نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد چهاردهم، شماره ۳(۵۵)، پاییز ۱۳۹۹، صفحه ۴۴۶-۴۲۳

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/jcep.2020.679071

واکنش عملکرد دانه و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی ماش (*Vigna radiate* L.) رقم گوهر به درجه روز رشد دریافتی و تراکم بوته در منطقه ایلام

عباس سلیمانی فرد[1]* و رحیم ناصری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۶ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۲۸

چکیده

به منظور بررسی اثر درجه روز رشد دریافتی و تراکم بوته بر برخی از خصوصیات زراعی، مورفوفیزیولوژیکی و کیفی ماش رقم گوهر، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در تابستان ۱۳۹۵ در منطقه ایلام اجرا شد. عامل اول درجه روز رشد تا زمان برداشت شامل سه درجه روز رشد ۱۹۱۰، ۱۷۴۰ و ۱۴۸۵ (ناشی از تاریخ کاشت‌های ۱۰، ۲۵ تیر و ۵ مرداد) و عامل دوم فاصله بوته روی ردیف‌های کاشت در چهار سطح شامل ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر با فاصله بین ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متر (به ترتیب تراکم‌های ۴۰، ۲۰، ۱۳/۳ و ۱۰ بوته در مترمربع) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که میزان کلروفیل برگ، سطح برگ، محتوای نسبی آب، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در مترمربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تاثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد قرار گرفتند. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل (۱/۸۵ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر)، تعداد غلاف در بوته (۴۴ غلاف)، تعداد غلاف در مترمربع (۵۰۷ غلاف)، عملکرد دانه (۳۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۵۰/۲ درصد) در ۱۷۴۰ درجه روز رشد تا زمان برداشت و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. با توجه به نتایج این آزمایش بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه مربوط به درجه روز رشد ۱۷۴۰ (منطبق بر تاریخ کاشت ۲۵ تیرماه) با فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر (تراکم ۱۳/۳ بوته در مترمربع) بود که می‌تواند در شرایط منطقه ایلام مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پروتئین دانه، فتوسنتز، سطح برگ، شاخص برداشت.

۱- مربی گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، صندوق‌پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران. (نگارنده‌ی مسئول) Soleymani877@gmail.com

۲- گروه آموزشی تکنولوژی تولیدات گیاهی، آموزشکده فنی مهندسی و کشاورزی دهلران، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

مقدمه

ماش (*Vigna radiate* L.) یکی از حبوبات با ارزش بوده و دانه آن از نظر مواد پروتئینی غنی و حدود ۲۵ درصد پروتئین دارد. در حال حاضر ظرفیت افزایش عملکرد حبوبات نظیر ماش در مقایسه با غلات فاصله‌ای زیادی تا حد نهایی مطلوب خود دارد (Fadaei *et al*., 2017). تاریخ کشت مناسب، سبب بهینه شدن طول دوره رشد و گسترش اندام‌های رویشی شده و پتانسیل انتقال مواد فتوسنتزی به بخش‌های ذخیره‌ای مثل دانه را افزایش می‌دهد. تأخیر در کاشت ضمن کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد رویشی سبب گل انگیزی زودتر از موعد گیاه می‌شود که به نوبه‌ی خود کاهش تجمع ماده خشک، کاهش تعداد غلاف و شاخه در بوته و در نهایت، کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت (Lopez-Bellido *et al*., 2008). در گزارش‌های فدایی و همکاران (Fadaei *et al*., 2017) نشان داده شد که تاریخ‌های مختلف کاشت تاثیر معنی‌داری بر گیاه ماش داشته، به طوری‌که بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در بین تاریخ کاشت‌های ۱۵ و ۳۰ تیر ماه و ۱۵ مرداد متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه بود. گزارش‌های سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2019) در گیاه زراعی ماش نشان داد که تاریخ کاشت بر صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و عملکرد دانه تاثیر معنی‌داری داشت. در پژوهش‌های سلیمانی ساردو و همکاران (Soleymani Sardoo *et al*., 2017) بر گیاه ماش گزارش شد که در بین تاریخ‌کاشت‌های ۸، ۱۵، ۲۱ و ۲۹ تیرماه بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه مشاهده شد. در پژوهش‌های منده‌پور و همکاران (Mandehpour *et al*., 2015) بر گیاه ماش در بین تاریخ کاشت‌های ۱، ۱۰ و ۲۰ مرداد بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱ مرداد ماه به‌دست آمد.

یکی از مهم‌ترین مدیریت‌ها برای به حداکثر رساندن عملکرد گیاهان زراعی رعایت تراکم مناسب در واحد سطح می‌باشد، با رعایت تراکم گیاهی مناسب در واحد سطح، بوته‌ها می‌توانند از منابع محیطی حداکثر استفاده را داشته باشند و در نهایت عملکرد دانه بالایی تولید کنند (Zeinali *et al*., 2014). در گزارش‌های عسگری و همکاران (Asgari *et al*., 2018) نشان داده شد که عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود فرنگی تحت تاثیر تراکم گیاهی قرار داشته، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد در بین فواصل بوته ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر متعلق به فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر بود. در سایر مطالعات افزایش تراکم‌های گیاهی سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گردید (Kumar *et al*., 2016). کیدم و خنویل‌کار (Kadam and Khanvilkar, 2015) در تحقیقات خود بر گیاه ماش نشان دادند که فاصله ردیف باریک‌تر نسبت به فواصل ردیف عریض‌تر تولید ماده خشک بیشتری دارند.

با توجه به این که ماش گیاهی است که در منطقه ایلام پس از برداشت گندم پاییزه مورد کشت قرار می‌گیرد و باید تا قبل از شروع فصل زراعی جدید در پاییز برداشت گردد، لذا تعیین بهترین تاریخ کاشت همراه با تراکم مناسب بوته در منطقه امری ضروری بوده و در این پژوهش به آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی و پژوهشی مرکز فنی و حرفه‌ای شهرستان ایلام با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶

دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۸۷ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه دارای میانگین بارندگی سالیانه ۵۰۳ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۷/۹ درجه سلسیوس، حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق سالیانه به‌ترتیب ۴۱/۲ و ۸/۶- درجه سلسیوس است (سالنامه هواشناسی استان ایلام). آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد مطالعه عبارت بودند درجه روز رشد تا زمان برداشت در سه سطح شامل درجه روز رشد ۱۹۱۰، ۱۷۴۰ و ۱۴۸۵ (ناشی از تاریخ کاشت‌های ۱۰ و ۲۵ تیر و ۵ مرداد) و عامل فاصله بوته روی ردیف شامل فواصل ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر با فاصله بین ردیف‌های۵۰ سانتی‌متر (به ترتیب تراکم‌های ۴۰، ۲۰، ۱۳/۳ و ۱۰ بوته در مترمربع) بود. هر کرت آزمایشی شامل شش خط به طول ۵ متر بود. فاصله بین کرت‌ها و تکرارها نیز در آزمایش به‌ترتیب ۰/۵ و ۱ متر در نظر گرفته شد. برای اطمینان از دست‌یابی به تراکم بوته مورد نظر در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف شد و بعد از استقرار بوته‌ها، به‌منظور رعایت کردن فاصله بین دو بوته در هر کرت عملیات تنک کردن بوته‌ها در مرحله دو تا سه برگی انجام شد. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک تهیه و به آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام ارسال شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (جدول ۱) و مقادیر کودهای مورد نیاز تعیین شد. بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک، کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد.

عملیات زراعی شامل شخم، کود پایه، دیسک و نرم کردن کلوخه‌ها و پیاده کردن نقشه آزمایش برای هر تاریخ کاشت انجام شد. در طی دوره رشد جهت کنترل علف‌های هرز اقدام به دو بار وجین دستی در مراحل دو تا چهار برگی شدن بوته‌ها و شروع گل‌دهی شد. در طول فصل رشد هیچ گونه علایم آفت و بیماری روی محصول مشاهده نشد. صفات فنولوژیک تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی به‌ترتیب بر اساس ظهور ۵۰ درصد گل‌ها در مرحله R_2 و براساس این که ۵۰ درصد غلاف‌ها رسیدند در مرحله R_8 ثبت گردید (Pookpakdi and Chugphetchinda, 1988). بررسی مراحل فنولوژیک با استفاده از واحد تجمع حرارتی بر اساس درجه روز رشد انجام شد. برای محاسبه تجمع حرارتی، بر اساس اطلاعاتی که از ایستگاه هواشناسی ایلام گرفته شد، مقادیر تجمع حرارتی (GDD) بر طبق رابطه زیر محاسبه گردید (Gregory and Wilhelm, 1997).

$$GDD=\Sigma(Tmax+Tmin/2)- Tb$$

که در این رابطه Tmax، Tmin و Tb به ترتیب دمای بیشینه محیط، دمای کمینه محیط و صفر فیزیولوژیک است، دمای بیشینه، دمای کمینه و صفر فیزیولوژیک برای ماش به ترتیب ۳۵، ۱۲/۵ و ۸ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (Hashemi Dezfouli *et al.*, 1995). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و به‌منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت پس از حذف دو خط کاشت کناری به‌صورت تصادفی انتخاب و متوسط تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف محاسبه شد. به‌منظور محاسبه وزن صد دانه، ۱۰ نمونه صد تایی

شمارش و وزن هر نمونه با ترازوی دقیق تعیین و سپس میانگین آنها محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری شدت فتوسنتز در واحد سطح برگ (میکرو مول CO_2 بر متر مربع در ثانیه)، هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر متر مربع در ثانیه) و غلظت CO_2 درون روزنه‌ای (میکرومول بر مول) از دستگاه IRGA (Infra Red Gas Analyser) مدل LCA4 Biosynthetic LTD, Hoddoson, UK استفاده شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در مرحله گلدهی و در شدت نور محیط ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه در ساعت ۹ تا ۱۱ صبح و در یک روز آفتابی با آسمان صاف در دمای هوا ۲± ۳۰ درجه سلسیوس انجام شد (Zhang *et al*., 2007). جهت اندازه‌گیری غلظت کلروفیل کل (a+b)، در مرحله R_2 از پنج عدد برگ تازه در هر کرت نمونه‌برداری انجام و از روش آرنون (رابطه ۱) استفاده گردید (Arnon, 1967). در رابطه زیر V حجم نمونه استخراج شده و W وزن تر نمونه است.

رابطه ۱:

$$Chla+b= [20.2 (D645)- 8.02 (D663)] *V/(1000W)$$

برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ در مرحله گل‌دهی کامل (R_2)، از رابطه ۲ استفاده گردید (Soomro *et al*., 2011).

رابطه ۲:

$$RWC=[(FW-DW)/(TW-DW)] \times 100$$

FW= وزن تر برگ، DW= وزن خشک برگ، TW= وزن تورژسانس برگ.

به‌منظور سنجش سطح برگ، برگ‌های سبز در مرحله گل‌دهی از ۵ بوته از قسمت پهنک جدا گردید و توسط دستگاه سطح برگ سنج مدل DeltaT, Devices, UK اندازه‌گیری شد و میانگین سطح برگ محاسبه گردید. برای تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک در هنگام رسیدگی فیزیولوژیک، برداشت از سطحی معادل ۲ متر مربع انجام شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک برحسب درصد محاسبه شد. اندازه‌گیری پروتئین دانه با دستگاه اتوآنالیزر (Kjeltec 1030 ساخت کشور سوئد) و به روش کجلدال انجام و ابتدا درصد نیتروژن کل اندازه‌گیری و سپس با حاصل‌ضرب عدد نیتروژن کل در عدد ۶/۲۵ درصد پروتئین دانه در هر تیمار به‌دست آمد (Jackson, 1964). با ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه، عملکرد پروتئین محاسبه شد.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. همچنین مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت و ترسیم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL 2010 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها متاثر از عوامل آزمایشی در مورد صفات بررسی شده در جداول ۲ و ۳ ارایه گردیده است.

صفات فنولوژیکی

درجه روز رشد تا گلدهی: درجه روز رشد ۱۷۴۰ (۲۵ تیر ماه) بیشترین مقدار تجمع حرارتی و درجه روز رشدهای ۱۹۱۰ و ۱۴۸۵ تا زمان رسیدگی (تاریخ کاشت‌های ۱۰ تیر و ۵ مرداد) که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند کمترین مقدار تجمع حرارتی درجه روز رشد را تا مرحله گل‌دهی دارا بودند (جدول ۴). بنابراین، تیمار ۱۷۴۰ درجه روز رشد تا زمان برداشت (تاریخ کشت ۲۵ تیرماه) به‌دلیل جذب میزان نور

لازم جهت ورود به فاز زایشی، مجموع دمایی زودتر جذب شده و در نتیجه گیاه در فاصله کمتری نسبت به تاریخ کشت‌های دیگر به گل می‌رود. به نظر می‌رسد تاریخ کاشت زود هنگام در محصولات زراعی گرمادوست ممکن است موجب استقرار نامناسب گیاهچه‌ها به دلیل خنکی هوا گردد، در تاریخ کاشت دیر هنگام نیز معمولاً موجب محدودیت رشد رویشی و سبب گل‌دهی زود هنگام گیاه می‌گردد. سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2019) بر گیاه ماش نشان دادند که تاریخ کاشت‌های زودهنگام بیشترین تعداد روز تا گلدهی داشته و با تاخیر در تاریخ کاشت تعداد روز تا گلدهی کاهش یافت.

درجه روز رشد تا رسیدگی: تیمار ۱۹۱۰ درجه روز رشد تا زمان برداشت (تاریخ کاشت ۱۰ تیر) بیشترین و تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد تا زمان برداشت (تاریخ کاشت ۵ مرداد) کمترین مقدار حرارت برای رسیدگی گیاه ماش را شامل شدند (جدول ۴)، که این امر نشان می‌دهد با تأخیر در کاشت میزان زمان حرارتی مورد نیاز برای تکمیل دوره زندگی گیاه ماش کاهش یافت. مورا (Murua, 2002) اظهار داشت در تاریخ کشت زود هنگام، موجب افزایش سرعت رشد گیاه در طی مرحله رویشی به دلیل کارایی استفاده بالا از نور و جذب درصد بیشتری از تابش، گردید. در کشت دیرهنگام، سرعت رشد گیاه در طی دوره پر شدن دانه به دلیل استفاده کمتر از نور خورشید کاهش می‌یابد که دلیل این امر روزهای سرد و شرایط نامساعد آب و هوایی در مراحل پایانی رشد گیاه به خاطر رطوبت و کاهش حرارت محیط بوده که در نهایت منجر به تأخیر در طول دوره و زمان رسیدگی خواهد شد (Mandehpour *et al*., 2015).

ویژگی‌های فیزیولوژیکی

فتوسنتز خالص: مقایسه میانگین اثر درجه روز رشد بر فتوسنتز خالص نشان داد که فتوسنتز خالص در تیمار ۱۷۴۰ درجه روز رشد (۱۹/۷۱ میکرومول فوتون بر متر مربع در ثانیه) نسبت به تیمارهای ۱۹۱۰ و ۱۴۸۵ درجه روز رشد بیشتر بود و با این دو درجه روز رشد تا زمان برداشت تفاوت معنی‌داری داشت هر چند که دو درجه روز رشد ۱۹۱۰ و ۱۴۸۵ با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2015) در تحقیقات خود در گیاه سویا نشان داد که در بین تاریخ کاشت‌های ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیرماه، بیشترین فتوسنتز خالص به تاریخ کاشت ۱۵ خرداد ماه تعلق داشت. آنچه مشخص است حفظ عملکرد فتوسنتزی برگ‌ها تحت استرس گرما برای حفظ سنتز و انتقال ساکارز به این اندام‌ها بسیار حیاتی است، از این رو در تاریخ‌کاشت‌های دیرتر به دلیل بالابودن دمای محیط فتوسنتز برگ‌ها تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Awasthi *et al*., 2014; Kaur *et al*., 2015).

مقایسه میانگین اثر فاصله بوته بر فتوسنتز خالص نشان داد که فتوسنتز خالص در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر (تراکم ۱۳/۳ بوته در مترمربع) نسبت به سه فاصله بوته ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متری بیشتر بود، هر چند فقط با فاصله بوته‌های ۵ و ۲۰ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). پایین بودن فتوسنتز خالص در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متری (تراکم ۱۰ بوته در مترمربع) ممکن است به دلیل کاهش پوشش گیاهی، جذب تشعشع خورشیدی و ضریب بازده فتوسنتزی در تراکم‌های تنک باشد. از طرف دیگر پایین بودن فتوسنتز خالص در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر (تراکم

۴۰ بوته در مترمربع) نیز می‌تواند به دلیل بالا بودن رقابت بوته‌ها برای جذب نور و مواد غذایی، افزایش سایه‌اندازی و کاهش فتوسنتز خالص باشد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج صادقی و همکاران در گیاه سویا (Sadeghi *et al*., 2015) همخوانی داشت.

هدایت روزنه‌ای: بیشترین هدایت روزنه‌ای مربوط به ۱۷۴۰ درجه روز رشد تا زمان برداشت و کمترین مقدار آن در تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر فاصله بوته بر هدایت روزنه‌ای نشان داد که فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند اما در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر هدایت روزنه‌ای به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تراکم‌ها بود (جدول ۴). رقابت بر سر جذب آب در تراکم‌های بالا، گیاهان را در معرض کمبود آب قرار داده و گیاهان از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای، سعی در حفظ رطوبت خود دارند. کاهش در هدایت روزنه‌ای در تراکم‌های بالا گزارش شده است (Pasandi Pour and Farahbakhsh, 2017). صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2015) گزارش کردند که در بین تاریخ کاشت‌های ۱۵ اردیبهشت، ۱۵ خرداد و ۱۵ تیرماه، بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای به تاریخ کاشت ۱۵ خردادماه تعلق داشت.

غلظت CO_2 زیرروزنه‌ای: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر درجه روز رشد و فاصله بوته تأثیر معنی‌داری بر صفت غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای داشت (Ci) اما اثر برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های بین تیمارهای درجه روز رشد نشان داد که بیشترین غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای مربوط به تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد با ۳۵۷ میکرومول CO_2 بر متر مربع در ثانیه بود و کمترین میزان CO_2 زیرروزنه‌ای با ۳۳۴ میکرومول CO_2 بر متر مربع در ثانیه به ۱۷۴۰ درجه روز رشد اختصاص داشت (جدول ۴). پایین بودن غلظت CO_2 زیرروزنه در این درجه روز رشد تا زمان برداشت نشان‌دهنده آسیمیلاسیون سریع‌تر کربن و کارایی بالاتر دستگاه فتوسنتزی می‌باشد. مقایسه میانگین بین فواصل مختلف بوته مشخص کرد که فواصل ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر کمترین و فاصله ۵ سانتی‌متر بیشترین غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای را دارا بودند. در حالی که فاصله بوته ۵ سانتی‌متر داری کمترین میزان فتوسنتز خالص بودند، که این امر نشان‌دهنده پایین بودن میزان هدایت مزوفیلی و عدم توانایی سلول‌های مزوفیلی در استفاده از دی‌اکسیدکربن می‌باشد. تجمع دی اکسیدکربن در برگ در تراکم‌های بالا بیانگر عدم توانایی گیاه در فرآوری دی اکسید کربن علی‌رغم عبور آن از مقاومت روزنه‌ای است. بنابراین، در صورتی که کاهش فتوسنتز با افزایش غلظت دی اکسیدکربن زیرروزنه‌ای همراه باشد، می‌توان گفت که عوامل غیرروزنه‌ای محدود کننده فتوسنتز هستند (Halder and Burrage, 2004).

محتوای نسبی آب برگ: نتایج آزمایش نشان داد که بین فاصله بوته‌های مختلف در درجه روز رشدهای ۱۹۱۰، ۱۷۴۰ و ۱۴۸۵ روند افزایش محتوای نسبی آب برگ از معادله درجه دوم تبعیت می‌کند و اختلاف بین تیمارهای تجمع حرارتی از نظر محتوای نسبی آب برگ در فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر به حداکثر مقدار خود رسید (شکل ۱). در درجه روز رشد ۱۷۴۰ محتوای نسبی آب برگ در فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر با میانگین ۸۹ درصد بیشترین میزان را دارا بود و تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد در فاصله بوته ۵

سانتی‌متر با میانگین ۷۷ درصد کمترین محتوای نسبی آب برگ را دارا بود (شکل ۱). در این تحقیق همچنین مشخص شد افزایش محتوای نسبی آب، هدایت روزنه‌ای و در نتیجه ورود دی اکسید کربن به داخل برگ را افزایش می‌دهد که این عامل به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که محتوای نسبی آب بالا در برگ می تواند مسیر دوم انتشار CO_2 را که فاز مایع است، تسهیل و تسریع نموده و در نتیجه CO_2 بیشتری جهت انجام فتوسنتز فراهم می‌گردد که نتایج پسندی‌پور و فرحبخش مؤید (Pasandi pour and Farahbakhsh, 2018) این مطلب است.

سطح برگ: نتایج آزمایش نشان داد که بین فاصله بوته‌های مختلف در تیمارهای تجمع حرارتی روند افزایش سطح برگ از معادله درجه دوم تبعیت کرد. در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در درجه روز رشدهای ۱۹۱۰ و ۱۷۴۰ تا زمان برداشت بیشترین سطح برگ و در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر و درجه روز رشد ۱۴۸۵ کمترین سطح برگ بوته به‌دست آمد (شکل ۲)، که با گزارش مورا (Murua, 2002) که بیان کرد تاریخ کاشت با تأثیر بر درجه حرارت، روی تعداد نهایی برگ و توسعه پوشش گیاهی که شاخص سطح برگ گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، مطابقت دارد. در همین راستا سیدیک و همکاران (Siddique *et al*., 1999) معتقدند که با تأخیر در کاشت به‌دلیل تأثیر درجه حرارت، شاخص سطح برگ به سرعت به بالاترین مقدار خود می‌رسد و بلافاصله کاهش می‌یابد و لذا هر چه تاریخ کاشت به تأخیر بیافتد از مقدار حداکثر شاخص سطح برگ کاسته می‌شود.

میزان کلروفیل: نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد، با افزایش فاصله بوته در تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد میزان کلروفیل a+b به‌صورت خطی افزایش یافت. در درجه روز رشد ۱۴۸۵ شیب افزایش میزان کلروفیل ۰/۰۵ میلی‌گرم در گرم بود. در حالی که روند تغییرات میزان کلروفیل در درجه روز رشدهای ۱۷۴۰ و ۱۹۱۰ از معادله درجه دوم تبعیت کرد (شکل ۳)، که این امر مبین آن است که واکنش فاصله بوته‌ها به تیمارهای درجه روز رشد از نظر میزان کلروفیل a+b برگ، متفاوت بوده است. بیشترین میزان کلروفیل در درجه روز رشد ۱۷۴۰ با فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر حاصل شد. کمترین میزان کلروفیل به درجه روز رشد ۱۹۱۰ و فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر تعلق داشت (شکل ۳). علت افزایش معنی‌دار کلروفیل در درجه روز رشد ۱۷۴۰ را می‌توان به کاهش دما در مرحله گل‌دهی ربط داد. وقتی گیاه به هر دلیلی مانند تراکم بالا یا روزهای ابری نتواند به حد مطلوب تشعشع دریافت کند به‌دلیل جبران این نقصان با افزایش تعداد کلروپلاست و تراکم کلروفیل برگ در نقاطی که حداقل نور تابیده و جذب می‌شود می‌تواند به فتوسنتز فعال خود ادمه دهد (Forghani *et al*., 2010). در گزارش سرخی (Sorkhi, 2017) نشان داده شده که افزایش بیشتر تراکم گیاهی سبب کاهش معنی‌داری در میزان کلروفیل خواهد شد که علت این میزان کاهش را به دلیل افزایش تراکم بوته‌ها که کاشت متراکم‌تر بوته‌های موجب کاهش نور دریافتی و کاهش در جذب رطوبت و مواد معدنی به علت افزایش شدت رقابت بین بوته‌ها نسبت داده است.

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

تعداد غلاف: در میان اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف بیشترین تغییر را در واکنش گیاه به تغییرات محیطی نشان می‌دهد. محققان گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته جزو مهم عملکرد دانه است و بیشترین سهم را در تغییرات عملکرد دانه دارد (Agung and Mc Donald, 2004; Mohdal *et al.*, 2004). با افزایش فاصله ردیف یا کاهش تراکم بر تعداد غلاف در بوته افزوده می‌شود و تعداد دانه در غلاف تغییرپذیری کمتری در مقایسه با تعداد غلاف در بوته نشان می‌دهد. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد، در تجمع حرارتی مختلف روند تغییرات تعداد غلاف در بوته و در متر مربع از معادله درجه دوم تبعیت کرد. با توجه به معادلات به‌دست آمده از نظر تعداد غلاف در بوته و در متر مربع تراکم مطلوب در تمامی تیمارهای تجمع حرارتی در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متری بود که در قبل و بعد از این فاصله بوته، تعداد غلاف در بوته روند کاهشی را نشان داد (شکل ۴). در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر، تعداد غلاف در بوته و در واحد سطح در درجه روز رشد ۱۷۴۰ در مقایسه با ۱۹۱۰ درجه روز رشد و ۱۴۸۵ درجه روز رشد دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته و در متر مربع بود. این امر نشان می‌دهد که درجه روز رشد ۱۷۴۰ شرایط بهتری را از نظر طول دوره رشد جهت افزایش تعداد غلاف در گیاه ماش فراهم آورده و بنابراین تعداد غلاف در گیاه نسبت به سایر درجه روز رشدها بیشتر بود و کمترین تعداد غلاف در بوته و در متر مربع به درجه روز رشد ۱۴۸۵ اختصاص داشت (شکل ۴ و ۵). از آنجا که ماش دارای عادت رشد نامحدود است و رشد رویشی و زایشی آن همزمان می‌باشد در نتیجه با کاهش میزان تجمع حرارتی در اثر تاخیر در تاریخ کاشت تولید گل و در نتیجه تولید غلاف در اثر برخورد با درجه حرارت پایین کند شده و از عملکرد آن کاسته می‌شود. صالحی (Salehi, 2014) در آزمایش خود نشان داد که تعداد غلاف در گیاه حساس‌ترین جزء از اجزای عملکرد است که تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله تراکم قرار می‌گیرد. باید توجه داشت که تعداد غلاف به تعداد کل گره در بوته و آن نیز به ارتفاع ساقه بستگی دارد و از طرفی با تأخیر در کاشت، طول دوره رشد و ارتفاع گیاه کاهش یافت که به دنبال آن تعداد غلاف کمتری در گیاه تولید می‌گردد. کمترین تعداد غلاف در بوته در فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر در همه تیمارهای درجه روز رشد مشاهده شد (شکل ۴). به نظر می‌رسد در فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر، رقابت برای فضا، نور و مواد غذایی برای هر گیاه بیشتر شده و بنابراین، تولید شاخه‌های جانبی و به دنبال آن تولید غلاف در بوته کمتر می‌شود (Moniruzzaman *et al.*, 2009). همچنین، در کشت فاصله ردیف ۵ سانتی‌متر به دلیل تراکم بالا، محدودیت عناصر غذایی قابل دسترس (از جمله فسفر و پتاسیم) در سطوح زیرین پوشش گیاهی سبب افزایش درصد ریزش گل‌ها در حین تلقیح یا پس از آن می‌گردد. کمترین تعداد غلاف در متر مربع به درجه روز رشد ۱۴۸۵ در فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر تعلق داشت (شکل ۵).

در فاصله روی ردیف بالا (۲۰ سانتی‌متر) به علت عدم حضور پوشش گیاهی کافی، بخش قابل ملاحظه‌ای از تشعشع خورشیدی در مراحل اولیه رشد رویشی جذب نمی‌شود و در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد. در چنین شرایطی به

منظور ایجاد موازنه بین مواد فتوسنتزی، مقدار تنفس و ذخیره مواد، عمل خود تنکی در گیاه ماش روی می‌دهد و در نتیجه تعداد زیادی از گل‌های تشکیل شده حذف می‌شوند. برآیند تمام این تأثیرها باعث می‌گردد در فاصله ردیف ۵ و ۲۰ سانتی‌متر، تعداد غلاف در بوته و در واحد سطح در گیاه ماش کاهش یابد. این نتیجه‌گیری با یافته‌های کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2016) مطابقت دارد. در تراکم‌های گیاهی بالاتر، رقابت جهت فضا، نور و مواد غذایی برای هر گیاه بیشتر شده و در نتیجه تولید شاخه‌های جانبی و به دنبال آن تولید غلاف در بوته کمتر می‌گردد (Moniruzzaman *et al.*, 2009). لون و همکاران (Lone *et al.*, 2009) در گزارش‌های خود اظهار داشتند که با زیاد شدن تراکم گیاهی، تعداد غلاف در ساقه کمتر می‌شود ولی به‌طورکلی، تعداد آن در مترمربع افزایش می‌یابد. تراکم گیاهی بیش از حد مطلوب، از طریق سایه‌اندازی برگ‌های گیاه روی همدیگر سبب افزایش رقابت بین بوته‌ها شده و از این راه بر نسبت تنفس به فتوسنتز گیاه می‌افزاید، در نتیجه عملکرد دانه کم می‌شود (Zeinali *et al.*, 2014).

وزن هزار دانه: با کاهش درجه روز رشد تا زمان برداشت وزن هزار دانه گیاه ماش کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دانه به درجه روز رشد ۱۹۱۰ متعلق بود که از نظر آماری با درجه روز رشد ۱۷۴۰ اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین وزن هزار دانه نیز مربوط به درجه روز رشد ۱۴۸۵ بود (جدول ۴). کاهش در میزان تجمع حرارتی در اثر تأخیر در کاشت با کاهش طول دوره پر شدن دانه اثر منفی بر عملکرد دانه داشت که احتمالاً ناشی از کاهش تجمع مواد پرورده در دانه‌ها است. در تیمار ۱۴۸۵ درجه روز رشد تا زمان برداشت به علت مصادف شدن زمان پر شدن دانه‌ها با بارش و سرمای آخر فصل کاهش وزن هزار دانه در این تیمار مشاهده شد و در نتیجه درجه روز رشد ۱۹۱۰ با بیشترین دوره پر شدن دانه و انتقال مواد پرورده به دانه‌ها در شرایط بهینه، دارای بالاترین وزن هزار دانه بود. البته به این نکته نیز باید توجه نمود که تیمار ۱۹۱۰ درجه روز رشد دارای تعداد دانه کمتری نسبت به تیمار ۱۷۴۰ درجه روز رشد بود و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها اختصاص یافته و در نهایت وزن هزار دانه بالاتر بود. در گزارش‌های سایر محققین نیز نشان داده شده است که با افزایش دمای محیط به‌طور معنی‌داری تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و در نهایت عملکرد دانه کاهش معنی‌داری از خود نشان می‌دهد (Lateef *et al.*, 2018).

عملکرد دانه: فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر × درجه روز رشد ۱۷۴۰با تولید ۳۱۴۹ کیلوگرم در هکتار، بالاترین عملکرد دانه و فاصله بوته ۵ سانتی‌متر×درجه روز رشد ۱۴۸۵ با تولید ۱۶۶۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (شکل ۶). رشد رویشی و عملکرد گیاه تابع شرایط حرارتی محیط در مراحل مختلف رشد و به ویژه تابع شرایط حرارتی محیط در زمان لقاح و انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌ها می‌باشد (Naderi *et al.*, 2010). در شرایط مطلوب ۱۷۴۰ درجه روز رشد، رشد رویشی بسیار خوب بود و در زمان ظهور اندام‌های زایشی و تلقیح، چون دمای محیط کاملاً با شرایط بهینه گیاه جهت تلقیح مطابقت داشت، بنابراین عملکرد و تجمع ماده خشک افزایش بیشتری نشان داد. این نتیجه را می‌توان به دوره رشد رویشی طولانی‌تر در این تیمار تجمع حرارتی و در نتیجه توانایی بوته‌های ماش برای ترمیم فضاهای خالی و

رساندن سطح برگ به حد کافی برای حداکثر دریافت تشعشع در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر نسبت داد. در درجه روز رشد ۱۹۱۰ با وجود رشد رویشی مناسب، و با توجه به حساس بودن مرحله زایشی نسبت به رویشی، افزایش دمای محیط باعث کاهش عملکرد شد. تجمع حرارتی ۱۴۸۵ درجه روز رشد علاوه بر کاهش رشد رویشی به‌دلیل مناسب نبودن شرایط محیطی، با مشکل عدم انتقال مواد پرورده به طرف دانه‌ها به‌دلیل کاهش دما در آخر فصل باعث کاهش تجمع ماده خشک و عملکرد دانه شد که با نتایج نادری و همکاران (Naderi *et al*., 2010) همخوانی داشت، این پژوهشگران در آزمایش‌های خود اظهار داشتند که تاخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش رشد رویشی به دلیل نامناسب بودن شرایط محیطی، با مشکل عدم انتقال مواد فتوسنتزی به طرف دانه‌ها به دلیل کاهش دما در آخر فصل، باعث کاهش تجمع عملکرد بیولوژیک و در نهایت عملکرد دانه شد. برخی پژوهشگران علت کاهش عملکرد دانه را در کشت‌های تاخیری ارتفاع بوته کم، کاهش تعداد گره‌های غلاف دهنده، کاهش طول دوره رویشی و وزن خشک تجمع یافته ذکر کرده‌اند (Mousavi and Pezeshkpour, 2006). علت کاهش عملکرد دانه در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) علی‌رغم افزایش ماده خشک کل در جامعه گیاهی، رقابت بوته‌ها در استفاده از منابع رشد می‌باشد. این رقابت باعث شده، تا عملکرد تک بوته با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح و افزایش وزن دانه جبران نشود. همچنین، در ارتباط با اثر تراکم بر عملکرد دانه می‌توان گفت که در تراکم‌های پایین (۱۰ بوته در مترمربع)، به علت وجود پوشش گیاهی کافی، بخش قابل ملاحظه‌ای از تشعشع خورشیدی در مراحل اولیه رشد رویشی جذب نشده و در نتیجه عملکرد که حاصل فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال آن به دانه می‌باشد، کاهش می‌یابد. سلیمانی (Soleymani, 2016) کاهش عملکرد را در تراکم‌های پایین به کاهش تعداد بوته و جذب تشعشع خورشیدی کمتر به دلیل کمتر بودن سطح برگ مرتبط دانست. لازم به ذکر است در طرح‌های که بر روی تراکم بوته در واحد سطح اعمال می‌گردد نتیجه به‌دست آمده به‌طور قطعی مطلوب‌ترین تراکم نمی‌باشد، چون ممکن است تراکمی خارج از تراکم‌های به کار برده شده وجود داشته باشد که در آن تراکم، عملکرد دانه حداکثر باشد. لذا در طرح‌های تراکم بایستی از معادلات رگرسیون کمک گرفت. هالیدی (Holliday, 1960) مقالات متعددی را خلاصه کرده و معادله منحنی عملکرد دانه را به‌صورت $Y = a + bx + CX^2$ ارایه داده است که Y و X به‌ترتیب عملکرد دانه و تراکم بوته در واحد سطح، a، b و C ضرایب رگرسیونی هستند. بر این اساس معادله فوق برای تیمارهای درجه روز رشد مورد استفاده در این آزمایش بسط داده شدند (شکل ۶). بر اساس نتایج تجزیه منحنی پاسخ در تاریخ‌های مختلف کاشت، رگرسیون درجه دو معنی‌دار بود که بهترین ارتباط بین فاصله بوته با عملکرد دانه را نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در تاریخ کشت ۲۵ تیر بود. بررسی روند تغییرات عملکرد دانه نشان داد که با افزایش فاصله بوته تا ۱۵ سانتی‌متر در سه درجه روز رشد ۱۹۱۰، ۱۷۴۰ و ۱۴۸۵ افزایش می‌یابد، بدین صورت مشخص می‌شود که عملکرد دانه رابطه‌ای سهمی با فاصله بوته در واحد سطح دارد و بالاتر از حد مطلوبی از فاصله بوته، عملکرد دانه کاهش

خواهد یافت (شکل۶). به نظر می‌رسد این افزایش عملکرد در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در درجه روز رشد ۱۷۴۰ ناشی از افزایش جذب تابش خورشیدی و همچنین، افزایش کارآیی فتوسنتز پوشش گیاهی باشد.

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد که با افزایش فاصله بوته، عملکرد بیولوژیک در تیمارهای درجه روز رشد روند کاهشی داشت (شکل ۷). روند این کاهش در درجه روز رشدهای ۱۹۱۰، ۱۷۴۰ و ۱۴۸۵ به صورت خطی بود، به‌طوری‌که شیب کاهش عملکرد بیولوژیک در این سه تیمار به‌ترتیب برابر ۳۳۱، ۴۰۳ و ۳۴۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۷). در بین اثرات متقابل درجه روز رشد و تراکم بیشترین عملکرد بیولوژیک در درجه روز رشد ۱۹۱۰ و ۱۷۴۰ به‌فاصله بوته ۵ سانتی‌متر و کمترین عملکرد بیولوژیک نیز به درجه روز رشد ۱۴۸۵ و فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر متعلق بود (شکل ۷). درجه روز رشد ۱۷۴۰ به علت دارا بودن بیشترین تعداد غلاف در مترمربع و عملکرد دانه بیشترین عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با سایر تیمارهای تجمع حرارتی دارا بود. با کاهش فاصله بوته (افزایش تراکم بوته)، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. با افزایش تعداد بوته در واحد سطح به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان برای عوامل محیطی مؤثر بر جذب نور و رشد، وزن خشک تک بوته کاهش می‌یابد، اما افزایش بیشتر بوته در واحد سطح، کاهش ورن اندام‌ها و در نهایت بوته را جبران می‌نماید و بیشترین وزن خشک بوته در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) به‌دست می‌آید. شاکرمی و رفیعی (Shakarami and Rafiee, 2009)، در مطالعات خود نیز این نتیجه را تأیید نمودند. نکته دیگری نیز که بایستی در نظر داشت این است که در فاصله بوته ۲۰ سانتی‌متر به دلیل زیاد شدن سطح تبخیر از خاک و تشدید مصرف رطوبت خاک در نتیجه عدم پوشش گیاهی کافی، تنش خشکی زودتر اتفاق می‌افتد، که مجموع این عوامل باعث کاهش عملکرد بیولوژیک در این فاصله می‌گردد. مهدال و همکاران (Mohdal *et al*., 2004) نیز گزارش کردند که عملکرد ماده خشک باقلا با افزایش تراکم بوته افزایش داشته است.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد، در هر سه تیمار درجه روز رشد روند تغییرات شاخص برداشت از معادله درجه دوم تبعیت کرد و مشخص شد که فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در ۱۷۴۰ درجه روز رشد بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. بیشترین کاهش شاخص برداشت نیز مربوط به فاصله بوته ۵ سانتی‌متر در درجه روز رشد ۱۴۸۵ بود (شکل ۸). همچنین، بررسی برهمکنش درجه روز رشد و فاصله بوته نشان داد که در همه درجه روز رشد، فاصله بوته ۵ سانتی‌متر (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) سبب کاهش شاخص برداشت شده است. به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالا، رقابت برای فضا، نور و مواد غذایی برای هر گیاه بیشتر شده و بنابراین، تولید دانه کاهش می‌یابد. با کاهش فاصله بوته روی ردیف‌ها در گیاه ماش، به دلیل مشارکت کمتر شاخه‌های جانبی در تولید غلاف، شاخص برداشت در اثر کاهش عملکرد دانه در بوته کاهش یافت. در درجه روز رشد ۱۴۸۵ پایین بودن عملکرد بیولوژیک سبب کاهش تولید شیر پرورده می‌شود. علاوه بر پایین بودن عملکرد بیولوژیک، مشکل مصادف شدن مرحله پرشدن دانه‌ها با سرمای آخر فصل وجود داشت که تأثیر بسیار زیادی بر تقسیم ماده خشک گیاهی به

مخازن اقتصادی بوته دارد و موجب عدم کارایی انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌گردد و در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد، نتایج آبادیان و همکاران (Abadian *et al*., 2008) نیز این مطلب را تایید می‌کند. آنها اظهار داشتند که تأخیر در کاشت موجب تولید ناکافی سطح برگ، کوتاه شدن ساقه و افت شاخه‌دهی و در نتیجه سبب کاهش تولید شیره پرورده در مرحله غلاف‌بندی می‌شود و در نهایت موجب کاهش شاخص برداشت می‌گردد. دلیل پایین بودن شاخص برداشت در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر (تراکم ۴۰ بوته در مترمربع) را می‌توان به رقابت ناشی از تراکم بالا و درنتیجه افزایش درصد عقیمی غلاف‌ها بیان کردند. در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر، هر چند عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد ولی به دلیل رقابت زیاد بین بوته‌ها نسبت دانه به ماده خشک کاهش می‌یابد (Shakarami and Rafiee, 2009). همچنین، در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به دلیل افزایش بیش‌تر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه، شاخص برداشت کاهش یافت. چراغی و همکاران (Cheraghi *et al*., 2011) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش نمودند. با افزایش فاصله بوته‌ها به ۲۰ سانتی‌متر به دلیل عدم پوشش گیاهی سطح فتوسنتز کننده در فاصله بیشتر بین بوته‌ها جذب تشعشع کمتر انجام شد و به دنبال آن میزان فتوسنتز و شاخص برداشت کاهش یافت. در گزارش‌های باردواج و هاماما (Bhardwaj and Hamama, 2016) روی گیاه ماش نیز نشان داده شد که شاخص برداشت تحت تاثیر تاریخ کاشت و فاصله ردیف معنی‌دار گردید.

پروتئین دانه: درجه روز رشد ۱۴۸۵ و درجه روز رشد ۱۷۴۰ به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه را دارا بودند (جدول ۴). دلیل بالا بودن میزان پروتئین در درجه روز رشد ۱۴۸۵ نسبت به درجه روز رشد دیگر تا زمان برداشت را می‌توان چنین بیان کرد که با کاهش درجه روز رشد در اثر تأخیر در کاشت تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه کاهش یافته و مقدار بیشتری نیتروژن به دانه‌ها اختصاص یافته و درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. باردواج و هاماما (Bhardwaj and Hamama, 2015) نیز در بررسی های خود بر ماش نشان دادند که تاخیر در کاشت موجب افزایش پروتئین دانه گردید. ایلیکایی و امام (Ilkaee and Emam, 2002) در بررسی‌های خود بیان کردند که میزان پروتئین در تراکم‌های مختلف تغییر معنی‌داری نداشت که این امر نشان می‌دهد پروتئین دانه بیشتر تحت تاثیر ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد و کمتر تحت تاثیر عوامل به زراعی قرار می‌گیرد.

عملکرد پروتئین دانه: بیشترین میزان عملکرد پروتئین درجه روز رشد ۱۷۴۰ و کمترین میزان عملکرد پروتئین از درجه روز رشد ۱۴۸۵ به‌دست آمد (جدول ۴). علت کاهش عملکرد پروتئین در درجه روز رشد ۱۴۸۵ را می‌توان به کاهش زیاد عملکرد دانه و شاخص برداشت در این تیمار درجه روز رشد نسبت داد. با توجه به این که عملکرد پروتئین تابعی از دو مولفه مقدار پروتئین و عملکرد دانه است، به‌نظر می‌رسد تغییرات عملکرد پروتئین اساساً مربوط به تغییرات عملکرد دانه بود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مشاهده شد که میزان تجمع حرارتی مناسب و تراکم گیاهی مناسب توانست موجب بهبود رشد و همچنین سبب گردید که گیاه ماش

بتواند در مواجه با شرایط محیطی و رقابت درون گونه‌ای در خود گیاه ماش موفق و عملکرد مناسبی تولید نماید. در پژوهش حاضر با توجه به جدول تجزیه واریانس صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در متر مربع، سطح برگ، میزان کلروفیل برگ، فتوسنتز خالص و پروتئین دانه، میزان کلروفیل برگ، سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ تحت تاثیر درجه روز رشد و فاصله بوته معنی‌دار شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که درجه روز رشد ۱۷۴۰ (منطبق بر تاریخ کاشت ۲۵ تیرماه) و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر (تراکم بوته ۱۳/۳ بوته در مترمربع) با ایجاد بالاترین مقادیر صفات بررسی شده منجر به افزایش عملکرد دانه گردیده است، بنابراین به نظر می‌رسد می‌تواند در شرایط منطقه ایلام مورد توجه باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک مزرعه

Table 1- Physical and chemical properties of field soil

عمق خاک	رس	سیلت	شن	اسیدیته	کربن آلی	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	هدایت الکتریکی
Soil depth (cm)	Clay %	Silt %	Sand %	pH	Organic carbon (%)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	EC ($dc.m^{-1}$)
0-30	20	55	25	7.1	0.9	282	6.2	0.45

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مرفوفیزیولوژیکی ماش تحت تاثیر تاریخ کاشت و فواصل مختلف بوته روی ردیف

Table 2- Analysis of variance for morpho-physiologic traits of mungbean under planting date and plant distances in row

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	درجه روز رشد تا گلدهی Growing Degree Days to flowering	درجه روز رشد تا رسیدگی Growing Degree Days to maturity	میزان کلروفیل Chlorophyll content	سطح برگ Leaf area
تکرار Replication	2	803.71	20912.36	0.28	79.82
درجه روز رشد Growing Degree Day	2	474820.13**	509147.78**	1.36 **	105.33**
فاصله بوته روی ردیف plant distances in row	3	6647.53ns	231.67ns	0.88 **	81.45**
درجه روز رشد ×فاصله بوته روی ردیف Growing Degree Day × Plant distances in row	6	1009.02ns	834.75ns	0.25 *	24.09 *
خطا Error	22	4421.59	1702	0.06	4.79
ضریب تغییرات C.V. (%)		5.7	3.4	19.3	5.4

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns, represent significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant.

ادامه جدول ۲-

Table 2- Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	فتوسنتز خالص Net photosynthesis	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductivity	غلظت Co_2 زیر روزنه Intercellular CO_2 concentration	محتوای نسبی آب Relative water content
تکرار Replication	2	42.457	1632.19	813.19	44.7
درجه روز رشد Growing Degree Day	2	88.840**	4108.36**	1533.44**	67.8**
فاصله بوته روی ردیف plant distances in row	3	131.526**	1640.47**	1419.55**	72.6**
درجه روز رشد ×فاصله بوته روی ردیف Growing Degree Day × Plant distances in row	6	2.069ns	77.13ns	116.55ns	9.1*
خطا Error	22	6.501	63.04	213.07	2.7
ضریب تغییرات C.V. (%)		9.7	3.18	4.2	3.41

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns, represent significant at the 5% and 1% probability levels and non-significant.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مرفوفیزیولوژیکی ماش تحت تاثیر تاریخ کاشت و فواصل مختلف بوته روی ردیف

Table 3- Analysis of variance for morpho-physiologic traits of mungbean under planting date and plant distances in row

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	غلاف در بوته Pod.plant^{-1}	غلاف در متر مربع Pod.m^{-2}	تعداد دانه در غلاف Grains.pod^{-1}	وزن هزار دانه 1000-grain weight
تکرار Replication	2	82.11	947.69	20.86	11.31
درجه روز رشد Growing Degree Day	2	300.44**	38838.36 **	13.36^{ns}	142.83 *
فاصله بوته روی ردیف plant distances in row	3	465.73**	304060.1**	14.25^{ns}	78.31 ^{ns}
درجه روز رشد ×فاصله بوته روی ردیف Growing Degree Day × Plant distances in row	6	110.59 **	8957.54*	5.80	36.26^{ns}
خطا Error	22	18.14	1410.66	5.13	34.34
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	14.7	9.6	18.1	11.2

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: no significant, significant in 5% and 1% levels respectively.

ادامه جدول ۳-

Table 3- Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Grain protein	عملکرد پروتئین دانه Grain protein yield
تکرار Replication	2	468713.00	1245421.77	93.67	43.08	131391.38
درجه روز رشد Growing Degree Day	2	1889581.77**	3793194.19 **	127.28**	128.14**	97104.70**
فاصله بوته روی ردیف plant distances in row	3	1245115.74**	2107190.13 **	340.44**	11.38 ^{ns}	159287.13**
درجه روز رشد ×فاصله بوته روی ردیف Growing Degree Day × Plant distances in row	6	30697.8*	53054.12 **	97.90 **	5.11 ^{ns}	7866.52 ^{ns}
خطا Error	22	21555.55	17427.04	9.60	4.67	3756.29
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	7.1	6.2	7.7	5.3	8.4

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: no significant, significant in 5% and 1% levels respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مرفوفیزیولوژیکی ماش تحت تاثیر تاریخ کاشت و فواصل مختلف بوته روی ردیف

Table 4- Mean comparison of morpho-physiologic traits of mungbean under planting date and plant distances in row

درجه روز رشد Growing Degree Day	**درجه روز رشد تا گل‌دهی** Growing Degree Day to flowering	**درجه روز رشد تا رسیدگی** Growing Degree Day to maturity	**فتوسنتز خالص** Net photosynthesis ($\mu moles/m^2$)	**هدایت روزنه‌ای** stomatal conductivity ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)
۱۹۱۰ درجه روز رشد 1910 GDD	1020b	1858a	15.12 b	255b
۱۷۴۰ درجه روز رشد 1740GDD	1383a	1685b	19.71 a	264a
۱۴۸۵ درجه روز رشد 1485 GDD	1067b	1448c	15.07 b	228c
فاصله بوته روی ردیف (سانتی‌متر) plant distances in row (cm)				
5	-	-	17.2 c	229b
10	-	-	19.53 b	253a
15	-	-	21.05 a	260a
20	-	-	19.1 b	255a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level using Duncans Multiple range test.

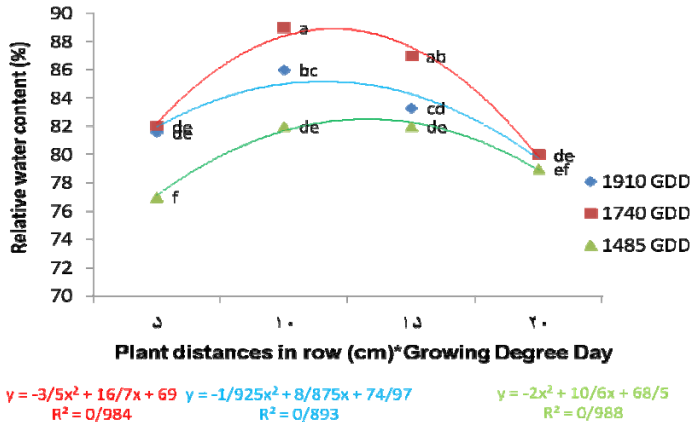
ادامه جدول ۴-

Table 4- Continued

درجه روز رشد Growing Degree Day	**غلظت Co_2 زیر روزنه** Intercellular CO_2 concentration ($\mu\ mol\ co_2.\ mol^{-1}$)	**وزن هزار دانه** 1000-grain weight (g)	**پروتئین دانه** Grain protein (%)	**عملکرد پروتئین دانه** Grain protein yield ($kg.ha^{-1}$)
۱۹۱۰ درجه روز رشد 1910 GDD	347a	57.71 a	38.60 b	942 a
۱۷۴۰ درجه روز رشد 1740GDD	334b	53.85 a	37.35 b	977 a
۱۴۸۵ درجه روز رشد 1485 GDD	357a	48.35 b	43.53 a	806 b
فاصله بوته روی ردیف (سانتی‌متر) plant distances in row (cm)				
5	360a	-	-	804 b
10	336b	-	-	968 a
15	335b	-	-	1068 a
20	353a	-	-	793 b

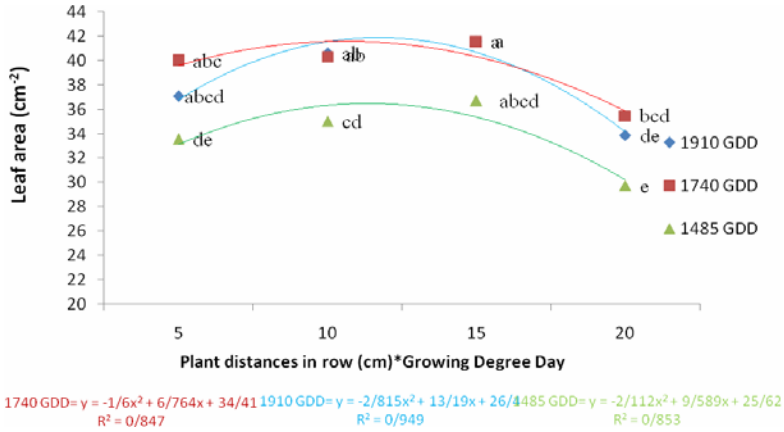
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significant different at the %5 probability level using Duncans Multiple range test.



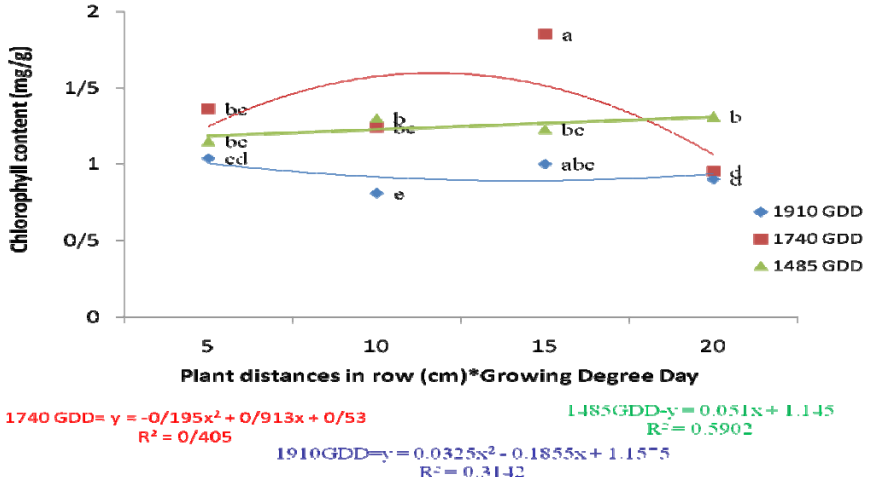
شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر محتوای نسبی آب برگ

Figure 1- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on relative water content



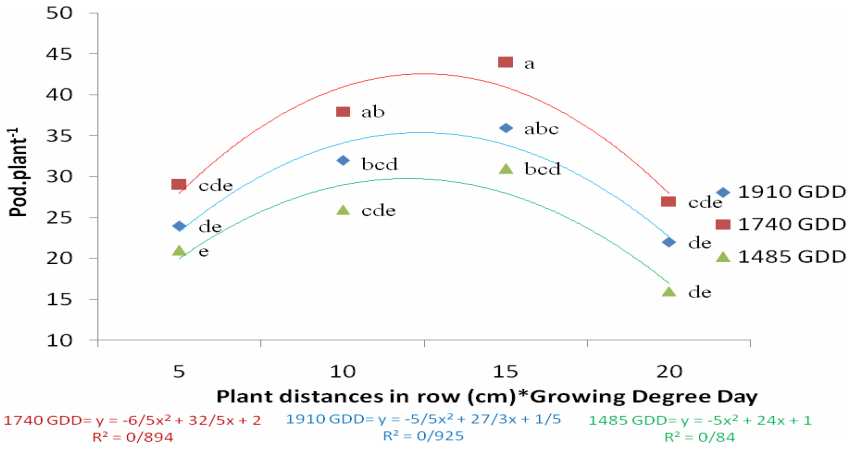
شکل۲- مقایسه میانگین اثر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر سطح برگ

Figure 2- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on leaf area



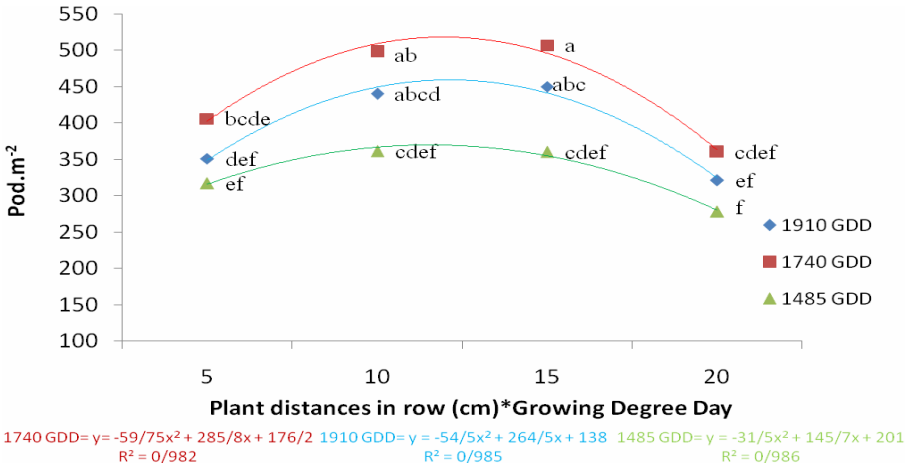
شکل ۳- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر میزان کلروفیل

Figure 3- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row×GDD on chlorophyll content



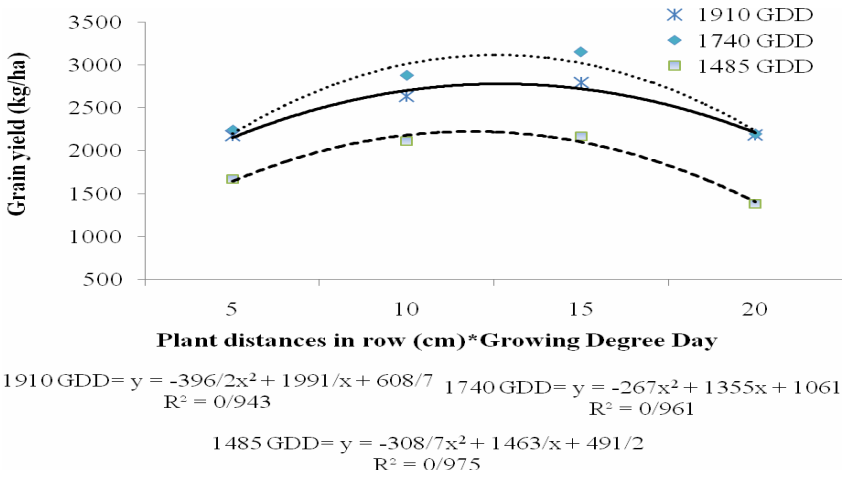
شکل ۴- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر تعداد غلاف در بوته

Figure 4- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on pod.plant^{-1}



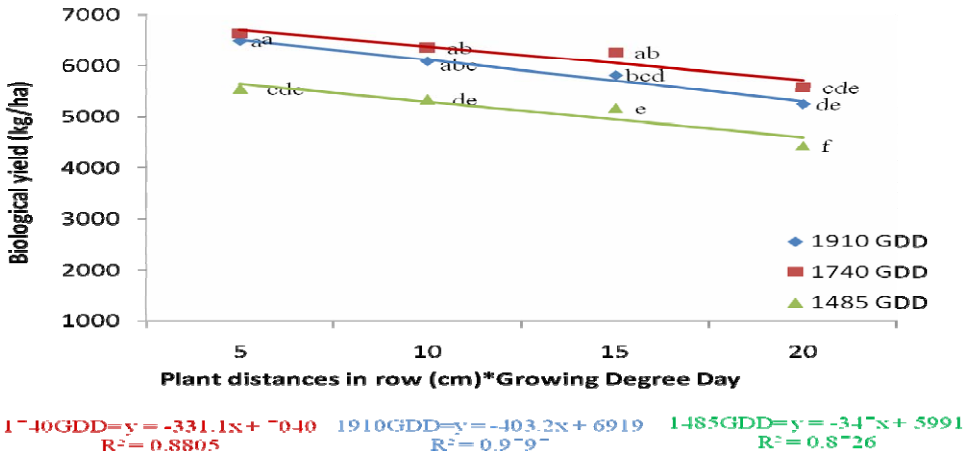
شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر تعداد غلاف در مترمربع

Figure 5- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on pod.m^{-2}



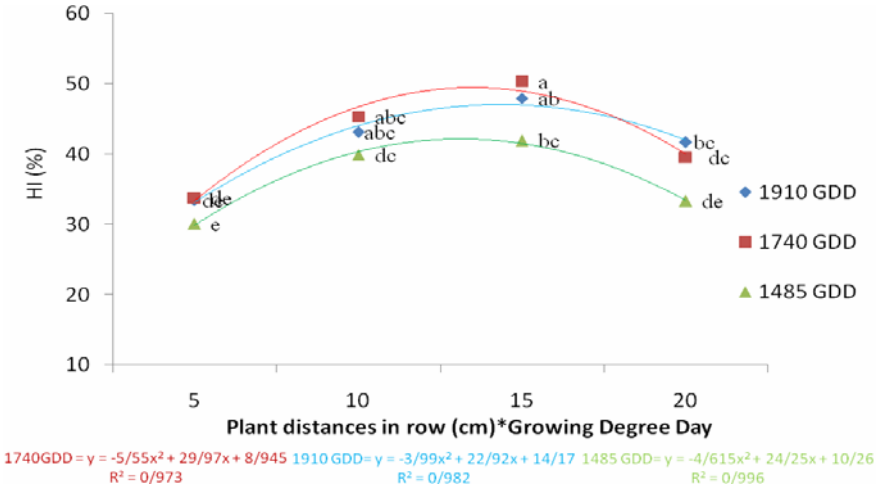
شکل ۶- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر عملکرد دانه

Figure 6- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on grain yield



شکل ۷- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر عملکرد بیولوژیک

Figure 7- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on biological yield



شکل ۸- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش فاصله بوته روی ردیف × درجه روز رشد بر شاخص برداشت بیولوژیک

Figure 8- Mean comparison for interaction effect of plant distances in row ×GDD on HI

References منابع مورد استفاده

- Abadian, H., N. Latifi, B. Kamkar, and M. Bagheri. 2008. The effect of late sowing date and plant density on quantitative and qualitative characteristics of canola (RGS-003) in Gorgan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15(2): 53-64. (In Persian).
- Agung, S., and G.K. McDonald. 2004. Effects of seed size and maturity on the growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Australian Journal of Agricultural Research*. 49: 79–88.
- Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*. 23: 112- 121.
- Asgari, S.R., M.R. Dadashi, and M.T. Feyzbakhsh. 2018. Investigate the effect of plant density on yield and yield components of green pods in four pea cultivars in Gorgan region. *Journal of Field Research*. 10(2): 97-114. (In Persian).
- Awasthi, R., N. Kaushal, V. Vadez, N.C Turner, J. Berger, K.H.M. Siddique, and H. Nayyar. 2014. Individual and combined effects of transient drought and heat stress on carbon assimilation and seed filling in chickpea. *Functional Plant Biology*. 41: 1148–1167.
- Bhardwaj, H.L., and A.A. Hamama. 2015. Cultivar, planting date, and row spacing effects on mungbean performance in Virginia. *HortScience.* 50 (9): 1309–1311.
- Bhardwaj, H.L., and A.A. Hamama. 2016. Cultivar, planting date, and row spacing effects on mungbean seed composition. *Journal of Agricultural Science*. 8 (10): 26–32.
- Cheraghi, S., M. Rafiei, and Ali. Khorgami. 2011. The effect of foliar application of nitrogen at different dates, and planting method on grain yield, and Yield components of mungbean in the environmental conditions of khoramabad. *Journal of Crop Physiology*. 3 (9): 15-29. (In Persian).
- Fadaei, J., A. Faraji, M.R. Dadashi, and A. Siahmarguee. 2017. The response of mungbean crop (VC-1973A genotype) to planting date, plant density and irrigation in Gorgan condition. *Iranian Journal of Pulses Research*. 8(1): 180-191. (In Persian).
- Forghani, A., N. Khodabandeh, D. Habibi, and A. Bankehsaz. 2010. Reaction of chlorophylls a and b, proline and yield of corn (SC704) to light stress and different density levels. *Journal of Field Research.* 2(1): 29-37. (In Persian).
- Gregory, S., and W.W. Wilhelm. 1997. Growing degree days: one equation, two interpretation. *Agriculture and Forest Meteorology*. 87(4): 291-300.
- Halder, K., and S. Burrage. 2004. Effect of drought stress on photosynthesis and leaf gas exchange of Rice Growth in Nutrient Film Technique (NFT). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7: 563-565.
- Hashemi Dezfouli, M., A. Koochaki, and M. Banayanaval. 1995. Maximizing crop yield. JDM Press. 287 Pp. (In Persian).
- Holliday, R. 1960. Plant population and crop yield. *Field Crop Abstracts*. 13: 159-167.
- Ilkaee, M.N., and V.E. Emam. 2002. Effect of plant density on yield components in two winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal* of *Agriculture Science*. 3 (3): 513-524. (In Persian).

- Jackson, M.C. 1964. Soil chemical analysis. Constable and Co. Ltd. London. pp: 183-192.
- Kadam, S. S., and S.A. Khanvilkar. 2015. Effect of phosphorus, boron and row spacing on growth of summer green gram (*Vigna radiata*). *Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 2: 7-8.
- Kaur, R., T. Bains, H. Bindumadhava, and H. Nayyar. 2015. Responses of mungbean (*Vigna radiata* L.) genotypes to heat stress: Effects on reproductive biology, leaf function and yield traits. *Scientia horticulturae.* 197: 527–41.
- Kumar, M., G.S. Panwar, and S. Kushwaha. 2016. Effect of planting date, seed rate and row spacing on nodulation efficiency of bold seeded spring mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] in Bundelkhand region of India. *Legume Research*. 39 (2): 293-296.
- Lateef, E.A., M.A. Salam, M. Selim, M. Tawfik, M. EL-Kramany, and A. Farrag. 2018. Effect of climate change on mungbean growth and productivity under Egyptian conditions. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Science*. 2 (2): 16-23.
- Lone, B., A. Hasan, B. Singh, A.S.A. Haq, and N.R. Sofi. 2009. Effects of seed rate, row spacing and fertility levels on yield attributes and yield of soybean under temperate conditions. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 4: 19- 25.
- 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 Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*. 100 (4): 957-964.
- Mandehpour, S., S. 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 physiology Journal*. 6(24): 105-118. (In Persian).
- Mohdal, A.R., T. Munira, and M. Tahawa. 2004. Effect of seed size and plant population density on yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Major). *International Journal of Agriculture and Biology*. 6(2): 294-299.
- Moniruzzaman, M., G.M.A. Halim, and Z.A. Firoz. 2009. Performances of French bean as influenced by plat density and nitrogen application. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*. 34 (1): 105-111.
- Mousavi, S.K., and P. Pezeshkpour. 2006. Evaluation of Kabouli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to sowing date. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 4: 141-154. (In Persian).
- Murua, M. 2002. Polymer seed coating effects on feasibility of early planting in corn, planting date and corn productivity. *MSc. Thesis*, Purdue University.
- Naderi. F., S.A. Siadat, and M. Rafiee 2010. Effect of planting date and plant density on grain yield and yield components of two maize hybrids as second crop in Khorram Abad. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12 (1):31-41. (In Persian).
- Pasandi Pour, A., and H. Farahbakhsh. 2017. Effect of plant density on growth indices and yield of henna (*Lowsonia inermis* L.) ecotypes in Shahdad region of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 18(4): 334-346. (In Persian).

- Pasandi Pour, A., and H. Farahbakhsh. 2018. The Effect of plant Density on photosynthesis and Growth Indices of Henna (*Lowsonia inermis* L.) Ecotypes. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 16 (1): 181-190. (In Persian).
- Pookpakdi, A., and C. Chugphetchinda. 1988. Growth stage identification in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *General National FAO Committee*. 26(1):75-80.
- Sadeghi, H., H. Heidari Sharifabd, A. Hamidi, Gh. Noormohammadi, and H. Madani. 2015. Effect of planting date and plant density on net photosynthesis, stomatal conductance, leaf chlorophyll index and grain yield of soybean in Meghan and Karaj areas. *Plant Ecophysiology Journal*. 7 (23): 85-94. (In Persian).
- Salehi, F. 2014. Effect of plant density on seed yield and its components in new red bean lines. *Applied Fild Crops Research*. 27(103): 23-28. (In Persian).
- Shakarami, G., and M. Rafiee. 2009. Response of corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 5(1): 69-73.
- Siddique, K.H.M., S.P. Loss, K.L. Regan, and R.L. Jettner. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean environments of south-western Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*. 50: 375-387.
- Singh, A.P., B.S. Dhillon, and A.S. Sidhu. 2019. Productivity of summer moong (*Vigna radiata* L.) as influenced by different sowing dates and varieties. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8 (3): 781-784.
- Soleymani A. 2016. Effect of plant density on light absorption in canopy and growth indices of sunflower cultivars (*Helianthus annus* L.). *Crop Physiology Journal*. 7(28): 107-123. (In Persian).
- Soleymani Sardoo, M., G. Afsharmanesh, and Z. Roudbari. 2017. Evaluating the effects of sowing date and plant density on yield and yield components of mungbean in Jiroft county. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*. 1(1): 27-34. (In Persian).
- Soomro, M., H. Markhand, and B.A. Soomro. 2011. Screening Pakistani cotton for drought tolerance. *Pakistan Journal of Botany*. 44: 383-388.
- Sorkhi, F. 2017. Effect of planting pattern and plant density on growth, dry matter remobilization and grain yield of maize (*Zea mays* L.). *Crop Physiology Journal*. 9 (34): 61-78.
- Zeinali, E., A. Soltani, M. Khadempir, M. Tourani, and F. Sheikh. 2014. Studying the response of yield components, grain and green pod yield of two faba bean cultivars to inter- row spacing in normal and late seeding dates. *Journal of Crops Improvement*. 15 (4): 195-210. (In Persian).
- Zhang, X.B., P. Liu, Y.S. Yang, and G.D. Xu. 2007. Effect of Al in soil on photosynthesis and related morphological and physiological characteristics of two soybean genotypes. *Botanical Studies*. 48: 435-444.

Research Article DOI: 10.30495/jcep.2020.679071

Responses of Seed Yield and Morphophysiological Traits of Mungbean (*Vigna radiate* L.) cv. Gohar to GDD and Plant Density in Ilam Region

Abas Soleymani Fard[1*], and Rahim Naseri [2]

Received: October 2019 , Revised: 3 May 2020, Accepted: 18 August 2020

Abstract

To study the effect of GDD and plant spacing on some agronomic, morpho-physiologic traits and qualitative traits of mungbean (*Vigna radiate* L.), cv. Gohar, a field experiment was conducted by using a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications in summer of 2016 in Ilam region. The first factor, planting date, consisted of three GDD of 1910 GDD, 1740 GDD and 1485 GDD (planting dates of 10 and 25 July and 5 July) and the second factor plant spacings on the row consisting of four levels (5, 10, 15 and 20 cm) with 50 cm between rows (40, 20, 13.3 and 10 plants.m^{-2}, respectively). The results showed that leaf chlorophyll content, leaf area, relative water content, pods.plant^{-1}, pods.m^{-2}, grain yield, biological yield and harvest index were affected by planting date× plant distances on the row. The highest chlorophyll content (1.85 mg/g fresh weight), pods.plant^{-1} (44 pods), pods.m^{-2} (507 pods), grain yield (3149 kg.ha^{-1}) and harvest index (50.2%) were obtained at 1740 GDD and 15 cm plant distances on the row. According to the results of this experiment, the highest grain yield and yield components belonged to the planting date of 1740 GDD (planting dates of 25 July) with 15 cm plant distances on the row (13.3 plants.m^{-2}) in Ilam region.

Key words: Grain protein, Harvest index, Leaf area, Photosynthesis.

1- Department of Agriculture, Payame Noor University, P.O. Box 19395-3697, Tehran, Iran.
2- Department of Plant Production Technology, Dehloran Faculty of Agriculture and Engineering, Ilam University, Ilam, Iran.
**Corresponding Author: soleymani877@gmail.com*