

بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه (*Portulaca oleracea* L.)

حامد جوادی^{*۱} - پرویز رضوانی مقدم^۲ - محمد جواد ثقه‌الاسلامی^۳ - غلامرضا موسوی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۴

چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در بیرجند به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. چهار سطح تاریخ کاشت (۱۵ فروردین، ۳۰ فروردین، ۱۵ اردیبهشت و ۳۰ اردیبهشت) به عنوان فاکتور اصلی و سه سطح تراکم (۵/۵، ۸/۳ و ۱۶/۶ بوته در مترمربع) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت، باعث کاهش تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و عملکرد علوفه تر گردید. اثر تراکم بر تمامی صفات مورد مطالعه (به استثناء وزن ۱۰۰۰ دانه) معنی دار بود و افزایش آن باعث کاهش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول و افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک گردید. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد علوفه خشک معنی دار بود. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه می‌توان از تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و تراکم ۱۶/۶ بوته بر مترمربع استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: خرفه، شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد علوفه

مقدمه

می‌باشد. در اندام‌های مختلف این گیاه مواد معدنی متعددی از جمله آهن، مس، منگنز، پتاسیم، کلسیم و فسفر وجود دارد. هم چنین این گیاه دارای مواد لعابی، پکتین، پروتئین، کربوهیدرات، اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶، مواد آنتی‌اکسیدانت و ویتامین‌هایی از جمله ویتامین E، C، A می‌باشد (Aynanlvr *et al.*, 2014; Asadi *et al.*, 2007; Ghorbanli and Kiapour, 2012; Kafi and Rahimi, 2010; Soltaninejad *et al.*, 2013).

تعیین تاریخ کاشت مطلوب برای یک گیاه زراعی از عوامل مهم جهت رسیدن به حداکثر عملکرد در گیاهان می‌باشد. در کاشت خیلی زود، پایین بودن دمای خاک و صدمات ناشی از یخبندان موجب استقرار ضعیف گیاهان در بهار می‌گردد. تأخیر زیاد در کاشت نیز به علت کوتاه شدن دوره رشد گیاه و احتمال برخورد زمان گل‌دهی با درجه حرارت‌های بالا اثرات نامطلوبی بر رشد و نمو گیاهان می‌گذارد. Javadi, 2008 در بررسی چهار تاریخ کاشت (یک فروردین، ۱۵ فروردین، یک اردیبهشت و ۱۵ اردیبهشت) در خصوص گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) دریافت که تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه شد. Seghatoleslami and Ahmadi, 2010 Bonakdar, 2010 در بررسی اثر چهار تاریخ کاشت (۹ اسفند، ۲۹ اسفند، ۲۰ فروردین و ۹ اردیبهشت) بر عملکرد گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum-gracum* L.) گزارش کردند که تأخیر در

خرفه (*Portulaca oleracea* L.) گیاهی یک‌ساله و چهار کربنه از خانواده Portulacaceae است که به تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی مقاوم می‌باشد (Kafi and Rahimi, 2010; Rahimi and Kafi, 2010a; Rahimi and Kafi, 2010b; Rahimi *et al.*, 2010; Rahimi *et al.*, 2011). این گیاه بومی ایران بوده و سابقه کشت آن به بیش از ۲۰۰۰ سال بر می‌گردد (Asadi *et al.*, 2007). خرفه از لحاظ گستردگی، هشتمین گیاه متداول در دنیا می‌باشد (Pirian and Piri, 2014). این گیاه در مناطق جنوبی کشور به عنوان یک سبزی مهم مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. خرفه در بسیاری از کشورهای دنیا برای اهداف گوناگون از جمله تغذیه انسان، صنایع تبدیلی و دارویی کاربرد دارد. از نظر خواص دارویی، این گیاه مدر، ضد کمبود ویتامین B₁₂، معالج سرفه‌های مقاوم، تصفیه کننده خون، تب‌بر، مفید در ترمیم سوختگی‌ها، شل کننده عضلات، ضد تشنج، ضد التهاب، کاهش دهنده خطر بیماری‌های قلبی و عروقی، رفع تشنگی

۱- استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳ و ۴- دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

(Email: h_javadi@pnu.ac.ir)

*- نویسنده مسئول:

DOI: 10.22067/gsc.v15i1.44444

حداقل دما ۱۷- و متوسط دمای روزانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس نتایج تجزیه خاک، منطقه موردنظر دارای بافت لوم رسی شنی، هدایت الکتریکی ۲/۷۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر و اسیدیته ۸/۳۸ بود. این آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با چهار تاریخ کاشت (۱۵ فروردین، ۳۰ فروردین، ۱۵ اردیبهشت و ۳۰ اردیبهشت) به عنوان کرت اصلی و تراکم بوته (۵/۵، ۸/۳ و ۱۶/۶ بوته در مترمربع) به عنوان کرت فرعی در سه تکرار اجرا گردید. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت به طول شش متر بود که در دو طرف پشته‌های عریض ۰/۸ متری (فاصله بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته برای تراکم‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر) کشت شد. فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۸ متر، بین کرت‌های اصلی ۱/۶ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین در نیمه دوم اسفند انجام گرفت و عملیات کاشت در تاریخ‌های تعیین شده با دست و به صورت ردیفی و هیرم کاری انجام شد. قبل از کاشت، بذور خرفه (*Portulaca oleracea* L) به وسیله قارچ کش کاربوکسین تیرام به میزان ۲ در هزار ضد عفونی گردید. جهت دستیابی به تراکم‌های موردنظر، ابتدا بذور با تراکم بالا کشت شد، سپس با عمل تُنک کردن در دو مرحله شش و هشت برگی، تراکم موردنظر حاصل شد. در این آزمایش براساس تجزیه خاک، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم قبل از کاشت استفاده شد. همچنین کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله (یک سوم قبل از کاشت و در اوایل بهار، یک سوم پس از چین اول و یک سوم پس از چین دوم) در اختیار گیاه قرار گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز طی سه نوبت با دست انجام پذیرفت. در طول فصل رشد آفت و بیماری خاصی مشاهده نگردید.

به منظور تعیین اجزاء عملکرد پنج بوته به طور تصادفی از هر چین انتخاب و اجزاء عملکرد شامل تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه شدند. عملکرد علوفه تر پس از جداسازی دانه و توزین اندام‌های هوایی محاسبه شد سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند و پس از توزین آن‌ها عملکرد علوفه خشک به دست آمد. جهت تعیین عملکرد دانه پس از حذف ردیف‌های کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (زرشدن ۷۰ درصد کپسول‌ها) برداشت صورت پذیرفت. بوته‌ها پس از برداشت به مدت چند روز در هوای آزاد قرار گرفته سپس اقدام به تکاندن آن‌ها و جمع‌آوری و توزین دانه‌ها شده و عملکرد دانه محاسبه شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

کاشت سبب کاهش تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، بیوماس کل، شاخص برداشت و عملکرد دانه شد، اما تأثیری بر تعداد دانه در غلاف نداشت. Kalirad, 2012 در بررسی اثر پنج تاریخ کاشت (۱۵ بهمن، ۲۵ بهمن، پنج، ۱۵ و ۲۵ اسفند) بر عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گزارش کرد که در تاریخ کاشت پنج اسفند بیش‌ترین عملکرد دانه حاصل شد.

تعیین تراکم مطلوب در کاشت گیاه نیز یکی دیگر از فاکتورهای به‌زرایی در افزایش عملکرد به‌شمار می‌آید. در تراکم‌های پایین به دلیل عدم استفاده مناسب از عوامل محیطی و نهاده‌های تولید، عملکرد قابل قبولی به دست نمی‌آید و در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها عملکرد کاهش می‌یابد. Singh et al, 2005 در مقایسه اثر دو فاصله ردیف ۲۲/۵ و ۳۰ سانتی‌متر روی شنبليله نشان دادند که در فاصله ردیف کمتر، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته و تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد. Sharma, 2000 نیز نشان داد که کاهش فاصله ردیف از ۶۰ به ۳۰ سانتی‌متر سبب افزایش عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه شنبليله شد. Yadav et al, 2000 نیز نشان دادند که فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر در مقایسه با ۴۵ سانتی‌متر سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه شد. Elgendy et al, 2001 اثر فواصل بین ردیف شامل ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۰ سانتی‌متر را بر گیاه ریحان معمولی (*Ocimum basilicum* L.) بررسی نمودند و گزارش کردند که افزایش فضای گیاه باعث زیاد شدن تعداد شاخه‌ها، برگ‌ها و ماده خشک گیاه گردید. Tadayyon et al, 2014 در بررسی اثر سه تراکم بوته شامل ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بوته در مترمربع بر عملکرد کتان (*Linum usitatissimum* L.) گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت افزایش یافت، اما تراکم بوته تعداد بذر در کپسول و وزن ۱۰۰۰ دانه را تحت تأثیر قرار نداد.

با توجه به سازگاری خرفه به شرایط آب‌وهوایی منطقه خراسان جنوبی و نظر به این که تاکنون تحقیقی در این زمینه انجام نگرفته، این پژوهش با هدف تعیین تاریخ کاشت و تراکم مناسب خرفه در منطقه بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند با مختصات جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. محل آزمایش از نظر اقلیمی بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک می‌باشد. میانگین ۱۵ ساله بارندگی این منطقه ۱۷۶ میلی‌متر، حداکثر دمای آن ۳۹/۱،

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر تعداد کپسول در بوته در سطح یک درصد و بر تعداد دانه در کپسول در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد کپسول در بوته از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) با میانگین ۳۲۹/۶ حاصل شد و سایر تاریخ کاشت‌ها پس از آن در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). همچنین بیشترین تعداد دانه در کپسول از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) با میانگین ۳۹/۴ و تاریخ کاشت دوم (۳۰ فروردین) با میانگین ۳۶/۲ به طور مشترک حاصل شد و کمترین تعداد دانه در کپسول متعلق به تاریخ کاشت چهارم (۳۰ اردیبهشت) با میانگین ۲۶/۱ بود (جدول ۲). تأخیر در زمان کاشت از یک طرف باعث کوتاه شدن طول دوره رشد گیاه شده و از سوی دیگر، مراحل نمو حساس از جمله گل دهی با گرما روبرو می‌شود. این امر سبب عدم باروری کامل گل‌ها و در نتیجه کاهش تعداد گل و دانه در هر بوته می‌گردد. کاهش تعداد کپسول در بوته و کاهش تعداد دانه در کپسول در این آزمایش مؤید این امر می‌باشد. Ganjali and Fanaei, 2010 از آزمایش تأثیر تاریخ کاشت بر روی سیاه‌دانه نشان داد که تعداد کپسول در بوته در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ۲۹ اسفند بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ فروردین بود. Rassam et al, 2006 در آنیسون (*Pimpinella anisum* L.)، Farhadi et al, 2012 در کرچک (*Ricinus communis* L.)، Javadi, 2008 در سیاه‌دانه، Singh et al, 2005 و Gowda et al, 2006 در شنبلیله (*Trigonella foenum-gracum* L.) نیز کاهش تعداد واحد زایشی در بوته را به دلیل تأخیر در کاشت گزارش کردند. Korla and Saini, 2003 افزایش تعداد غلاف در بوته شنبلیله را با تأخیر در کاشت از شش دسامبر (۱۵ شهریور) تا شش اکتبر (۱۴ مهر) و کاهش آن را با تأخیر بیشتر در زمان کاشت گزارش کرده‌اند.

اثر تراکم کاشت بر تعداد کپسول در بوته در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). در بین تراکم‌های مختلف کاشت، بیشترین تعداد کپسول در بوته متعلق به تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع بود و با افزایش تراکم، از تعداد کپسول در بوته کاسته شد (جدول ۳). کاهش تعداد کپسول در بوته در تراکم‌های بالا را می‌توان به وجود فضای کم برای رشد بوته‌ها نسبت داد، زیرا با افزایش تراکم بوته در اثر افزایش رقابت بین بوته‌ای، سهم هر گیاه در استفاده از نور، فضا، عناصر غذایی و سایر منابع کاهش یافته و بنابراین پتانسیل تولید کپسول در بوته کاهش می‌یابد. Dorry, 2006 کاهش تعداد سنبله در بوته اسفرفزه (*Plantago ovata*)، Norozpour and Rezvani, 2006 Kizil and Toner, و Ghosh et al, 1981، Moghaddam, 2006

2005 کاهش تعداد کپسول در بوته سیاه‌دانه و Kochaki et al, 2007 نیز کاهش تعداد چتر در بوته رازیانه (*Foeniculum vulgare*) را با افزایش تراکم بوته گزارش کردند. با وجود این Sabagh Nekonam and Razmjoo, 2007 گزارش کردند که افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۶۰ بوته در متر مربع تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در بوته اسفرفزه نداشت. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر تعداد کپسول در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱).

اثر تراکم کاشت بر تعداد دانه در کپسول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در کپسول متعلق به تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع بود و با افزایش تراکم، از تعداد دانه در کپسول کاسته شد (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در کپسول در تراکم‌های بالا را می‌توان به گرده‌افشانی ضعیف و عقیم شدن گل‌ها به دلیل سایه‌اندازی در مرحله گل‌دهی نسبت داد که باعث شده تعداد گل‌های تلقیح شده کاهش یابد. از طرفی دیگر، در تراکم‌های بالا به دلیل رقابت در جهت نور و جذب مواد غذایی گیاه انرژی و توان فتوسنتزی بیشتری صرف رشد رویشی نموده و کاهش عرضه مواد فتوسنتزی به سمت مقصد های فیزیولوژیکی موجود در کپسول باعث سقط جنین و کاهش تعداد دانه‌های بارور می‌گردد. Norozpour and Rezvani, 2006 Moghaddam, Ghosh et al, 1981، Kizil and Toner, 2005 در سیاه‌دانه گزارش کردند که افزایش تراکم تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در کپسول نداشت. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار نبود (جدول ۱).

اثر تاریخ کاشت بر وزن ۱۰۰۰ دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) با میانگین ۰/۳۷ گرم حاصل شد و با تأخیر در کاشت از وزن ۱۰۰۰ دانه کاسته شد (جدول ۲). وزن ۱۰۰۰ دانه صفتی است که کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (Dorry, 2006; Mc Neil, 2007 Sabagh Nekonam and Razmjoo, 1991). اما در این مطالعه تأخیر در کاشت باعث کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه گردید. وزن ۱۰۰۰ دانه به شرایط اقلیمی بعد از گل‌دهی تا رسیدگی (دوره پُرشدن دانه) بستگی دارد. افزایش درجه حرارت بیش از حد مطلوب سبب کوتاه شدن دوره پُرشدن دانه و در نتیجه وزن ۱۰۰۰ دانه شد. کوتاه شدن دوره مؤثر پُرشدن دانه در کلزا (*Brassica napus* L.) با تأخیر در کاشت توسط Berglund and McKay, 2002 گزارش شده است. از طرفی در شرایط گرم‌تر، میزان تنفس غلاف‌ها و مصرف شیره پرورده افزایش یافته و نهایتاً درصد دانه‌های سبک و پوک افزایش می‌یابد. Farhadi et al, 2012 در مطالعه شش تاریخ کاشت در کرچک گزارش کردند که تأخیر در کاشت سبب کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه گردید. Sheoran et al, 1999 در مقایسه اثر سه تاریخ کاشت ۱۶ نوامبر (۲۵ آبان)، یک و ۱۶ دسامبر (۱۰ و ۲۵ آذر) روی شنبلیله نشان دادند که تاریخ کاشت اول دسامبر (۱۰ آذر) بیشترین

وزن ۱۰۰۰ دانه را دارد.

اجزایی است که بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده است. Sabah Dorry, و Mc Neil, 1991, Nekonam and Razmjoo, 2007, 2006 در اسفروزه، Kochaki *et al*, 2007 در رازیانه، Yadav *et al* و Seghatoleslami and Ahmadi Bonakdar, 2010 Norozpoure and Rezvani, 2000 *al*، در شنبلیله، Ghosh *et al*, 1981, Moghaddam, 2006 گزارش نمودند، وزن ۱۰۰۰ دانه تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت. این در حالی است که Sharma, 2000 افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه را در تراکم‌های بیشتر گزارش کرده است.

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیش‌ترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) با میانگین ۱۹۲۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که تفاوت معنی داری با تاریخ کاشت دوم (۳۰ فروردین) با میانگین ۱۷۱۱ کیلوگرم در هکتار نداشت (جدول ۲). دو تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ اردیبهشت به ترتیب با میانگین ۱۲۸۷ و ۱۴۶۱ کیلوگرم در هکتار در یک گروه آماری قرار داشته و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین)، با توجه به مساعد بودن شرایط محیطی به‌ویژه نور و درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، گیاه از این شرایط بهتر استفاده نموده و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده و نهایتاً با افزایش زیست توده باعث افزایش عملکرد دانه گردیده است. از طرف دیگر عملکرد دانه متأثر از اجزای عملکرد بوده و تغییر در هر جزء، باعث ایجاد تغییر در کل عملکرد دانه می‌گردد. تعداد کپسول در بوته یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد دانه است. با توجه به این که کپسول در برگرفته دانه است و نزدیک‌ترین منبع به دانه محسوب می‌گردد و فتوسنتز آن‌ها در زمان سبز بودن نقش مهمی در پُر کردن دانه‌ها دارد. لذا بالاتر بودن عملکرد دانه در تاریخ کاشت‌های زودتر می‌تواند به دلیل افزایش تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن ۱۰۰۰ دانه باشد. مطالعات انجام شده توسط Norozpour, Galavi *et al*, 2008, 2006, Mosavi *et al*, 2012, and Rezvani Moghadam, 2010, Seghatoleslami and Ahmadi Bonakdar, 2010, 2007, Bhattacharya *et al*, 2006, Maletic and Jevdjovic, 2007 در شنبلیله نیز نشان داده که تأخیر در کاشت سبب کاهش عملکرد دانه شد.

اثر تراکم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). افزایش تراکم از ۵/۵ به ۱۶/۶ بوته در مترمربع باعث افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه در تراکم‌های بیشتر در آزمایش‌های Singh *et al*, 2005, 2006, Gowda *et al*, 2006, Seghatoleslami and Ahmadi, Yadav *et al*, 2000 Norozpour and Rezvani, 2010 در شنبلیله، Bonakdar, 2010 Kizil and Toner, و Ghosh *et al*, 1981, Moghaddam, 2006

جدول ۱- تجزیه واریانس و میانگین مرعات اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه
Table 1- Analysis of variance (mean square) of the effect of sowing date and plant density on yield and its components of common purslane (*Portulaca oleracea* L).

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی Df	بوته در کپسول Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield	عملکرد علوفه خشک Dry forage yield
تاریخ کاشت Sowing date (A)	2	568.5 ^{ns}	202.02 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	1898112.6 ^{**}	54248766.1 ^{**}	44.1 ^{ns}	2909036199.01 ^{**}	38647722.4 ^{**}
خطای اول Error a	3	41078.4 ^{**}	290.1 [*]	0.005 ^{**}	707339.4 [*]	11772882.4 ^{ns}	48.5 ^{ns}	1248399894.4 [*]	7938806.5 ^{ns}
تراکم بوته Plant density (B)	6	4943.5	62.1	0.0001	140240.1	3217268.6	13.6	178772080.9	2630479.1
تاریخ کاشت × تراکم بوته Interaction (A×B)	2	53567.5 ^{**}	2441.7 ^{**}	0.0001 ^{ns}	11383305.3 ^{**}	120501802.7 ^{**}	98.8 ^{**}	7708143390.6 ^{**}	60149447.02 ^{**}
خطای دوم Error b	6	3969.4 ^{ns}	46.9 ^{ns}	0.001 ^{ns}	170585.5 ^{ns}	7962317.1 [*]	26 ^{ns}	202286747.05 ^{ns}	5083040.3 ^{**}
تجزیه تغییرات CV (%)	16	1836.9	44.1	0.0001	177609.4	2365120.7	12	104647051.9	1637977.4
		18.4	19.6	4.9	26.4	22	15.3	19.9	23.9

ns و ns* به ترتیب به مفهوم معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی دار می‌باشد. ***, ** and * are significant at 1 and 5 % probability levels and non-significant, respectively.

اثر تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر وزن ۱۰۰۰ دانه معنی دار نبود (جدول ۱). همان گونه که اشاره شد، وزن ۱۰۰۰ دانه از

کاشت دوم (۳۰ فروردین) حاصل شد و کمترین آن متعلق به تاریخ کاشت سوم (۱۵ اردیبهشت) بود. اثر تراکم بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت از تراکم ۱۶/۶ بوته در متر مربع با میانگین ۲۵/۹۲ درصد حاصل شد و کمترین آن به طور مشترک متعلق به تراکم ۵/۵ و ۸/۳ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). احتمالاً شاخص سطح برگ بالا و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر باعث انتقال مناسب تر مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش شاخص برداشت گردیده است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول ۱).

عملکرد علوفه تر و خشک

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد علوفه تر در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد علوفه تر از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) با میانگین ۶۷۳۷۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تاریخ کاشت چهارم (۳۰ اردیبهشت) با میانگین ۳۹۳۷۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. بین تاریخ کاشت دوم (۳۰ فروردین) و تاریخ کاشت سوم (۱۵ اردیبهشت) تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۲). در تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) طولانی شدن دوره رشد رویشی منجر به اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر و استفاده مناسب تر از عوامل محیطی گردیده و این امر باعث شد عملکرد علوفه تر افزایش یابد.

اثر تراکم کاشت بر عملکرد علوفه تر در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). افزایش تراکم از ۵/۵ به ۱۶/۶ بوته در مترمربع عملکرد علوفه تر را افزایش داد (جدول ۲). اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد علوفه تر معنی دار نبود (جدول ۱).

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد علوفه خشک معنی دار نبود (جدول ۱). با وجود کاهش عملکرد علوفه خشک با تأخیر در کاشت، میزان این کاهش معنی دار نبود (جدول ۲). اثر تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). افزایش تراکم از ۵/۵ به ۱۶/۶ بوته در مترمربع، عملکرد علوفه خشک را افزایش داد (جدول ۲). نتایج اثر متقابل دو تیمار مورد بررسی نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) و تراکم ۱۶/۶ بوته بر مترمربع با میانگین ۱۰۲۹۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و کمترین آن به تاریخ کاشت ۳۰ فروردین و تراکم ۵/۵ بوته بر متر مربع با میانگین ۲۵۲۹ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت (جدول ۴). در تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین)، با توجه به مساعد بودن شرایط محیطی به ویژه نور و درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، تولید مواد فتوسنتزی درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافت. هم چنین در تراکم های بالا به دلیل جذب مؤثر تر نور خورشید از طریق افزایش سطح برگ، میزان فتوسنتز افزایش یافته و نهایتاً با افزایش زیست توده باعث افزایش عملکرد دانه گردیده است.

عملکرد بیولوژیک

در سیاه دانه نیز مشاهده شده است. از آنجاکه عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک جامعه گیاهی در طول فصل رشد و نمو استفاده از عوامل محیطی است (Bhattacharya et al, 2006) تراکم کم سبب تولید مواد فتوسنتزی کمتر و کاهش عملکرد دانه شده است. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه معنی دار نبود (جدول ۱).

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود (جدول ۱). با وجود کاهش عملکرد بیولوژیک با تأخیر در کاشت، میزان این کاهش معنی دار نبود (جدول ۲). کوتاه شدن دوره رشد رویشی از دلایل مهم کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در تاریخ کاشت های تأخیری است. این موضوع توسط Khajehpour, 2005 در گلرنگ، Akbarinia et al, 2006 در رازیانه و سیاه دانه و Javadi, 2008 در سیاه دانه نیز گزارش شده است.

اثر تراکم کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تراکم ۱۶/۶ بوته در متر مربع حاصل شد و پس از آن تراکم ۸/۳ و ۵/۵ بوته در مترمربع در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). داشتن سطح برگ بیشتر و جذب مؤثر تر نور خورشید، فتوسنتز بالاتر و استفاده بهتر از عوامل محیطی دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک در تراکم های بالا نسبت به سایر تراکم ها بود. Sabagh Nekonam and Razmjoo, 2007 در اسفزه، Norozpour and Rezvani Moghadam, 2006 در سیاه دانه نیز افزایش عملکرد بیولوژیک را با افزایش تراکم بوته در واحد سطح گزارش کردند.

اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک از تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین) و تراکم ۱۶/۶ بوته در مترمربع با میانگین ۱۳۶۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و کمترین آن متعلق به تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع در تمامی تاریخ کاشت های مورد مطالعه بود (جدول ۴). در تاریخ کاشت اول (۱۵ فروردین)، با توجه به مساعد بودن شرایط محیطی به ویژه نور و درجه حرارت و بیشتر بودن طول دوره رشد، گیاه از این شرایط بهتر استفاده نموده و تولید مواد فتوسنتزی را افزایش داده هم چنین در تراکم های بالا به دلیل جذب مؤثر تر نور خورشید از طریق افزایش سطح برگ، میزان فتوسنتز افزایش یافته و نهایتاً با افزایش زیست توده باعث افزایش عملکرد دانه گردیده است.

شاخص برداشت

اثر تاریخ کاشت بر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول ۱). با این وجود بیشترین شاخص برداشت با میانگین ۲۵/۷ درصد از تاریخ

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و عملکرد علوفه خرفه
 Table 2- Mean comparison of the effect of sowing date on seed yield and its components and forage yield of common purslane
 (*Portulaca oleracea* L).

تاریخ کاشت Sowing date	تراکم (بوته در مترمربع) Number of capsules per plant	تعداد کپسول در بوته Number of seeds per capsule	تعداد دانه در کپسول 1000 seed weight (g)	وزن ۱۰۰۰ دانه Grain Yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد علوفه تر Fresh forage Yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک Dry forage Yield (kg ha ⁻¹)
۱۵ فروردین 4 April	329.6 a	39.4 a	0.37 a	1927 a	8653 a	21.3 ab	67270 a	6930 a
۲۰ فروردین 21 April	226.5 b	36.2 a	0.34 b	1711 ab	6833 ab	25.7 a	51220 b	5229 ab
۱۵ اردیبهشت 5 May	192.1 b	34 ab	0.32 c	1287 b	6259 b	20.5 b	46950 b	4973 ab
۲۰ اردیبهشت 20 May	181.5 b	26.1 b	0.32 c	1461 b	6216 b	23.06 ab	39370 c	4604 b

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
 Means with the same letters are not significantly different based on Duncan multiple range test ($p \leq 0.05$).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه
 Table 3- Mean comparison of the effect of plant density on yield and its components of common purslane
 (*Portulaca oleracea* L).

تراکم بوته (بوته در مترمربع) Plant density (Plant m ⁻²)	تعداد کپسول در بوته Number of capsules per plant	تعداد دانه در کپسول Number of seeds per capsule	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه Grain Yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (kg ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	عملکرد علوفه تر Fresh forage Yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک Dry forage Yield (kg ha ⁻¹)
5.5	305.3 a	49.8 a	0.34 a	881.8 b	4594 b	20.45 b	28920 c	3600 b
8.3	217.9 b	29.7 b	0.34 a	1202 b	5793 b	21.67 b	45910 b	4688 b
16.6	174.1 c	22.3 c	0.34 a	2706 a	10580 a	25.92 a	78770 a	7972 a

میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی داری بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
 Means with the same letters are not significantly different based on Duncan multiple range test ($p \leq 0.05$).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد علوفه خشک در گیاه خرفه
 Table 4- Mean comparison of sowing date and plant density interaction effect on biological yield and dry forage yield of common purslane (*Portulaca oleracea* L)

تاریخ کاشت × تراکم بوته		عملکرد بیولوژیک	عملکرد علوفه خشک
Sowing date × Plant density		Biological yield (kg ha ⁻¹)	Dry forage yield (kg ha ⁻¹)
۱۵ فروردین	5.5	4656 f	3747 def
4 April	8.3	7702 cde	6141 bcd
	16.6	13600 a	10290 a
۳۰ فروردین	5.5	3432 f	2529 f
21 April	8.3	6123 def	4683 def
	16.6	10940 b	8153 ab
۱۵ اردیبهشت	5.5	4027 f	3358 ef
5 May	8.3	4864 ef	3995 def
	16.6	9886 bc	7565 bc
۳۰ اردیبهشت	5.5	6262 def	4767 def
20 May	8.3	4482 f	3544 ef
	16.6	7904 cd	5500 cde

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد ندارند.
 Means with the same letter are not significantly different based on Duncan test ($p \leq 0.05$).

برخوردار بود. هم‌چنین تراکم‌های بالا به دلیل جذب مؤثرتر نور از کارایی بالاتری بهره‌مند بودند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و علوفه می‌توان از تاریخ کاشت ۱۵ فروردین و تراکم ۱۶/۶ بوته بر متر مربع در منطقه بیرجند استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

با توجه به مساعد بودن شرایط اقلیمی منطقه خراسان جنوبی از لحاظ وجود ساعات آفتابی بالا در روز و طول دوره رشد مناسب برای کاشت خرفه، این گیاه در تاریخ کاشت زودتر با تولید سه چین از عملکرد دانه و علوفه مناسب‌تری نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت‌ها

References

1. Aynanlvfr, M., Omidi, H., and Pazky, A. R. 2014. Morphological changes, agricultural and oil content Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Effect of water and fertilizer, bio/chemical nitrogen. Herb Quarterly 12 (4): 170-184. (in Persian with English abstract).
2. Asadi, A. R., Hassandaught, M. R., and Dashti, F. 2007. Comparison of fatty acids, oxalic acid, and mineral varieties of seeds and leaves of purslane Iranian foreign examples. Journal of Food Science 3 (3): 49-54. (in Persian with English abstract).
3. Asgharipoor, M. and Rezvanimoghadam, P. 2007. Effects of planting date and different values of the quantity and quality of *Plantago ovata*. Journal of Food Science and Technology 19(2): 93-103. (In Persian with English Abstract).
4. Akbarinia, A., Khosravi, M., Rezaei, M., Sharifi, A., and Ashurabad, E. 2006. Comparison of spring and autumn sowing fennel, ajowan, anise, nigella irrigated and rainfed conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 21 (3): 319-324.
5. Bhattacharya, M., Chatterjee, R., Pan, S., Sharangi, A. B., Pariari, A., and Chattopadhyay, P. K. 2006. Growth and yield of different cultivars of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.) as influenced by dates of sowing. Orissa Journal of Horticulture 34 (1): 69-71.
6. Berglund, D. R., and Mckay, K. 2002. Canola production. University of Dakota. A- 686 (Revised): 1-33.
7. Dorry, M.A. 2006. Effects of seed rate and planting dates on seed yield and yield components of *Plantago ovata* in dry farming. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22 (3): 262-269.
8. Elgendy, S. A., Hosni, A. M., Ahmed, S. S., Omer, E. A. and Reham, M.S. 2001. Variation in herbage yield and oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) var." Grande verde" grown organically in a newly in reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agriculture Science 9(2): 915-33.
9. Farhadi, N., Soury, M. K., and Omidbaigi, R. 2012. Effect of sowing date on yield, yield components and oil percentage of castor bean. Journal of Crop Production 5 (1): 89-104. (in Persian with English abstract).
10. Ghorbanli, M. and Kiapour, A. 2012. Copper-induced changes on pigments and activity of non-enzimatic and

- enzymatic defence systems in *Portulaca oleracea* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28 (2): 235-247. (in Persian with English abstract).
11. Galavi, M., Ramroudi, M., Mansouri, S. 2008. Effect of sowing dates on yield, yield components and quality of isabgol (*Plantago ovata*) in sistan region. Pajouhesh and Sazandegi 20(4): 135-140. (in Persian with English abstract).
 12. Ganjali, H., and Fanaei, H. 2010. Effects of sowing date and plant density on yield and yield components of *Nigella sativa*. Report on Research Project, University of Zahedan, 98 pages. (in Persian).
 13. Ghosh, D., Roy, K., and Malic, S. C. 1981. Effect of fertilizers and spacing on yield and other characters of black cumin (*Nigella sativa* L.). Indian Agriculture Journal 25: 191-197.
 14. Gowda, M. C., Halesh, D. P., and Farooqi, A. A. 2006. Effect of dates of sowing and spacing on growth of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). Biomedicine 1 (2): 141-146.
 15. Javadi, H. 2008. Effect of sowing date and nitrogen on yield and yield components of *Nigella Sativa* L. Iranian Journal of Field Crops Research 6 (1): 59- 66. (in Persian with English abstract).
 16. Kalirad, A. 2012. Effect of cultivating date on qualitative and quantitative traits of *Cuminum cyminum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28(1): 103-108. (In Persian with English Abstract).
 17. Kafi, M., and Rahimi, Z. 2010. Effect of Salinity on Germination Characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8 (4): 615-621. (in Persian with English abstract).
 18. Kochaki, A. R., Nasirmohalati, M., and Azizi, G. 2007. Effects of different irrigation intervals and plant density on yield and yield components *Foeniculum vulgare*. Iranian Journal of Field Crops Research 4 (1): 131- 140. (in Persian with English abstract).
 19. Korla, B. N., and Saini, A. 2003. Effect of dates of sowing and cutting on seed yield of fenugreek. Haryana Journal of Horticultural Sciences 32 (1/2): 120-122.
 20. Khajehpour, M. R. 2005. Industrial Plants. Jehad University Press, Isfahan, 546 p. (in Persian).
 21. Kizil, S., and Toner, O. 2005. Effect of row spacing on seed yield, yield components, fatty oil and essential oil of *Nigella sativa* L. Crop Research (Hisar) 30 (1): 107-112.
 22. Mosavi, G. R., Segatoleslami, M. J., and Pooyan, M. 2012. Effect of planting date and plant density on yield and seed yield components of *Plantago ovata* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27 (4): 681-699. (in Persian with English abstract).
 23. Maletic, R., and Jevdjovic, R. 2007. Sowing date- the factor of yield and quality of fenugreek seed (*Trigonella foenum gracum* L.). Journal of Agricultural Sciences, Belgrade 52 (1): 1-8.
 24. McNeil, D. L. 1991. Changes in yield Components of *Plantago ovata* Forsk in northern Western Australia in response to sowing date and sowing rate. Tropical Agriculture 68: 191-195.
 25. Norozpour, Gh., and Rezvani Moghaddam, P. 2006. Effects of different irrigation and plant density on yield and yield components of *Nigella Sativa* L. Iranian Journal of Field Crops Research 3 (2): 305- 315. (in Persian with English abstract).
 26. Pirian, K., and Piri, Kh. 2014. Callus induction in hairy roots of *Portulaca oleracea* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 30 (2): 231-238. (in Persian with English abstract).
 27. Rahimi, Z., and Kafi, M. 2010 a. Effects of salinity and silicon application on biomass accumulation, sodium and potassium content of leaves and roots of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of Water and Soil 24 (2): 367-374. (in Persian with English abstract).
 28. Rahimi, Z., and Kafi, M. 2010 b. Estimating cardinal temperatures and effect of different levels of temperature on germination indices of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of Plant Protection 24 (1): 80-86. (in Persian with English abstract).
 29. Rahimi, Z., Kafi, M., Nezami, A., and Khozaie, H. R. 2010. Effect of salinity and silicon on yield and yield components of Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8 (3): 481-488. (in Persian with English abstract).
 30. Rahimi, Z., Kafi, M., Nezami, A., and Khazaie, H. R. 2011. Effect of salinity and silicon on some morphophysiological characters of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27 (3): 359- 374. (in Persian with English abstract).
 31. Rassam, Gh. A., Nadaf, M., and Sefedkon, F. 2006. Effect of planting date and plant density on yield and yield components Anise (*Pimpinella anisum*) Pajouhesh and Sazandegi 20 (2): 127- 133.
 32. Soltaninejhad, F., Fallah, S., and Heidari, M. 2013. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on the growth and biomass production of purslane (*Portulaca oleracea*). Journal of Crop Production 6 (3): 125-143. (in Persian with English abstract).
 33. Seghatoleslami, M. J., and Ahmadi Bonakdar, Kh. 2010. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26 (2): 274- 265. (in Persian with English abstract).
 34. Sharma, S. K., 2000. Response of nitrogen and spacing on fenugreek seed production. Horticultural Journal 13 (2): 39-42.

35. Singh, S., Buttar, G. S., Singh, S. P., and Brar, D. S. 2005. Effect of different dates of sowing and row spacings on yield of fenugreek (*Trigonella foenum gracum*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences* 27 (4): 629-630.
36. Sheoran, R. S., Pannu, R. K., and Sharma, H.C. 1999. Influence of sowing time and phosphorus fertilization on yield attributes and yield of fenugreek: (*Trigonella foenum gracum* L.) genotypes. *Indian Journal of Arecanut Spices and Medicinal Plants* 1 (1): 15-18.
37. Sabagh Nekonam, M., and Razmjoo, K. H. 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovata* Forsk) Accession. *International Journal of Agriculture and Biology* 9 (4): 606-609. (in Persian with English abstract).
38. Tadayyon, A., Torabian, S., and Tadayon, M. R. 2014. Effect of plant density on morphological and agronomical traits of four varieties of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 30 (4): 621-633.
39. Yadav, J. S., Jagdev, S., Virender, K., and Yadav, B. D. 2000. Effect of sowing time, spacing and seed rate on seed yield of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.) on light textured soil. *Haryana Agricultural University Journal of Research* 30 (3/4): 107-111.

Effect of Sowing Date and Plant Density on Yield and Yield Components of Common Purslane (*Portulaca Oleracea* L.)

H. Javadi^{1*} - P. Rezvani Moghaddam² - M. J. Seghatoleslami³ - Gh. R. Mosavi⁴

Received: 15-02-2015

Accepted: 15-09-2015

Introduction

Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is one-year and C₄ plant of the family Portulacaceae. Purslane is a drought- and salt-tolerant plant, which contains high amounts of beneficial omega-3 fatty acids and antioxidant vitamins. Make it a prime candidate to form edible landscape in areas with dry conditions and salty soils, which are often present together where land is irrigated. Purslane seeds provide nutritional value, and have beneficial health effect on body specially in preventing cardiovascular, cancer and hypertension (high blood pressure) diseases, because it contains omega-3 and omega-6 fatty acids and other nutrients such as antioxidants, tocopherols and dietary fibre.

Materials and Methods

This study was conducted in the 2011 growing season at Agricultural Research Station of Islamic Azad University, Birjand (Latitude: 32°53'N; Longitude: 59°13'E and Elevation above sea level: 1480 m), Iran. Climate in this area is semi-dry to dry (annual rainfall is about 176 mm, maximum and minimum temperature are 39.1 and -17 degrees centigrade, respectively). The soil of the field was Sandy clay loam with pH 8.38 and with an EC of 2.74 m. mohs.cm⁻¹. In this study, the effect of four sowing dates (4 April, 21 April, 5 May and 20 May) and three plant densities (5.5, 8.3 and 16.6 plants m⁻²) were investigated as main plot and sub plot, respectively in a split plot design based on randomized complete blocks with 3 replications. Each plot was 2.4m×6m with six planting rows. The space between rows, plots and replications was 0.4, 0.8 and 2 m, respectively. The field had been left fallow in the previous year. Sowing was done manually and was wet planting. Irrigation was employed with an interval of 4 days immediately after planting for uniform emergence until establishment of seedlings and after that continued weekly. To achieve the desired density, the seed was planted with high density, then the operation in two stages six and eight-leaf thinning, the density was obtained. According to the results of soil test, 100 kg/ha Triple superphosphate and 100 kg/ha soleplate potassium was applied to the soil before final disking. Nitrogen fertilizer was applied 300 kg/ha (as 1/3 at sowing, 1/3 at first harvest and 1/3 at second harvest) in the form of urea. Weed control was done manually in three stages. There was no specific pests and diseases during the growing season. In this study, we evaluated traits such as number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000 seed weight, seed yield, biological yield, harvest index and forage yield. All statistical calculations were carried out by MSTATC software and the means of the studied traits were compared by Duncan's Multiple Range Test at 5% probability level.

Results and Discussion

The results showed that delay in sowing date, reduced the number of capsules per plant, number of seeds per capsule, 1000 seed weight, grain yield and forage yield. For each 15-day delay in planting, seed yield reduced by 12.6%, 49.7% and 31.8% respectively. In planting 15 April, optimum environmental conditions such as light, temperature and longer growing period, resulted in higher plant photosynthetic and thus biomass and grain yield increased. Effects of plant density on all measured traits (with the exception of 1000 seed weight) were significant. Increasing plant density decreased all measured traits with exception of number of capsules per plant and number of seeds per capsule. The planting density of 16.6 plants m⁻² compared to 8.3 and 5.5 plants m⁻², reduced the grain yield 55.6 and 67.4 % respectively. In the low densities, due to low leaf area, photosynthetic rate and biomass decreased and the seed yield was low. Interaction between sowing date and plant density on biological yield and dry matter yield were significant. Highest biological yield was of sowing date 15 April and plant density 16.6 plants m⁻² and the lowest, in plant density of 5.5 plants m⁻² in all sowing dates studied. Highest

1- Assistant Professor, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

2- Professor, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

3, 4- Associate Professor of Department of Agronomy, Birjand branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran

(* - Corresponding Author Email: h_javadi@pnu.ac.ir)

dry matter yield obtained from sowing date 15 April and plant density of 16.6 plants m^{-2} and the lowest, was for sowing date 21 April and plant density of 5.5 plants m^{-2} .

Conclusions

Sowing date of 4 April and plant density of 16.6 plant m^{-2} can be recommended to obtain high seed and biomass yield of purslane.

Keywords: *Protulaca oleracea* L., Seed yield, Forage yield, Harvest index