content (%)
22 May اول خرداد			33.4a	40.4a
5 June ۱۵ خرداد			33.4a	39.8a
22 June اول تیر			31.2ab	39.3a
6 July ۱۵ تیر			29.7b	39.2a
	130000		32.2a	39.9a
	200000		32.5a	39.6a
	400000		31.1a	39.5a
		Pakistan پاکستانی	34.5a	40.5a
		Indian هندی	29.4b	38.8b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

بین تراکم‌های بوته در تاریخ کاشت‌های اول و ۱۵ خرداد از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که با تاخیر در کاشت عملکرد دانه گوار اکوتیپ‌های کاهش یافت. بیشینه عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول خرداد (۳۰۰۴/۸ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد، اما در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد بیشینه عملکرد با ۳۹ درصد کاهش در تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد (شکل ۵). به عبارت دیگر در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد از مطلوبیت کشت گوار با تراکم ۱۳۰ هزار بوته کاسته شده و تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار عملکرد بهتری داشت. از جمله دلایل برتری تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار می‌توان به این موضوع اشاره کرده که تاخیر در کاشت باعث افت عملکرد دانه گوار شد، اما تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار افت عملکرد تک بوته‌ها را از طریق تعداد غلاف در بوته (شکل ۳) و ماده خشک بیشتر (شکل ۵) جبران کرده و در نهایت عملکرد بالاتری در مقایسه با تراکم‌های دیگر به دست آمد.



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه و ماده خشک اکوتیپ‌های گوار در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و تراکم بوته

Fig. 5. Mean comparison of seed yeild and biomass of guar ecotypes in interaction effect of planting date and plant density treatments

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

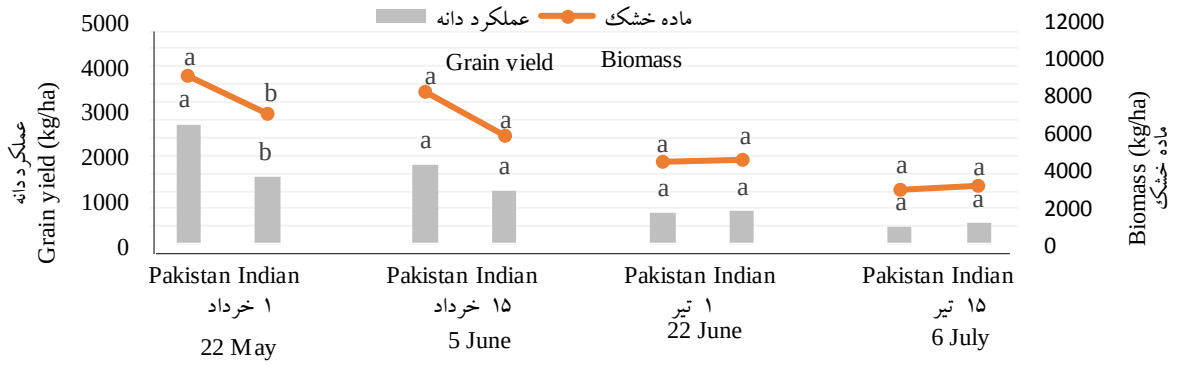
به نظر می‌رسد که کاهش دما در اواخر فصل رشد، نقش مهمی در کاهش عملکرد دانه داشته است. بر اساس اطلاعات شکل ۱، در انتهای فصل رشد میانگین دمای هوا کاهش یافته و از طرفی با تاخیر در کاشت (کشت در تاریخ ۱۵ خرداد در مقایسه با اول خرداد)، دوره پر شدن دانه با روزهای خنک‌تر مصادف شد. میانگین دمای هوای بالا، روزهای طولانی و رطوبت هوای کمتر باعث تحریک فتوسنتز و در نتیجه افزایش زیست‌توده و عملکرد دانه گوار می‌شود (Sudhir *et al.*, 2015). با تاخیر در کاشت طول فصل رشد نیز کاهش یافته (شکل ۲) و در نتیجه ماده خشک تجمعی در طول فصل کمتر شده و عملکرد دانه کمتری به دست می‌آید (Singla *et al.*, 2016). با توجه به اینکه تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و طول دوره رشد گیاه تاثیر می‌گذارد و طول دوره گلدهی و پر شدن دانه ارتباط مثبتی با عملکرد دانه دارند، لذا به نظر می‌رسد که با کاهش فاصله سبز شدن گیاهچه تا گل‌دهی و گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک، گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد مرحله زایشی شده و در نتیجه کاهش دریافت انرژی تابشی توسط برگ‌ها، باعث کاهش عملکرد در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام می‌شود (Khademhamzeh *et al.*, 2004). سینگلا و همکاران (Singla *et al.*, 2016) طی یک آزمایش در مکزیک نشان دادند که کشت گوار در اواسط ماه ژوئن بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با کشت در اویل و اواخر جولای داشت. گرستا و همکاران (Gresta *et al.*, 2013) نیز طی یک آزمایش در ایتالیا نشان دادند که کشت گوار در تاریخ کاشت‌های زودتر باعث افزایش عملکرد دانه شد.

در تاریخ کاشت اول خرداد بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد و با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه کاهش نشان داد. این موضوع به دلیل بیشتر بودن اجزای عملکرد در این تراکم بود که در مقایسه با سایر تیمارهای تراکم، عملکرد دانه بیشتری را داشت. قابل ذکر است که افزایش تراکم بوته تا حد بهینه می‌تواند عملکرد تک بوته را کاهش دهد، اما عملکرد کلی از طریق افزایش تعداد بوته در واحد سطح جبران شده و می‌توان در تراکم‌های بالاتر عملکرد دانه بیشتری را به دست آورد (Gresta *et al.*, 2013)، اما اگر تراکم بوته بیشتر از حد مطلوب شود، به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای، عملکرد دانه کاهش می‌یابد. در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد، تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار نسبت به دو تراکم دیگر برتری داشت و با تاخیر بیشتر در کاشت (اول و پانزدهم تیر) برتری تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار نیز کاهش یافته و تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار بیشترین عملکرد را داشت. البته در دو تاریخ کاشت آخر بین تراکم‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی تراکم‌های بیشتر عملکرد دانه بیشتری داشتند. در رابطه با عدم تفاوت معنی‌دار نیز به نظر می‌رسد که تاخیر در کاشت و کاهش طول دوره رشد گیاه باعث کاهش عملکرد کلی (تک بوته و کل) شده و افزایش بوته در واحد سطح نیز باعث جبران این کاهش عملکرد نشد.

نتایج برش‌دهی اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ نشان داد که عملکرد دانه اکوتیپ‌های گوار در تاریخ کاشت اول و ۱۵ خرداد تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۶). بیشینه عملکرد دانه دو اکوتیپ گوار در تاریخ‌های کاشت (۲۷۰۶/۱ کیلوگرم در هکتار) متعلق به اکوتیپ پاکستانی در تاریخ کاشت اول خرداد بود، اما عملکرد دانه اکوتیپ هندی در همین تاریخ کاشت حدود ۴۹ درصد کمتر بود (شکل ۶). در تاریخ کاشت ۱۵ خرداد نیز اکوتیپ هندی با عملکرد دانه ۱۲۰۴/۳ کیلوگرم در هکتار، ۳۲/۱ درصد عملکرد دانه کمتری در مقایسه با اکوتیپ پاکستانی داشت (شکل ۶).

با توجه به نتایج، اکوتیپ پاکستانی از نظر وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی (شکل ۲)، تعداد غلاف در مترمربع (شکل ۴) و ماده خشک کل (شکل ۸) نسبت به اکوتیپ هندی، برتری معنی‌داری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]



شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه و ماده خشک اکوتیپ‌های گوار در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Fig. 6. Mean comparison of seed yield and biomass of guar ecotypes in interaction effect of planting date and ecotype treatments

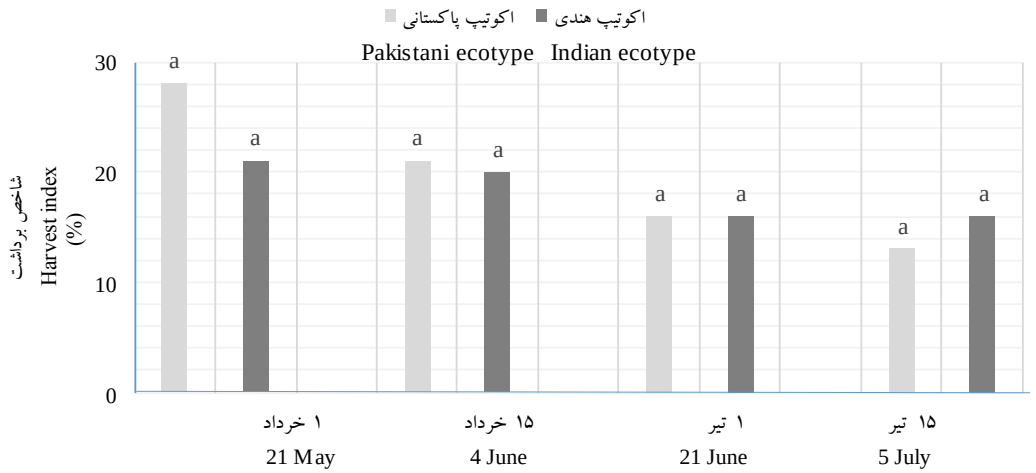
داشته و باعث عملکرد دانه بیشتر در این اکوتیپ شد. نتایج تجزیه همبستگی نیز نشان دهنده رابطه مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با وزن خشک، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در مترمربع و تعداد روز تا رسیدگی بود (ضرایب همبستگی به ترتیب؛ ۰/۸۸، ۰/۷۷، ۰/۸۴ و ۰/۴۶). نتایج سایر آزمایش‌ها نیز نشان داده است که عملکرد دانه بیشتر یک رقم در تاریخ کاشت مطلوب به دلیل اجزای عملکرد بهتر و بالاتر (Nandini *et al.*, 2017) و پتانسیل ژنتیکی آن رقم از نظر استفاده از منابع محیطی و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها برای تولید بیشتر است (Lakshmi Kalyani, 2012). عملکرد دانه کمتر در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام به دلیل کاهش فتوسنتزی و انتقال مواد پرورده تولید شده در اثر شرایط نامساعد محیطی که می‌تواند نمو غلاف و تشکیل دانه را تحت تاثیر قرار دهد (Lakshmi Kalyani, 2012). در یک آزمایش سلطان و همکاران (Sultan *et al.*, 2012) نیز نشان دادند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد شاخه و خوشه در بوته، تعداد غلاف در خوشه و تعداد غلاف در بوته گوار وجود دارد. آن‌ها گزارش کردند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی وجود داشت. نتایج مشابهی نیز توسط رای و همکاران (Rai *et al.*, 2012) گزارش شده است.

نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته، اکوتیپ و اثر متقابل تاریخ کاشت در تراکم بوته و اثر متقابل تاریخ کاشت در اکوتیپ بر وزن خشک کل اکوتیپ‌های گوار در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تاریخ کاشت اول خرداد، بیشترین وزن خشک کل در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار تولید شد (شکل ۵). در تاریخ کاشت اول تیر بیشترین وزن خشک در واحد سطح در تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار نداشت. در تاریخ کاشت ۱۵ تیر ماه، بیشترین وزن خشک کل در تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد. توزیع و تجمع ماده خشک یکی از عوامل مهمی است که کارایی تسهیم مواد پرورده را نشان می دهد (Satyavathi and Vanaja, 2017). کاهش وزن خشک کل با تاخیر در کاشت در کلیه تراکم‌ها را می‌توان به کاهش طول فصل رشد به ویژه مرحله رویشی گیاه نسبت داد (Nandini *et al.*, 2017). با تاخیر در کاشت از طول دوره رویشی گیاه و دوره فتوسنتز فعال گیاه کاسته

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

شده و در نتیجه ماده خشک کمتری در گیاه تجمع می‌یابد. برش‌دهی اثرات متقابل بین تاریخ کاشت و اکوتیپ بر وزن خشک کل نشان داد که فقط در تاریخ کاشت‌های خرداد (اول و ۱۵ خرداد) بین اکوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشته و اکوتیپ پاکستانی از نظر وزن خشک کل برتری معنی‌داری داشت (شکل ۶). برتری اکوتیپ پاکستانی به اکوتیپ هندی از نظر وزن خشک کل در دو تاریخ کاشت اول و ۱۵ خرداد مرهون رشد بیشتر، اجزای عملکرد بهتر مانند وزن صد دانه و تعداد غلاف بیشتر در مترمربع است (شکل ۴). بررسی اثر تاریخ کاشت در سویا نیز نشان داده است که با تاخیر در کاشت در تابستان، ضمن کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی گل انگیزی زودتر از موعد در گیاه صورت گرفته و باعث کاهش تجمع ماده خشک می‌شود (Lopez-Bellido *et al.*, 2008).

اثر تراکم بوته و اثر متقابل تاریخ کاشت و اکوتیپ بر شاخص برداشت اکوتیپ‌های گوار معنی‌دار بود، به طوری که با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. بیشترین مقدار شاخص برداشت در تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار بود، در حالی که تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار کمترین مقدار شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۴). در تراکم‌های بالا، رقابت درون و بین گیاهی برای فراورده‌های فتوسنتزی تشدید می‌شود و از آنجا که جوانه‌های زایشی بعد از جوانه‌های رویشی تشکیل می‌شوند، اثرات نامطلوب شدت رقابت در وهله اول بر جوانه‌های زایشی آشکار می‌شود (Deka *et al.*, 2015). نتایج آزمایش دکا و همکاران (Deka *et al.*, 2015) نشان داد که شاخص برداشت گوار در تراکم‌های بیشتر (تراکم‌های ۴۸ و ۳۶ بوته در متر مربع نسبت به ۲۴ بوته در متر مربع) کمتر بود. در هر دو اکوتیپ گوار، بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول خرداد مشاهده شد و تاریخ کاشت ۱۵ تیر کمترین مقدار شاخص برداشت را داشت (شکل ۷). با تاخیر در کاشت، شاخص برداشت نیز کاهش داشت. کاهش در شاخص برداشت می‌تواند به دلیل کوتاه شدن فصل رشد و تاثیر آن بر مرحله زایشی گیاه باشد. در همین راستا نتایج مشابهی توسط دکا و همکاران (Deka *et al.*, 2015) گزارش شده است. آنها بیان کردند که با تاخیر در کاشت گوار، فصل رشد گیاه، به خصوص مرحله زایشی، کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش تعداد گل و غلاف در بوته شده و عملکرد دانه کاهش یافت.



شکل ۷- مقایسه میانگین شاخص برداشت اکوتیپ‌های گوار در اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و اکوتیپ

Fig. 7. Mean comparison of harvest index of guar ecotypes in interaction effect on planting date and ecotype treatments

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]
[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری بر میزان آندوسپرم دانه گوار نداشتند، هرچند با تاخیر در کاشت و با افزایش تراکم بوته، میزان آندوسپرم دانه کاهش یافت (جدول ۵). نتایج آزمایش لاکشمی (Lakshmi Kalyani, 2012) نیز نشان داد ویژگی‌های کیفی دانه از جمله صمغ خام در گوار رقم RGM112 کاشته شده در هفته اول و دوم جولای (معادل دوم و سوم تیرماه) بالاترین مقدار را داشتند که هم‌تراز با رقم HG 563 کاشته شده در همان زمان بود، اما در بین اکوتیپ‌ها از نظر میزان آندوسپرم تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که اکوتیپ پاکستانی میزان آندوسپرم دانه بیشتری نسبت به اکوتیپ هندی داشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که در دوره پر شدن دانه، میزان تبدیل قندها به نشاسته در بذر اکوتیپ پاکستانی بیشتر از اکوتیپ هندی بوده و باعث افزایش حجم آندوسپرم در دانه ین اکوتیپ شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که اکوتیپ پاکستانی گوار در تاریخ کاشت‌ها و تراکم‌های بوته نسبت به اکوتیپ هندی برتری معنی‌داری داشت. دلیل این برتری را می‌توان پتانسیل ژنتیکی این اکوتیپ در استفاده از منابع محیطی دانست که از نظر طول فصل رشد، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در مترمربع، میزان ماده خشک و شاخص برداشت و عملکرد دانه، برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به اکوتیپ هندی داشت. کشت گوار در تاریخ اول خرداد بهترین نتیجه را از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد داشت و با تاخیر در کاشت، طول فصل رشد رویشی و زایشی اکوتیپ‌های گوار کاهش یافت. تاریخ کاشت‌های دیرهنگام باعث مواجه شدن بوته‌های گوار با شرایط نامطلوب از جمله دمای کمتر، رطوبت بیشتر و طول روز کمتر در انتهای فصل رشد شده و باعث افت عملکرد دانه شد. در تراکم بالای بوته افزایش رقابت درون گونه‌ای و ضعف بوته‌ها به حدی بود که باعث کاهش عملکرد تک بوته‌ها نشد و عملکرد دانه کمتری در مقایسه با تراکم‌های پایین به دست آمد. در مجموع بیشترین عملکرد دانه گوار در اکوتیپ پاکستانی کشت شده در تاریخ اول خرداد با تراکم ۱۳۰ هزار بوته در هکتار حاصل شد.

منابع مورد استفاده

References

Aghayari, F., A. Faraji and A. Kordkatooli. 2016. Determination of yield and yield components response of soybean (*Glycine max* L.) to swing date, temperature and sunshine hours. J. Agroecol. 7(4): 547-562. (In Persian with English abstract).

Akhtar, L. H., S. Bukhari, S. Salah-ud-Din and R. Minhas. 2012. Response of new guar strains to various row spacings. Pak. J. Agric. Sci. 49(4): 469-471.

Akhtar, L. H., R. Minhas, M. S. Bukhari and S. A. Sajid Shah. 2015. Genetic analysis of some quantitative traits of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). J. Environ. Agric. Sci. 4: 48-51.

Ashraf, M. Y., K. Akhtar, G. Sarwar and M. Ashraf. 2002. Evaluation of arid and semi-arid ecotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for salinity (NaCl) tolerance. J. Arid Environ. 52: 473-482.

Bhadoria, R. B. S. and V. S. Chauhan. 1994. Response of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) to dates of sowing and spacing. Indian J. Agron. 39:156-157.

Deka, K. K., R. Das Milu, P. Bora and N. Mazumder. 2015. Effect of sowing dates and spacing on growth

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

and cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) in subtropical climate of Assam. Indian J. Agric. Res. 49 (3): 250-254.

El-awad, G. A. 1998. Study of guar seed and guar gum properties (*Cyamopsis tetragonolabous*). A thesis submitted for the Degree of Master of Science in Department of Food of Science and Technology Faculty of Agricuture University of Khartoum, India.137 P.

Eldirany, A. A., A. A. Mohamed-Nour, K. E. Khadir, K. A. Gadeen and M. Ibrahim. 2015. Physicochemical and Functional properties of four new genotypes of guar (*Cyamopsis tetregonoloba* L.) gum. Am. J. Food Sci. Health. 1(2): 43-50.

Falasca, S. L., C. Miranda and S. Pitta-Alvarez. 2015. Modeling an agroclimatic zoning methodology to determine the potential growing areas of *Cyamopsis tetragonoloba* (cluster bean) in Argentina. J. Agric. Sci. 3: 23-39.

Gendy, A. S. H., H. A. H. Said-Ahl, A. A. Mahmoud and H. F. Y. Mohamed. 2013. Effect of nitrogen sources, bio-fertilizers and their interaction on the growth, seed yield and chemical composition of guar plants. Life Sci. J. 10(3): 389-402.

Gohar Ansari, Z. and K. Aparna. 2017. Identify suitable guar gum genotypes for southern India based on yield and yield attributing traits. Eur. J. Biotechnol. Biosci. 5(6): 32-34.

Gresta, F., O. Sortino, C. Santonoceto, L. Issi, C. Formantici and Y. Galante. 2013. Effects of sowing times on seed yield, protein and galactomannans content of four varieties of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in a Mediterranean environment. Ind. Crop Prod. 41: 46-52.

Hassan, S. M., A. K. Ei-Gayar, D. J. Cadwell, C. A. Bailey, and A. L. Cartwright. 2008. Guar meal ameliorates eimeria tenella infection in broiler chicks. Vet Parasitol. 157(1): 133-138.

Khademhamzeh, H. R., M. Karimie and A. Rezaie. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic characteristics, yield and yield components in soybean. Iran. J. Agric. Sci. 35: (2). (In Persian with English abstract).

Lakshmi Kalyani, D. 2012. Performance of cluster bean genotypes under varied time of sowing. Agric. Res. Commun. Cen. 35(2): 154-158.

Lone, B. A., B. Hassan, S. Ansar-Ul-hagh and H. Khan. 2010. Effect of seed rate, row spacing and fertility levels on relative economics of soybean (*Glycine max*. L.) under temperate conditions. Afr. J. Agric. Res. 5(5): 322-324.

Lopez-Bellido, F. J., R. J. Lopez-Bellido, S. Kasem Khalil and L. Lopez- Bellido. 2008. Effect of planting date on winter kabuli chickpea growth and yield under rainfed Mediteranean conditions. Agron. J. 100(4): 957-964.

Meftahizade, H., Y. Hamidoghli, M. H. Assareh and M. Jaanmard Dakheli. 2017. Effect of sowing date and irrigation regimes on yield components, protein and galactomannan content of guar

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

(*Cyamopsis tetragonoloba* L.) in Iran climate. Aust. J. Crop Sci. 11(11): 1481-1487.

Mendehpour, S., Sh. Lak and M. Sharafizadeh. 2015. The effect of planting date and plant density on phonological characteristics, yield and yield components of hybrid corn Karun 701 in Khuzestan. Crop Physiol. J. 6 (24): 105-118. (In Persian with English abstract).

Nandini, K. M., S. Sridhara, Sh. Patil and K. Kumar, 2017. Effect of planting density and different genotypes on growth, yield and quality of guar. Int. J. Pure Appl. Biosci. 5(1): 320-328.

Patil, D. V. 2014. Genetic variability and sowing dates effect of cluster bean (*Cyamposis tetragonolobal*. Taub) genotypes in semi arid region of Maharashtra, India. Plant Arch. 14(1):1-6.

Rahmani, T., H. Heidari Sharifabad and H. Madani, 2012. Effect of planting date and comparing yield between red bean cultivars in Ali-Goudarz, Lorestan Iran. New Find in Agric. 6(4): 321-335. (In Persian with English abstract).

Rai, P. S., P. R. Dharmatti, T. R. Shashidhar, R. V. Patil and B. R. Patil. 2012. Genetic variability studies in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub). Karnataka J. Agric. Sci. 25(1): 108-111.

Regan, K. L., K. H. Siddique and L. D. Martin. 2003. Response of Kabuli chickpea to sowing rate in Mediterranean type environments of south-western. Aust. J. Exp. Agric. 43: 87-97.

Sasmita, P., R. Ghanashyam Singh and D. Sanat Kumar. 2017. Performance of some promising genotypes of cluster bean (*cyamopsis tetragonoloba* l. tabu) under varying levels of primary plant nutrients and row spacing. Int. J. Agric. Sci. 9 (44): 4722-4724.

Satyavathi, P. and M. Vanaja. 2017. Performance of cluster bean (*Cyamopsis Tetragonoloba* L.Taub.) genotypes under different environmental conditions. 7th International Conference on Innovation in Chemical, Agricultural, Biological and Environmental Sciences. 4-6 December.London, UK.

Sharifi, P., F. Niknami and S. M. Sadeghi. 2016. Effevt of plant density and planting date on yield and yield components of faba bean. J. Agron. Plant Breed. 12 (1): 83-95.

Sharma, P., V. Kumar, K. Venkat Raman and K. Tiwari. 2014. A set of SCAR markers in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub) genotypes. J. Biosci. Biotech. 5:131-141.

Singla, S., K. Grover, S. V. Angadi, S. Begna, B. Schutte and S. V. Leeuwen. 2016. Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. Am. J. Plant Sci. 7: 1246-1258.

Stacy Lawson Gill, B. S. 2009. Evaluation of reciprocal hybrid crosses in guar. M.Sc.Thesis in Crop Science. Graduate Faculty of Texas Tech University. USA.

Sudhir, S., K. Grover, S., Angadi, B. Schutte, D. Vanleeuwen and D. Auld. 2015. Growth and seed yield performance of promising guar genotypes under different planting dates in desert southwest. 27th Annual Meeting Association for the Advancement of Industrial Crops. October 18-22, Overton Hotel and Conference Center, Lubbock, Texas, USA.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

Sultan, M., A. M. Rabbani, Z. K. Shinwari and M. S. Masood. 2012. Phenotypic divergence in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.) landrace genotypes of Pakistan. Pak. J. Bot. 44: 203 – 210.

Taneja, K. D., O. P. Bishnoi, V. U. M. Rao and R. Niwas 1995. Effect of environment on growth and yield of cluster bean. Crop Res. 9: 159-162.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

Effect of sowing time and plant density on growth and seed yield of two guar ecotypes (C*yamopsis tetragonoloba* L.)

Mehdipour Afra, M.[1], M. AghaAlikhani[2], A. Mokhtassi-Bidgoli[3] and S. Soufizadeh[4]

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-07-18]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1398.21.2.2.4]

[DOI: 10.29252/abj.21.2.109]

ABSTRACT

Mehdipour Afra, M., M. AghaAlikhani, A. Mokhtassi-Bidgoli and S. Soufizadeh. 2019. Effect of sowing time and plant density on growth and seed yield of two guar ecotypes (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). **Iranian Journal of Crop Sciences. 21(2):109-126 (In Persian).**

To evaluate the growth duration and seed yield of two different Guar ecotypes in response to planting time and plant density, a field experiment was conducted in 2016 growing season at the research field of Tarbiat Modares University, Iran. Experimantal factors were arranged as split plot-factorial in a randomized complete block design with three replications. The experimental factors included four planting dates (21 May, 4 June, 21 June and 5 July) assigned to main plots, and factorial combination of three plant densities (130, 200 and 400 thousand plants.ha^{-1}) and two Guar ecotypes (Pakistani and Indian) as sub-plots. The results showed that maximum seed yield (3004.8 kg.ha^{-1}) was obtained from 21 May sowing date and plant density of 130 thousand plants ha^{-1}, while in 4 June sowing date, the highest seed yield was harvested from plant density of 200 thousand plants.ha^{-1} (1834.4 kg.ha^{-1}). There was significant difference for grain yiled between ecotypes in 21 May and 5 June sowing dates. Pakistani ecotype produced highest highest seed yield (2706.1 kg.ha^{-1}) in 21 May sowing date. In the second sowing date (4 June), the Pakistani ecotype produced 32.1% grain yield more than the Indian ecotype. Pakistani ecotype was superior for seed endosperm percentage (40.5%) as compared to the Indian ecotype (38.8%). In conclusion, sowing of Pakistani ecotype on 21 May with plant density of 130 thousand plants.ha^{-1} had higher seed yield, longer growing duration, taller plant height, higher 1000-seed weight, higher pod number per square meter, dry matter and harvest index. Therefore, it could be suitable for climatic conditions similar to Karaj in Iran.

Keywords: Cluster bean, Guar gum, Plant spacing, Seed endosperm and 1000 seed weight.

Received: December 2018 Accepted: February, 2019

1. PhD Student, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Professor., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (Corresponding author) (Email: maghaalikhani@modares.ac.ir)
3. Assistant Prof., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Assistant Prof., Environmental Sciences Research Institute, Shahid Behesht University, Tehran, Iran