

اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خلر (*Lathyrus sativus* L.) در منطقه بیرجند

اسماعیل نیرومند توماج^۱، مجید جامی‌الاحمدی^{۱*}، غلامرضا زمانی^۱ و احمد ریاسی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۱)

چکیده

خلر گیاهی است که می‌تواند در تغذیه دام و طیور به عنوان جایگزین مناسب سویا در مناطق خشک و نیمه‌خشک مطرح شود. هدف از مطالعه حاضر، تعیین تراکم و تاریخ کاشت مناسب خلر در شرایط آب و هوایی بیرجند بود. به این منظور، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل تاریخ کاشت در سه سطح (۱۵ اسفند، ۱ فروردین و ۱۵ فروردین) و تراکم کشت در چهار سطح (۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) بودند. تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند مشاهده شد. هم‌چنین صفات فوق با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع روندی افزایشی داشتند. ولی افزایش بیشتر تراکم به ۶۰ بوته در مترمربع، کاهش این صفات را در پی داشت. تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تاریخ و تراکم‌های مختلف کاشت قرار نگرفتند. با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه بیرجند، کاشت خلر در اولین زمان ممکن در انتهای زمستان با تراکم متوسط می‌تواند موجب دستیابی به یک محصول قابل قبول شود.

واژه‌های کلیدی: خلر، تاریخ کاشت، تراکم، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و دانشیاران زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲. استادیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mja230@yahoo.com

مقدمه

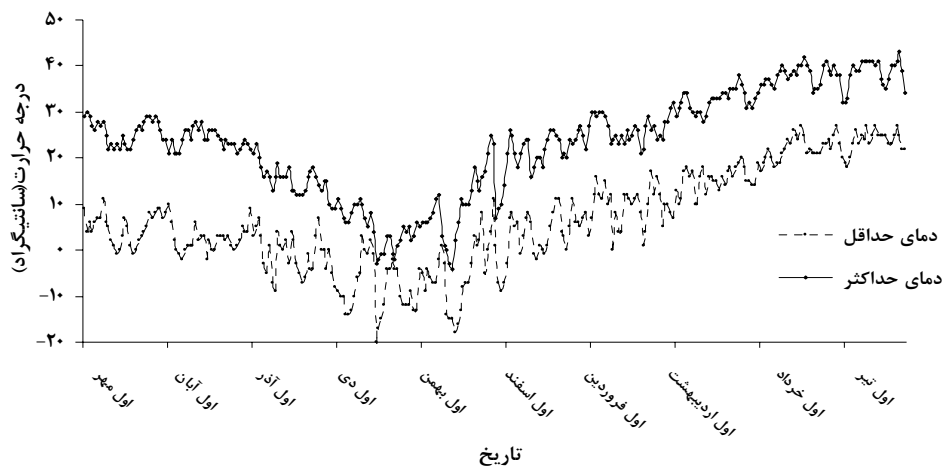
دانه بقولات با توجه به میزان انرژی و پروتئین زیاد خود، جایگاه ویژه‌ای در تغذیه دام و طیور به خود اختصاص داده است. در بین بقولات دانه‌ای، دانه سویا بیشترین کاربرد را برای تغذیه دام و طیور دارد. با توجه به نیازهای خاص اکولوژیک این گیاه، در ایران، ۹۱٪ از کل سطح زیر کشت سویا و ۹۷٪ از کل میزان تولید سویا محدود به استان‌های گلستان و مازندران می‌شود (۱۴). خلر یکی از گیاهانی است که دانه آن دارای پتانسیل بالقوه‌ای جهت جایگزینی دانه سویا، به ویژه در مناطق گرم و خشک ایران است. یکی از دلایل این مسئله، تشابه آمینواسیدهای خلر و سویا می‌باشد (۳۲). خلر یکی از گیاهان خانواده بقولات است که در پیشینه کشاورزی مناطق مختلف ایران سابقه‌ای طولانی دارد و از دیرباز به عنوان غذا برای انسان و علوفه برای دام‌ها کشت می‌شده است. خلر گیاهی متحمل به خشکی، دارای عملکرد مناسب در شرایط نامساعد محیطی و سازگار به فصول سرد می‌باشد. این گیاه قابلیت خوبی برای رشد در نواحی خشک با بارندگی کم دارد و درجه بالای تحمل به خشکی و توانایی رشد مطلوب در خاک‌هایی با pH خنثی تا قلیایی سبب گسترش کشت آن گردیده است (۹). کاراداغ و همکاران (۱۶) دامنه عملکرد دانه خلر را بین ۱۰۲۹ تا ۱۶۸۱ کیلوگرم در هکتار گزارش کرده‌اند. همچنین واعظی و همکاران (۳۰) عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف خلر را در شرایط دیم در منطقه گچساران بین ۱۲۵۷ تا ۱۶۱۶ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند که نشان از پتانسیل بالای این گیاه برای قرار گرفتن در تناوب‌های مناطق نیمه خشک ایران دارد.

یکی از اولین عواملی که باید هنگام وارد ساختن یک گیاه در الگوی کشت هر منطقه مورد توجه قرار گیرد، تاریخ کاشت بهینه آن گیاه است. تاریخ کاشت مطلوب، به عنوان یک عامل غیرهزینه‌ای و مهم، بر طول دوران رشد رویشی و زایشی، توازن بین آنها و همچنین سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد حبوبات تأثیر می‌گذارد. به طور مثال، در بقولاتی مانند سویا (۸) و لوبیای معمولی (۱۰) مشاهده شده که عملکرد

دانه در کاشت‌های دیر، به لحاظ کاهش اندازه بوته‌ها، کاهش رشد رویشی و زایشی، گسترش ضعیف ساقه‌های فرعی و اصلی و کاهش عملکرد ساقه‌های فرعی به علت مواجه شدن گیاهان با عوامل نامساعد محیطی، به طور قابل ملاحظه‌ای کم می‌شود.

منابع چاپ شده بسیار اندکی در رابطه با اثر تاریخ کاشت و تراکم بر رشد و عملکرد خلر وجود دارد. با این وجود، مشخص است که کاشت خلر بسته به شرایط اقلیمی در فصل پائیز و بهار انجام می‌شود و کشت بهاره آن باید در محدوده‌ای بین ۱۵ فروردین تا ۲۰ اردیبهشت ماه صورت گیرد. اگرچه گفته شده که با توجه به کوتاهی طول مدت رشد و نمو خلر و امکان کشت آن در زمان‌های مختلف، می‌توان آن را در برنامه کشت دوم نیز قرار داد (۲۱). در کل، باید توجه داشت که در مناطق کشت بقولات، هماهنگی بین مراحل فنولوژی یک گیاه و شرایط آب و هوایی مناسب در طول فصل رویش آن، ضروری به نظر می‌رسد. تعداد روز تا رسیدگی ژنوتیپ‌های مختلف خلر بین ۹۰ تا ۱۶۰ روز گزارش شده است (۳ و ۹). در صورت مساعد بودن شرایط آب و هوایی، کشت زودتر آن توصیه می‌شود. طی مطالعه‌ای در کشور شیلی، عملکرد و اجزای عملکرد خلر در پنج تاریخ کاشت مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که بهترین تاریخ کاشت اواخر زمستان می‌باشد و هر چه تاریخ کاشت به تأخیر افتد، به طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد می‌شود (۹).

تراکم بوته، یک عامل زراعی مؤثر دیگر در عملکرد است که خود تحت تأثیر رقم و شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد. برای دستیابی به عملکردهای مناسب، سطح سبز مطلوب مورد نیاز است. اجزای عملکرد به نحو متفاوتی تحت تأثیر تراکم قرار می‌گیرند. براساس گزارش آقاعلیخانی و همکاران (۲)، از میان اجزای عملکرد ماش، تنها تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تراکم واقع شد. طالعی و همکاران (۲۸) عدم تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت بر تعداد دانه در هر غلاف را در لوبیا چیتی گزارش نمودند. با این وجود، بوکت (۸) با افزایش تراکم بوته،



شکل ۱. حداقل و حداکثر دمای روزانه در مهر ۱۳۸۷ لغایت تیر ۱۳۸۸ در منطقه بیرجند

غذایی دام و طیور استفاده نمود. به ویژه که این گیاه در کشاورزی سستی این منطقه موجود بوده و در حال حاضر نیز در سطوح کم توسط کشاورزان خرده مالک کشت می‌شود. تاکنون هیچ‌گونه تحقیقی در رابطه با این گیاه در منطقه **بیرجند** صورت نگرفته و در سطح کشور و جهان نیز مطالعات بسیار اندک و محدودی در رابطه با این گیاه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی $32^{\circ} 56'$ شمالی، طول جغرافیایی $59^{\circ} 13'$ شرقی و 1480 متر ارتفاع از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. دماهای حداقل و حداکثر ماهانه محل اجرای آزمایش در سال اجرای آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. تیمارهای آزمایش شامل تراکم کاشت در چهار سطح (۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) و سه تاریخ کاشت (۱۵ اسفند، ۱ فروردین و ۱۵ فروردین) بودند. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر

کاهش تعداد دانه در غلاف و وزن دانه سویا را مشاهده کرد. بر طبق گزارش وات و سینگ (۳۱)، وزن هزار دانه عدس تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نمی‌گیرد. در حالی که حیات و همکاران (۱۳) گزارش نمودند که وزن صد دانه سویا و ماش تحت تأثیر تراکم کاشت قرار می‌گیرد. در خصوص خَلر نیز مانند سایر بقولات، اگر هدف از زراعت آن تولید علوفه باشد، مقدار بذر به کار برده شده نسبت به کشت برای تولید دانه بیشتر خواهد بود، زیرا محصول دانه‌های خَلر حاصل از کشت متراکم، نامرغوب و از کیفیت پایین‌تری برخوردار است. با این وجود، تفاوت معنی‌داری در به کارگیری میزان ۱۴۰، ۲۱۰ و ۲۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار خَلر در شیلی مشاهده نشد (۹). هرچند در ایران، مرسلی و همکاران (۲۱) گزارش کردند که علوفه تولیدی خَلر در تراکم زیادتر، از وزن و کیفیت بهتری برخوردار بود.

با توجه به این که خَلر ظرفیت تولید مطلوبی در مناطق خشک دارد (۱۲)، آگاهی از تاریخ و تراکم کاشت مناسب از لحاظ عملکرد کمی دانه در منطقه خراسان جنوبی ارزشمند است، تا بتوان از این گیاه برای رفع نیازهای پروتئینی جیره

و با فواصل بین ردیف ۵۰ سانتی متر بود. بذر مورد نیاز از توده بومی منطقه تهیه شد و درصد جوانه زنی و درجه خلوص آنها تعیین گردید. براساس آزمون خاک و توصیه کودی مربوطه، مقادیر ۵۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره، ۶۹ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع کود سوپر فسفات تریپل و ۷۶ کیلوگرم پتاسیم خالص در هکتار از منبع کود سولفات پتاسیم قبل از کاشت و همچنین در زمان تنک کردن (۴-۶ برگگی) و گل دهی، به ترتیب ۴۶ و ۳۶ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع کود اوره، به خاک اضافه گردید. کاشت در تاریخ‌های مورد نظر به صورت دستی انجام شد و عملیات وجین علف‌های هرز همزمان با تنک کردن در مرحله چهار تا شش برگی صورت گرفت. فواصل بوته‌ها در روی ردیف برای تراکم‌های ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۶/۶، ۵، ۴ و ۳/۳ سانتی متر بود. آبیاری هر یک هفته یکبار انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک محصول در نیمه تیر ماه، کلیه گیاهان موجود در سطحی معادل ۴ مترمربع از نیمه دوم هر کرت، با رعایت اثر حاشیه‌ای، برداشت و عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه خلر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد، تعداد ۵ بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات اجزای عملکرد، مانند تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، در مورد آنها تعیین شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آنها به کمک نرم‌افزارهای آماری SAS و Genstat (v 9.0) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

تراکم و تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشت ($P < 0/01$)، ولی اثر متقابل تراکم و تاریخ کاشت بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱). تعداد غلاف در بوته در تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱ فروردین نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ فروردین بیشتر بود، اما اختلاف بین تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱ فروردین معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد

غلاف در بوته در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و کمترین آن در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین مشاهده شد (جدول ۲). این جزء عملکرد در حبوبات نقش بارزی در ظرفیت عملکرد دانه دارد (۲)، و کاهش آن در حبوباتی همچون نخود (۲۷)، باقلا (۲۶) و ماش (۲) در اثر عواملی همچون تأخیر در کاشت گزارش شده است. در آزمایش حاضر نیز کوتاه شدن دوره رشد و تسریع در گل‌دهی در تاریخ کاشت سوم (۴۰ روز تا گل‌دهی، در مقایسه با ۵۵ و ۴۵ روز به ترتیب در تاریخ‌های کاشت اول و دوم) که منتج به پایان سریع دوره رویشی گردید، یکی از عوامل مهم کاهش تعداد غلاف در بوته بوده است. همچنین مواجهه مرحله غلاف‌بندی (اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد ماه) با افزایش دمای محیط (شکل ۱) در کشت‌های تأخیری نقش مؤثری در کاهش میزان غلاف داشت که با گزارش خواجه پور و باقریان (۱۸) در لوبیا هماهنگی داشته است. زیاد بودن تعداد غلاف در دو تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و اول فروردین را می‌توان مزیتی برای آنها برای رسیدن به عملکرد زیادتر دانست. احتمالاً کاشت زود هنگام از طریق توسعه سریع‌تر سطح برگ موجب جذب نور بیشتر شده، فتوسنتز افزایش یافته و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای تلقیح و تکامل غلاف‌ها فراهم می‌گردد (۲۷).

بیشترین تعداد غلاف در بوته در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد و افزایش بیشتر تراکم، کاهش تعداد غلاف را در پی داشت (جدول ۲). دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع می‌تواند کاهش نفوذ نور به قسمت‌های داخلی بوته‌ها و رقابت شدید بین بوته‌ها برای جذب آب و مواد غذایی باشد (۶) که سبب افزایش درصد ریزش گل‌ها در حین تلقیح یا پس از آن می‌گردد (۲ و ۶). ضمن این که در چنین شرایطی، به منظور ایجاد موازنه بین مواد فتوسنتزی، مقدار تنفس و ذخیره مواد، عمل خودتنکی در گیاه روی می‌دهد و در نتیجه تعداد زیادی از گل‌های تشکیل شده حذف می‌شوند (۲). احتمال دارد چنین حالتی در مورد تراکم ۶۰ بوته در مترمربع در این تحقیق نیز اتفاق افتاده باشد. از سوی دیگر، در نخود دیده شده که تعداد بیشتر غلاف در بوته

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد و اجزای عملکرد خُـلر تحت تأثیر تراکم و تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه بیرجند

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|--------------------|------------|----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | تعداد دانه در بوته | وزن صد دانه | عملکرد دانه | عملکرد شاخص برداشت |
| بلوک | ۳ | ۲۱/۳۸ ^{ns} | ۰/۶۵ ^{**} | ۸۱/۱۹ ^{ns} | ۱/۲۷ ^{ns} | ۰/۱۱ ^{ns} | ۴/۷۳ [*] |
| تاریخ کاشت | ۲ | ۱۵۱/۵۲ ^{**} | ۰/۴۴ ^{ns} | ۱۴۱۳/۳۶ ^{**} | ۰/۳۳ ^{ns} | ۵/۱۴ ^{**} | ۳۷/۵۷ ^{**} |
| تراکم | ۳ | ۲۹۳/۲۷ ^{**} | ۰/۰۸ ^{ns} | ۲۲۲۳/۴۱ ^{**} | ۰/۸۱ ^{ns} | ۲/۰۴ ^{**} | ۲۷/۷۵ ^{**} |
| تراکم × تاریخ کاشت | ۶ | ۲۰/۵۹ ^{ns} | ۰/۱۶ ^{ns} | ۱۹۶/۸۰ ^{ns} | ۰/۷۰ ^{ns} | ۰/۱۹ ^{ns} | ۰/۳۶ ^{ns} |
| خطا | ۳۳ | ۱۷/۱۸ | ۰/۱۳ | ۲۳۰/۷۸ | ۰/۵۵ | ۰/۲۴ | ۱/۴۰ |

ns ، * ، ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد خُـلر به تفکیک تاریخ‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت

| منابع تغییرات | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در بوته | تعداد دانه در مترمربع | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) |
|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| تاریخ کاشت | | | | | |
| ۱۵ اسفند | ۱۶/۹ ^a | ۵۱/۵۱ ^a | ۲۳۵۴/۷۵ ^a | ۲۵۲۴ ^a | ۸۶۷۱ ^a |
| ۱ فروردین | ۱۶/۴ ^a | ۴۸/۸۵ ^a | ۲۲۰۰ ^{ab} | ۲۳۰۰ ^a | ۷۹۸۵ ^a |
| ۱۵ فروردین | ۱۱/۳۳ ^b | ۳۴/۰۶ ^b | ۱۵۲۹/۷۵ ^b | ۱۴۵۰ ^b | ۵۷۴۱ ^b |
| تراکم کاشت (بوته در مترمربع) | | | | | |
| ۳۰ | ۱۱/۹۷ ^b | ۳۶/۳۹ ^b | ۱۰۹۱/۷۵ ^c | ۲۰۷۱ ^{ab} | ۶۹۶۲ ^b |
| ۴۰ | ۱۴/۶ ^b | ۴۵/۶۵ ^b | ۱۸۲۶/۳ ^{bc} | ۲۲۰۹ ^a | ۸۱۹۲ ^{ab} |
| ۵۰ | ۲۱/۹۳ ^a | ۶۳/۷۳ ^a | ۳۱۸۶/۶۶ ^a | ۲۵۳۹ ^a | ۹۱۰۵ ^a |
| ۶۰ | ۱۱ ^b | ۳۳/۴۶ ^b | ۲۰۰۸ ^b | ۱۵۴۷ ^b | ۵۶۰۴ ^c |

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ نمی‌باشند.

عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار و مثبتی نشان داد (جدول ۳). در این راستا، حیات و همکاران (۱۳) گزارش نموده‌اند که افزایش تراکم سبب کاهش تعداد دانه در هر غلاف می‌شود. در مقابل، آدامز و همکاران (۱) گزارش کردند که تعداد دانه در غلاف سویا تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نمی‌گیرد که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

اثر تراکم و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آنها بر این صفت

تحت شرایط تراکم گیاهی کم قادر به جبران جمعیت گیاهی کم و افزایش عملکرد بذر نیست (۶).

تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت و هم‌چنین اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۱). خادم حمزه و همکاران (۱۷) بیان داشتند که تعداد دانه در غلاف سویا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، اما واکنشی به تراکم نشان نداد. در آزمایش آنها با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در غلاف افزایش یافت. تعداد دانه در غلاف با تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته و

جدول ۳. ضرایب همبستگی برخی صفات کمی خَلَر در تاریخ‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت

| شاخص برداشت | عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | وزن صد دانه | تعداد دانه در بوته | تعداد دانه در غلاف | تعداد غلاف در بوته |
|-------------|-----------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ۱ | -۰/۱۰۷ | ۰/۵۰۹** | ۰/۳۶۱* | ۰/۲۶۴ | ۰/۱۶۲ | ۰/۳۱۱* |
| | ۱ | ۰/۷۷۶** | ۰/۰۱۵ | ۰/۵۷۲** | ۰/۲۶۴ | ۰/۵۵۴** |
| | | ۱ | ۰/۲۵۱ | ۰/۶۳۷** | ۰/۳۴۲* | ۰/۶۴۶** |
| | | | ۱ | ۰/۱۵۵ | ۰/۰۸۰ | ۰/۱۳۵ |
| | | | | ۱ | ۰/۴۲۴** | ۰/۸۶۲** |
| | | | | | ۱ | ۰/۱۷۲ |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

کاهش میزان دانه در گیاه نیز می‌شود (جدول ۲). ژو و پیر (۳۳) گزارش نمودند که در لوبیا نیز با افزایش تراکم تا یک حد معین افزایش تعداد دانه در واحد سطح مشاهده می‌شود. پورسل و همکاران (۲۲) نیز در مورد سویا گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی تا یک سطح معین، تعداد دانه را افزایش داده و بیشتر از آن نه تنها باعث افزایش تعداد دانه نمی‌شود، بلکه کاهش شمار آن را در پی دارد. با افزایش تراکم کاشت، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور در طی مرحله پر شدن دانه فراهم شده و در نتیجه کارایی مصرف انرژی خورشیدی افزایش می‌یابد و این مسئله سبب افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود. چنین نتیجه‌ای توسط آقاعلیخانی و همکاران (۲) در ماش هم گزارش شده است.

دلیل کاهش تعداد دانه در بوته در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع، می‌تواند از یک سو تشدید رقابت و سایه اندازی بوته‌ها بر یکدیگر باشد که باعث بالا رفتن تنفس نگره‌داری و انتقال کمتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌شود. از سوی دیگر، به دلیل تولید کمتر غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته نسبت به تراکم‌های کمتر کاهش یابد (جدول ۲). بوکت (۸) نیز در گیاه سویا دلیل کاهش شدید دانه در بوته را در تراکم‌های بالا چنین توجیه کرد. افزایش دانه در بوته با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع ناشی از افزایش تعداد غلاف در بوته است (جدول ۲)،

معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته به ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین مشاهده شد (جدول ۲). کاهش تعداد دانه در بوته با تأخیر در کاشت، ناشی از محدودیت رشد و نمو شاخه‌های گیاه می‌باشد. عوامل دیگری مانند کاهش شاخص سطح برگ و جذب نور مرتبط با گل‌دهی زودرس نیز ممکن است در کاهش تعداد دانه در تاریخ‌های کاشت دیر تأثیر داشته باشند (۷). آندرسون و واسیلاس (۴) کاهش تعداد دانه در واحد سطح را مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد در اثر تأخیر در کاشت گزارش کردند. همانند تعداد دانه در بوته، تأخیر در کاشت باعث کاهش تعداد دانه در واحد سطح نیز می‌شود (جدول ۲).

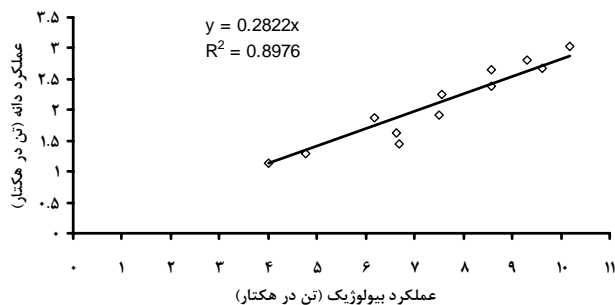
بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته به ترتیب در تراکم کاشت ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۲). تشکیل کمتر دانه در تراکم‌های کم می‌تواند با توجه به رشد نامحدود بودن این گیاه ناشی از رشد رویشی بیش از حد تک بوته به علت عدم رقابت (۲۳، ۲۰، ۱۸، ۰/۲۰ و ۰/۱۸ و ۰/۰۹ کیلوگرم وزن خشک تک بوته به ترتیب در تراکم‌های ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) و به تأخیر افتادن رشد زایشی باشد. این نتایج بیانگر این واقعیت است که افزایش تراکم تا یک حد معین (تراکم مطلوب)، تعداد دانه در بوته را افزایش داده و بیشتر از آن نه تنها میزان دانه در گیاه را افزایش نمی‌دهد، بلکه باعث

به طوری که همبستگی مثبتی ($r = 0.862^{**}$) بین تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته دیده می‌شود. تعداد دانه در بوته با تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۳).

وزن صد دانه تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت و همچنین اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۱). شهبوساری (۲۴) نیز گزارش کرد که وزن صد دانه لوبیا تحت تأثیر تاریخ کاشت واقع نشد، که با نتایج این تحقیق هماهنگ است. شرتلیف و جانسون (۲۵) و بال و همکاران (۵) به ترتیب در لوبیا و سویا گزارش کردند که با تغییر تراکم کاشت، وزن صد دانه تغییر نمی‌کند. وزن دانه در بین اجزای عملکرد دانه به طور کلی در اکثر گیاهان از تغییرپذیری کمتری برخوردار است (۲۰). در بررسی حاضر، میانگین وزن صد دانه خلر $10/1$ گرم به دست آمد.

عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم و تاریخ‌های کاشت مختلف قرار گرفت، اما اثر متقابل تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و کمترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین مشاهده شد که به طور معنی‌داری نسبت به تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱ فروردین کمتر است (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد تک بوته نیز به ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین مشاهده شد (جدول ۲). به تعویق افتادن تاریخ کاشت، مدت زمان رشد رویشی گیاهان را از ۵۵ روز در کشت اول به ۴۰ روز در کشت سوم کاهش داد، و به تبع آن قدرت تولیدی گیاهان کاهش پیدا کرد. ظاهراً استقرار و رشد زودتر در ابتدای فصل رشد سبب استفاده بیشتر از شرایط مساعد فروردین و اردیبهشت ماه شده و از طرف دیگر پس از گل‌دهی اجزای زایشی گیاه کمتر تحت تأثیر تنش رطوبتی و حرارتی قرار گرفتند (جدول ۲). خادام حمزه و همکاران (۱۷) در بررسی تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (اول خرداد، ۱۵ خرداد و ۴ تیر) در گیاه سویا بیان کردند که تأخیر در کاشت باعث کاهش

عملکرد دانه می‌شود. عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم کاشت قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر عملکرد دانه در تراکم 50 بوته در مترمربع به دست آمد که با سایر تراکم‌های کاشت تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). پورسل و همکاران (۲۲) در سویا گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی تا یک سطح معین عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داده و بیشتر از آن نه تنها باعث افزایش عملکرد دانه نمی‌شود، بلکه کاهش عملکرد دانه را در پی دارد، که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. با افزایش تراکم، به علت رقابت بین بوته‌ها، عملکرد تک بوته‌ها کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه در بوته به ترتیب متعلق به تراکم‌های 30 و 60 بوده و در تراکم کاشت 50 بوته در مترمربع، علیرغم عملکرد پایین در مقایسه با تراکم 30 بوته در مترمربع، به دلیل تعداد بوته بیشتر در واحد سطح، میزان عملکرد در واحد سطح افزایش یافت (جدول ۲). خواجوی نژاد و همکاران (۱۹) نیز در گیاه سویا به چنین نتیجه‌ای رسیدند. دلیل افزایش عملکرد بوته در تراکم‌های کم (جدول ۲) این است که در این شرایط هر بوته از منابع و نور خورشید بهره‌برداری بیشتری کرده، در نتیجه نهاده بیشتری در اختیار هر بوته قرار گرفته و مواد بیشتری به مقصد (دانه‌ها) وارد می‌شود (۲۹). عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی معنی‌دار و مثبت نشان داد (جدول ۳). همبستگی بین اجزای بالا توسط خواجوی نژاد و همکاران (۱۹) در سویا نیز گزارش شده است. عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت قرار گرفت. اما اثر متقابل تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در واحد سطح به ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۵ اسفند و ۱۵ فروردین مشاهده شد (جدول ۲). با تأخیر در کاشت، در عملکرد تک بوته کاهش مشاهده شد. به طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک بوته در تاریخ کاشت اول (۱۵ اسفند) و کمترین عملکرد بیولوژیک بوته در تاریخ کاشت



شکل ۲. رابطه بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک خَلر که نشان‌دهنده میانگین شاخص برداشت خَلر در بین تیمارهای آزمایشی است.

عملکرد بیولوژیک در واحد سطح تا تراکم ۵۰ بوته در مترمربع افزایش پیدا کرد (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، روند تغییرات عملکرد بیولوژیک همسو با عملکرد دانه است. به طوری که در هر دو، افزایش عملکرد حاصل افزایش بوته در واحد سطح است (جدول ۲). ترابی جفرودی و همکاران (۲۹) نیز به چنین نتیجه‌ای رسیدند. لازم به ذکر است که افزایش بیش از حد (۶۰ بوته در مترمربع) تراکم در واحد سطح به دلیل افزایش رقابت برای جذب آب و مواد غذایی می‌تواند عملکرد در واحد سطح را کاهش دهد (جدول ۲). بوکت (۸) و خادم حمزه و همکاران (۱۷) در مورد سویا نیز به چنین نتیجه‌ای رسیدند. عملکرد بیولوژیک در واحد سطح با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

شاخص برداشت تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت‌های مختلف و هم‌چنین اثر متقابل آنها قرار نگرفت (جدول ۱). فلاح (۱۱) نیز گزارش کرد که تراکم و تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نخود نداشتند. این محقق، دلیل عدم تأثیر تراکم و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت را تغییرات هماهنگ عملکرد دانه و بیولوژیک در واحد سطح گزارش کرد که با نتایج این تحقیق (جدول ۲ و شکل ۲) مطابقت دارد. میانگین شاخص برداشت خَلر در این بررسی ۲۸/۲ درصد برآورد شد (شکل ۲). بررسی‌های انجام شده در ترکیه و عربستان، شاخص برداشت خَلر را به ترتیب ۲۴/۵ و ۲۰/۵ درصد برآورد نمودند

سوم (۱۵ فروردین) مشاهده شد (جدول ۲). خواجه پور و باقریان (۱۸) در لوبیا و خادم حمزه و همکاران (۱۷) در سویا نیز در اثر تأخیر در کاشت با کاهش عملکرد بیولوژیک روبرو شدند. دلیل اصلی کاهش عملکرد بیولوژیک با تأخیر در کاشت، کاهش رشد رویشی بوته است (۱۵).

تراکم کاشت نیز بر عملکرد بیولوژیک خَلر تأثیرگذار بود (۲۱). بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در واحد سطح به ترتیب در تراکم ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۲). در این مورد، راعی و همکاران (۲۳) گزارش نمودند که با افزایش تراکم سویا تا ۴۰ بوته در مترمربع، عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد، اما افزایش بیشتر تراکم منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود. آنان این امر را به افزایش رقابت درون بوته‌ای و برون بوته‌ای نسبت دادند. شدت افزایش این رقابت به حدی بود که اثر ناشی از افزایش تراکم سویا را خنثی کرد و منجر به افت عملکرد بیولوژیک در واحد سطح شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. ایسیک و همکاران (۱۵) با اعمال تراکم‌های مختلف روی لوبیا گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن تک بوته کاهش می‌یابد، ولی به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک افزایش پیدا می‌کند که با نتایج این بررسی همسو است. در تحقیق حاضر نیز با افزایش تراکم بوته عملکرد بیولوژیک بوته کاهش پیدا کرد، به طوری که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک تک بوته به ترتیب در تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۲). اما

تابستان در منطقه بیرجند، برای رسیدن به سطح برگ مناسب و جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بهترین تراکم برای کاشت خَلر در منطقه می‌باشد و تعداد بوته بیشتر یا کمتر از این حد مطلوب سبب بهره‌وری نامناسب از شرایط و نهاده‌ها در راستای تولید بهینه خواهد شد. بدیهی است وارد کردن این گیاه در برنامه تناوب مناطقی مانند بیرجند که کاشت بسیاری از گیاهان تابستانه مانند سویا و ذرت دانه‌ای با محدودیت مواجه است، سبب تنوع‌بخشی به تولیدات کشاورزی و کاهش نیاز به واردات خوراک دام شده و در صورت برقراری همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، بهبود شرایط خاک را نیز در پی خواهد داشت.

(۳ و ۱۶). شاخص برداشت با تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه نشان داد که کاشت زودتر خَلر در ابتدای فصل رشد در صورت مناسب بودن شرایط آب و هوایی، با افزایش طول دوره رشد رویشی سبب افزایش تولید دانه خَلر در منطقه بیرجند می‌شود. در مقابل، تأخیر در کاشت با محدود ساختن طول دوره رشد گیاه و تشکیل ساختارهای رویشی و زایشی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. با توجه به دمای بالای بهار و

منابع مورد استفاده

1. Adams, P. D. and D. B. Weaver. 1998. Brachytic stem traits, row spacing and plant population effects on soybean yield. *Crop Science* 38: 750-755.
2. Aghaalikhani, M., A. Ghalavand and A. Ala. 2006. Effect of plant density on yield and yield components of two cultivars and a line of mungbean [*Vigna radiate* (L.) Wilczek] in Karaj region. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources* 9(4): 111-121. (In Farsi).
3. Al-Doss, A. A., A. M. Assaeed and A. S. Soliman. 1998. Growth characters and yield of some selected lines of grass pea (*Lathyrus sativus*). *Journal of Agricultural Sciences (King Saud University)* 10: 67-72.
4. Anderson, L. R. and B. L. Vasilas. 1985. Effects of planting date on two soybean cultivar: Seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Science* 25: 999-1004.
5. Ball, R. A., L. C. Purcell and E. D. Vories. 2000. Short-season soybean yield compensation in response to population and water regime. *Crop Science* 40: 1070-1078.
6. Biswas, D. K., M. M. Haque, A. Hamid, J. U. Ahmad and M. A. Rahman. 2002. Influence of plant population density on growth and yield of two blackgram varieties. *Pakistan Journal of Agronomy* 1: 83-85.
7. Board, J. and W. Hall. 1984. Premature flowering in soybean yield reduction at nonoptimal planting dates as influence by temperature and photoperiod. *Agronomy Journal* 76: 700-704.
8. Boquet, D. J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post optimal planting date. *Agronomy Journal* 82: 59-64.
9. Campbell, C. G. 1997. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 1-92.
10. Erskine, F. I. and A. S. Whitney. 1984. Effects of solar radiation regimes on growth and N₂ fixation of soybean, cowpea, and bush bean. *Agronomy Journal* 76: 529-535.
11. Fallah, S. 2008. Effects of planting date and density on yield and its components in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under dryland conditions of Khorram-Abad. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 123-135. (In Farsi).
12. Hanbury, C. D. and B. Hughes. 2003. New Grain Legume for Layers, Evaluation of *Lathyrus cicera* as a Feed Ingredient for Layers. A Report for the Australian Egg Corporation Limited, AECL Publication No. 03/01, 25 p., Available online at: <http://esvc000410.wic023u.server-web.com/Images/uwa-61a.pdf>, Accessed May 2010.
13. Hayat, F., M. Arif and K. M. Kakar. 2003. Effects of seed rates on mungbean varieties under dryland conditions. *International Journal of Agriculture and Biology* 5: 160-161.
14. Iranian Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2009. Agricultural Statistics. 2005-2006 Cropping Year, Vol. 1: Field Crops, Department of Planning and Economic, Bureau of Statistics and Information Technology, 151 p., Available online at: <http://www.maj.ir/portal/Home/Default.aspx?CategoryID=20ad5e49-c727-4bc9-9254-de648a5f4d52/>, Accessed May 2010. (In Farsi).

15. Isik, M., M. Tekeoglu, Z. Onceler and S. Cakir. 1997. The Effect of Plant Population Density on Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Anatolia Agricultural Research Institute, Available online at: <http://www.ataem.gov.tr/default.asp?id=174&bid=172&bbid=174 &ty=1&L=E>, Accessed May 2010.
16. Karadag, Y., S. Iptas and M. Yavuz. 2004. Agronomic potential of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) under rainfed conditions in semi-arid regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences* 3: 151-155.
17. Khademhamzeh, H. R., M. Karimi, A. Rezaei and M. Ahmadi. 2004. Effect of plant density and planting date on agronomic characteristics, yield and yield components in soybean. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 35(2): 357-367. (In Farsi).
18. Khajehpour, M. R. and A. R. Bagherian Naeini. 2002. The response of yield components and seed yield of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to delay in planting. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources* 5(4): 121-136. (In Farsi).
19. Khajouei Nejad, Gh., H. Kazemi, H. Aliari, A. Javanshir and M. J. Arvin. 2004. Effects of different irrigation levels and plant densities on growth and yield of soybean cultivars as second crop. *The Scientific Journal of Agriculture* 27: 67-88. (In Farsi).
20. Leport, L., N. C. Turner, R. J. French, M. D. Barr, R. Duda, S. L. Devies, D. Tennant and K. H. M. Siddique. 1999. Physiological response of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy* 11: 279-291.
21. Morsali, A., M. Aghaalikhani and A. Ghalavand. 2007. Growth analysis, forage yield and quality of four grass pea (*Lathyrus sativus* L.) ecotypes as affected by plant density and planting method in double cropping system. *Iranian Journal of Crop Sciences* 9: 256-262. (In Farsi).
22. Purcel, L. C., R. A. Ball, J. D. Reaper and E. D. Vories. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Science* 42: 172-177.
23. Raei, Y., K. Ghasemi Golezani, A. Javanshir, H. Aliari and A. Mohammadi. 2008. Effects of plant density on soybean (*Glycine max* L.) and Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) intercropping. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 35-44. (In Farsi).
24. Shahsavari, M.R. 1989. Study of phenotypic and genotypic parameters effects on seed formation and determination of the characteristics of ideotype in common bean. MSc. Thesis in Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Farsi).
25. Shirliff, S. J. and A. M. Johnston. 2002. Yield density relationships and optimum plant populations in cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science* 82: 521-529.
26. Shonnard, G. C. and P. Gepts. 1994. Genetics of heat tolerance during reproductive development in common bean. *Crop Science* 34: 1168-1175.
27. Singh, K. B., Malhotra, M. C. Saxena and G. Bejiga. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. *Agronomy Journal* 89: 112-118.
28. Taleei, A., K. Poustini and C. D. Emami. 2000. Effects of plant population density on physiological characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 31: 477-487. (In Farsi).
29. Torabi Jefroodi, A., A. Fayaz Moghaddam and A. Hasanzadeh Ghoort Tapeh. 2005. An investigation of the effect of plant population density on yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36(3): 639-646. (In Farsi).
30. Vaezi, B., M. Abdipour, V. Bavi and S. A. M. Mohammadi. 2009. Evaluation of agronomic potential of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) under tropical rainfed conditions in Gachsaran region. *Journal of Agricultural Sciences* 3(9): 15-25. (In Farsi).
31. Watt, J. and R. K. Singh. 1992. Response of late-sown lentil to seed rate, row spacing and phosphorus levels. *Indian Journal of Agronomy* 37: 592-593.
32. Wirayan, K. G. and J. G. Dingle. 1999. Recent research on improving the quality of grain legumes for chicken growth. *Animal Feed Science and Technology* 76: 185-193.
33. Xu, C. and F. J. Pierre. 1998. Dry bean and soil response to tillage and row spacing. *Agronomy Journal* 90: 393-399.