

تأثیر تراکم کاشت و زمان برداشت بر عملکرد بذری یونجه همدانی (*Medicago sativa* L.) در منطقه همدان

سعیده صلواتی^۱، حجت اله مظاهری لقب^{۲*} و مهدی کاکایی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷

چکیده

برای بهبود عملکرد یونجه، به کارگیری زمان مناسب برداشت علوفه و استفاده از تراکم کشت مطلوب، مفید است. به منظور ارزیابی این دو عامل بر عملکرد یونجه، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عامل تراکم کاشت در سه سطح (فاصله ردیف ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر) در کرت‌های عمودی و عامل زمان برداشت علوفه در چین اول در چهار مرحله فنولوژیکی در کرت‌های افقی مطالعه شدند. نتایج نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در هر گیاه و وزن بذر در بوته تحت تأثیر اثر تراکم کشت در هر دو سال قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف از ۴۰ به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته و وزن بذر در بوته گردید. در سال اول افزایش فاصله ردیف تا ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه شد. در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف به ۵۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد بذر گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، کشت با تراکم کمتر و برداشت علوفه در اوایل گلدهی در چین اول، با هدف افزایش عملکرد بذر یونجه در چین‌های بعدی توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: برداشت بذر، فاصله ردیف، وزن هزار دانه، یونجه

۱- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.

۳- دانشیار، گروه مهندسی کشاورزی (اصلاح نباتات و ژنتیک)، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa* L.) یکی از مهم-ترین گیاهان زراعی علوفه‌ای در دنیا است. این امر به دلیل کیفیت علوفه‌ای عالی، عملکرد علوفه‌ای بالا در شرایط آب و هوایی گسترده و سازگاری بالا با اقلیم‌های مختلف است (Moreira and Fageria, 2010). به‌طور کلی عوامل ژنتیکی (Peltonen-Sainio and Jauhiainen, 2008)، شرایط محیطی (Tesfamariam et al., 2010) و مدیریت گیاه (Rathke et al., 2006)، تعیین-کننده عملکرد کمی و کیفی گیاهان می‌باشد (Kamkar et al., 2011). علاوه بر انتخاب روش کاشت مناسب، تراکم کاشت بهینه نیز از جمله روش‌های به‌زراعی یونجه است که در بهبود عملکرد آن مؤثر است (Hall et al., 2004). تراکم متعادل و مناسب بذری برای تولید تعداد مطلوب بوته در هکتار و تولید حداکثر علوفه با در نظر گرفتن رقابت بین و درون گونه‌ای اهمیت بالایی دارد (Yazdani et al., 2015). عملکرد بذری در متر مربع متأثر از عملکرد بذری در هر گیاه و تعداد گیاهان است. بنابراین انتخاب بهترین تراکم و فاصله کشت برای بهره‌وری حداکثر از زمین تأثیر زیادی بر ماده سازی گیاه و در نهایت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی دارد (Jafari and Marashi, 2020). تعداد غلاف در بوته به عنوان عامل مهمی جهت تولید دانه محسوب می‌گردد، و به شکل واضحی با افزایش فاصله بین ردیف افزایش یافت و نیز وجود تعداد بذری بیشتر در غلاف‌ها باعث می‌گردد مواد فتوسنتزی تولید شده، بیشتر ذخیره گردد و عملکرد بذری افزایش یابد (Abdoli et al., 2004). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل فاصله بین ردیف تأثیر بسیار معنی‌داری بر صفات تعداد گل آذین در مترمربع، تعداد بذری در غلاف،

وزن هزار دانه، عملکرد بذری، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت دارد (Kazemi et al., 2011). بسیاری از مطالعات حاکی از تأثیر فاصله ردیف بر عملکرد بذری و اجزای عملکرد یونجه در نواحی مختلف است. این مطالعات نشان دادند که تراکم کم بوته و فاصله ردیف بیشتر، فاکتورهای مهمی برای تولید بذری یونجه هستند (Abadouz et al., 2010; Stanisljevic et al., 2012; Zhang et al., 2017). بنابراین، تولید بذری یونجه نیازمند به تراکم کمتر در سال استقرار و مقدار بذری کمتر برای کاشت است (Zhang et al., 2017). در شرایط اکولوژیکی همدان، بهتر است که ابتدا یک بار برداشت علوفه به عنوان چین اول صورت بگیرد تا امکان برداشت بذری همزمان با برداشت تأخیری علوفه به عنوان چین دوم نیز فراهم شود. از طرفی برای تولید بذری یونجه به کارگیری زمان مناسب برداشت علوفه چین اول دارای اهمیت است (Mazaheri Laghab et al., 2011). زمانی که برداشت در مراحل ابتدایی رشد قسمت‌های هوایی صورت گیرد، اثر متفاوتی روی تولید مجدد علوفه برگی و تولید دانه مشاهده می‌شود (Mazaheri Laghab et al., 2003). برداشت علوفه در ابتدای گلدهی نسبت به اواسط گلدهی منجر به افزایش طول دوره رویشی چین بعدی می‌شود و به گیاه این فرصت را می‌دهد تا مواد غذایی بیشتری جهت دانه‌بندی در اختیار غلاف‌ها و بذری در حال رسیدن قرار دهد و این امر منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Mazaheri Laghab et al., 2011). همدان، منطقه مناسبی برای بذری از یونجه به شمار می‌آید، زیرا در شرایط خشک، معمولاً بذری‌ها یکنواخت‌تر رسیده و برداشت بذری با کیفیت بالا، در مناسب‌ترین زمان انجام می‌گیرد. با توجه به موارد فوق، هدف از انجام این پژوهش؛

ارزیابی اثر تراکم کاشت و تاریخ برداشت علوفه در چین اول به منظور رسیدن به یک تراکم متعادل و زمان برداشت مناسب برای حصول به حداکثر عملکرد بذر است که اگرچه پژوهش‌های زیادی در این زمینه انجام گرفته است اما تحقیقات صورت گرفته در منطقه نسبتاً کوهستانی همدان با آب و هوای سرد، بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر و اقلیم نیمه خشک، بسیار محدود می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر زمان‌های مختلف برداشت علوفه در چین اول بر عملکرد بذر یونجه در چین‌های بعدی و در تراکم‌های مختلف کشت، این پژوهش با کشت بذر یونجه اکوتیپ همدانی که از بانک ژن دانشگاه تهران تهیه شده بودند در سال ۱۳۹۵ و در دانشگاه بوعلی سینا همدان که این منطقه در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا واقع شده است، آغاز گردید. سال ۱۳۹۵ به عنوان سال استقرار مزرعه در نظر گرفته شد و نمونه برداری طی دو سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۷-۱۳۹۸ انجام شد. آزمایش به صورت کرت-های خرد شده نواری با چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام پذیرفت. در هر کرت آزمایشی ۴×۴ متری، ۹ ردیف کاشت با فاصله ۴۰ سانتی‌متر (۱۱ کیلوگرم بذر در هکتار)، ۷ ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر (۸/۸ کیلوگرم بذر در هکتار) و ۶ ردیف با فاصله ۶۰ سانتی‌متر (۷/۵ کیلوگرم بذر در هکتار) ایجاد شد. بعد از آزمون جوانه‌زنی بذر در آزمایشگاه، کشت در اواخر شهریور انجام شد. عامل تراکم کاشت در سه سطح (فاصله ردیف ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر) در کرت-های عمودی و عامل زمان برداشت علوفه در چین

اول در چهار مرحله فنولوژیکی: ۱- ظهور غنچه گل (Onset of budding)، ۲- ظهور گل (Onset of flowering) با فاصله ۳۰ روز از برداشت اول، ۳ تا ۱۰ درصد گلدهی (10% flowering) با فاصله ۴۵ روز از برداشت دوم، ۴ تا ۵۰ درصد گلدهی (50% flowering) در کرت‌های افقی مطالعه شدند. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت که مشخصات کامل آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است. عملیات تهیه زمین در بهار انجام گرفت. زمین در بهار ۱۳۹۵ شخم عمیق زده شد و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها، جمع‌آوری علف‌های هرز و دیسک زدن، صاف و یکنواخت شد. در تابستان با استفاده از پنجه غازی علف‌های هرز کنترل شد و قبل از کاشت نیز، از علف‌کش ۲، ۴ دی جهت از بین بردن علف‌های هرز پهن برگ استفاده گردید. کوددهی عناصر فسفات و پتاس بر اساس آزمون خاکی که قبل از شروع آزمایش انجام شده بود، تعیین گردید. به‌این منظور مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم جهت تأمین عنصر پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات جهت تأمین عنصر فسفر مورد استفاده قرار گرفت. پس از تسطیح زمین کرت-بندی به ابعاد ۴×۴ متر انجام گردید. آبیاری به-صورت قطره‌ای و نوارهای تیپ، پنج ساعت در هر چهار روز صورت گرفت و در مرحله شروع به قهوه‌ای شدن غلاف‌ها، قطع شد. برداشت علوفه با توجه به تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش صورت پذیرفت. به‌منظور حذف اثر حاشیه‌ای، در کرت‌های با فاصله کاشت ۶۰ سانتی‌متر، از ۲ خط میانی (حذف ۲ خط کناری)، در کرت‌های با فواصل ردیف کشت ۴۰ سانتی‌متر، از ۳ خط میانی

(حذف ۳ خط کناری) و همچنین در کرت‌های با فواصل ردیف کشت ۵۰ سانتی‌متر نیز از ۳ خط میانی (حذف ۲ خط کشت کناری) برداشت نمونه صورت گرفت و از ابتدا و انتهای هر خط کشت هم یک متر به عنوان حاشیه حذف شد. بنابراین، برای هر کرت در تراکم‌ها و زمان‌های مختلف برداشت علوفه، میانگین سطح نمونه برداری حدود ۲/۶ متر مربع بود. صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در بوته، وزن هزار دانه، وزن بذر در بوته، عملکرد بذر و عملکرد علوفه چین اول بودند. برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در بوته، در قسمت‌های نمونه‌گیری در کرت‌ها، اقدام به انتخاب تصادفی ۵ بوته گردید. تعداد غلاف در بوته بر اساس میانگین تعداد غلاف در ۵ بوته تعیین گردید. تعداد بذر در بوته نیز بر اساس تعداد دانه در ۵ بوته و میانگین گیری از آن‌ها مشخص شد. برداشت بذر وقتی که سه چهارم غلاف‌های بذری به صورت قهوه‌ای تیره در آمدند، انجام گرفت و در واقع چین دوم به بذر اختصاص پیدا کرد. بعد از خشک شدن نمونه‌های برداشت شده، نمونه‌های علوفه خشک حاوی بذر در دستگاه کوبنده خرد شده و بذرها در دستگاه بوجاری از علوفه جدا شدند. وزن بذر با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ محاسبه شد. با توجه به تعداد خطوط کاشت در تراکم‌های مختلف، عملکرد بذر بر حسب گرم در مترمربع نیز ثبت گردید. برای تعیین صفت وزن هزار دانه، نمونه‌ای با تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر نمونه بذری از هر کرت آزمایشی جدا و با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ توزین گردید. وزن به دست آمده از ۱۰۰ بذر به ۱۰۰۰ عدد بذر تعمیم شد و به عنوان وزن هزار دانه یادداشت و ثبت گردید (Mazaheri Laghab et al., 2011). علوفه تر برداشتی هر

کرت در مزرعه با قابلیت اندازه‌گیری حداکثر ۶ کیلوگرم، توزین و سپس در هوای آزاد خشک شد تا زمانی که بافت‌های خشک شده در حین حمل و نقل، با خطر ریزش مواجه نشوند. مقدار علوفه خشک، به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین و به عنوان عملکرد علوفه در هر کرت بر حسب کیلوگرم و در هر هکتار نیز بر حسب کیلوگرم برای چین اول ثبت گردید. داده‌های حاصل از آزمایش، از طریق برنامه‌های آماری SAS (V.9.12) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel (2010) انجام گرفت. جدول ۱، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از تجزیه طی دو سال حاکی از آن بود که در هر دو سال آزمایش اثر تراکم کشت (A) در ارتباط با صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) معنی‌دار بود. همچنین، صفت تعداد غلاف در بوته در سال اول تحت تأثیر تاریخ برداشت علوفه (B) در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 5\%$) و در سال دوم در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) قرار گرفت (جدول ۲). تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تاریخ برداشت در سال دوم بر صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) معنی‌دار بود و همچنین اثر تاریخ برداشت علوفه در سال اول بر صفت تعداد بذر در بوته در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) معنی‌دار بود. تراکم کاشت در ارتباط با صفت تعداد بذر در بوته در سال اول و دوم به ترتیب در سطح

احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) و پنج درصد ($p \leq 5\%$) اثر معنی‌داری را نشان داده است.

به‌طور کلی در هر دو سال آزمایش، افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل، منجر به افزایش معنی‌دار صفت تعداد غلاف در بوته گردید. به نظر می‌رسد هر چقدر دوره زمانی بین مدت برداشت علوفه تا رسیدن بذر بیشتر شود افزایش رشد رویشی وجود خواهد داشت و با افزایش بافت شاخه و برگ گیاه، تعداد غلاف و به تبع آن میزان بذر هم افزایش خواهد یافت. به عبارتی طول دوره رویشی بیشتر، به گیاه این فرصت را می‌دهد تا مواد غذایی بیشتری جهت دانه بندی در اختیار غلاف‌ها قرار گرفته و فرصت فتوسنتز را افزایش دهد. جریان مواد پرورده حاصل از پدیده فتوسنتز به طرف گل آذین‌ها در مدت طولانی‌تر، افزایش تعداد غلاف حاوی بذر را در پی خواهد داشت. جدول ۳، مقایسه میانگین اثر تراکم کشت بر صفت تعداد غلاف در بوته یونجه طی دو سال آزمایش را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، صفت تعداد غلاف در بوته در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر در سال اول و دوم به ترتیب ۵۳ و ۶۲/۷ درصد افزایش را نشان داد. این افزایش تعداد غلاف در بوته با افزایش فاصله ردیف را می‌توان به کاهش رقابت بین ردیف مربوط دانست به نحوی که گیاهان با ساقه و برگ بیشتر ایجاد شده و به دنبال آن تعداد بیشتری گل و غلاف تولید کرده‌اند. همچنین برداشت در زمان ظهور غنچه گل نسبت به برداشت در زمان ۵۰ درصد گلدهی به ترتیب در سال اول و دوم منجر به افزایش ۱۰/۲ و ۳۶/۸ درصدی تعداد غلاف در بوته گردید (جدول ۴). در حقیقت، تاریخ برداشت

علوفه چین اول در زمان ظهور غنچه گل، منجر به افزایش میانگین در صفت تعداد غلاف در بوته نسبت به سایر زمان‌های برداشت شد و در سال دوم، صفت وزن هزار دانه نیز در این تاریخ برداشت (ظهور غنچه گل) افزایش چشمگیری نسبت به سایر تاریخ‌های برداشت نشان داد.

اثر فاصله ردیف کشت روی تعداد غلاف در خوشه گل، تعداد غلاف در بوته و تعداد خوشه‌های محتوی غلاف توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است. نتایج آن‌ها نشان داد که به منظور تولید مطلوب بذر، با کشت بذر در ردیف‌های عریض، گیاهان قوی و شاداب تولید می‌شوند که گل‌های زیادی نیز تولید می‌کنند (Nabila Zaki *et al.*, 2007).

تعداد بذر در بوته

در این آزمایش اثر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) بر صفت تعداد بذر در سال اول معنی‌دار بود و در سال دوم، تعداد بذر در بوته تحت تأثیر تراکم کشت (A) در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 5\%$) و اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) قرار گرفت (جدول ۲).

بیشترین تعداد بذر در بوته در سال اول در تراکم با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل حاصل گردید که نسبت به برداشت علوفه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی در همین فاصله ردیف، تعداد بذر ۴/۵ برابر افزایش یافت. در سال دوم، تعداد بذر در تیمار فاصله ردیف ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل بیشترین میزان بود. به‌طور کلی در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف از ۴۰ به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت

علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار تعداد بذر در بوته گردید (جدول ۵).

در رابطه با افزایش بذر در بوته در صورت کاهش تراکم می‌توان چنین توصیف کرد که به گیاهان این فرصت داده می‌شود تا بتوانند برای دانه‌بندی مناسب و مطلوب، از منابع طبیعی استفاده نمایند (Sanderson and Elwinger, 2002). در کل تولید بذر موفق به مناطقی با رطوبت نسبی کم و درجه حرارت متوسط تا بالا نسبت داده شده است، از آنجایی که نور آفتاب و هوای خشک، شرایط مساعد را برای گلدهی و فعالیت حشرات گرده افشان فراهم می‌آورد، بنابراین تعیین مطلوب‌ترین تراکم کاشت دارای اهمیت بوده و در جذب بهتر حشرات و تولید شهد بیشتر مؤثر است (Mazaheri Laghab, 2008).

وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه دو سال حاکی از آن بود که وزن هزار دانه تحت تأثیر تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 5\%$) در سال اول قرار گرفت. در سال دوم اثر تاریخ برداشت علوفه (B) بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج سال اول نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و زمان برداشت در مرحله ظهور غنچه گل حاصل گردید. اما در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر برداشت در مراحل ۱۰ و ۵۰ درصد گلدهی منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه گردید. به‌طوری‌که وزن هزار دانه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و زمان برداشت در مرحله ظهور غنچه گل نسبت به برداشت در مراحل ۱۰ و ۵۰ درصد گلدهی در

همین فاصله ردیف به ترتیب ۳/۳۰ و ۹/۷۳ درصد افزایش یافت. در فواصل ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی-متر، تاریخ برداشت علوفه تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه نداشت (جدول ۵). برداشت علوفه در مراحل ظهور غنچه گل و ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در سال دوم گردید. به‌طوری‌که وزن هزار دانه در تاریخ برداشت علوفه در مراحل ظهور غنچه گل و ظهور گل نسبت به برداشت در مرحله ۵۰ درصد گلدهی به ترتیب ۲/۱۰ و ۸/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در بین اجزای عملکرد معمولاً تعداد گل آذین در واحد سطح و وزن هزار دانه به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را از شرایط محیطی می‌پذیرند (Ozlem and Geren, 2007).

افزایش وزن هزار دانه در اثر افزایش فاصله ردیف را شاید بتوان چنین توجیه نمود که با افزایش فاصله بین ردیف، تراکم و رقابت بین بوته-ای کاهش یافته و در نتیجه استفاده هر غلاف از مواد غذایی بیشتر شود و این امر منجر به افزایش وزن هزار دانه شود (Kazemi et al., 2011). از طرفی زمان طولانی بین برداشت علوفه تا زمان پر شدن دانه‌ها باعث می‌شود تا بذرها از دانه‌بندی مناسبی برخوردار شوند و این امر منجر به افزایش وزن هزار دانه در زمان ظهور غنچه گل نسبت به زمان ۵۰ درصد گلدهی شود (Mazaheri Laghab et al., 2011). این موضوع با نتایج مطالعه (Stanisavljevic et al., 2012) روی یونجه مطابقت دارد.

وزن بذر در بوته

در این آزمایش و در هر دو سال، اثر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) بر وزن بذر در بوته معنی‌دار بود (جدول

مرحله ظهور غنچه گل حاصل شد. کمترین میزان این صفت نیز در تراکم با فاصله ردیف ۶۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مراحل ۱۰ و ۵۰ درصد گلدهی به دست آمد. در سال دوم، عملکرد بذر در تیمار فاصله ردیف ۵۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل بیشترین میزان بود. به طور کلی در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف به ۵۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد بذر گردید (جدول ۷).

می‌توان گفت در فاصله ردیف ۵۰ سانتی-متر به دلیل ایجاد تعداد مناسب بوته در واحد سطح، شرایط استقرار بهتری برای گیاه فراهم شده و توانسته است با استفاده از عوامل نور و محیط، اجزای زایشی بیشتری به وجود آورد. افزایش عملکرد بذر و اجزای آن متأثر از عواملی مثل شرایط محیطی، خصوصیات ژنتیکی و تکنیک‌های زراعی است که در نهایت این عوامل روی فیزیولوژی تولید مثل گیاه مؤثر واقع می‌شوند (Sengul, 2006). چنین به نظر می‌رسد، زمانی که برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل انجام بگیرد، مدت زمان برداشت علوفه تا رسیدن بذر طولانی‌تر شده و زمان طولانی برای استفاده حداکثر از منابع طبیعی، رسیدن فیزیولوژیکی بذر، انتقال بیشتر مواد غذایی به بذر، ایجاد فرصت ذخیره مواد در بذر مؤثر بوده و لذا عملکرد بذر افزایش می‌یابد. وقتی در اثر افزایش مدت زمان برداشت علوفه تا رسیدن بذر شاخه و برگ افزایش یابد، گیاه تا رسیدن به دوره کامل زایشی، تعداد غلاف و بذر بیشتری تولید می‌کند. در واقع گیاه این فرصت را پیدا می‌کند تا مواد غذایی بیشتری جهت دانه بندی در اختیار غلاف‌ها

(۶). همان‌طور که از نتایج جدول ۶ مشخص است، در خصوص دو صفت وزن بذر در بوته و عملکرد بذر، تراکم کشت در سال اول در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 5\%$) معنی‌دار بوده و در سال دوم در مورد وزن بذر در بوته، تراکم کاشت در سطح احتمال پنج درصد ($p \leq 5\%$) معنی‌دار است. در هر دو صفت عملکرد بذر و وزن بذر در بوته، در سال اول، تاریخ برداشت علوفه اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) داشت.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که به طور کلی در هر دو سال آزمایش، افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل به افزایش معنی‌دار وزن بذر در بوته منجر گردید. بیشترین وزن بذر در بوته در سال اول در تراکم با فاصله ردیف ۵۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل حاصل شد. در سال دوم، وزن بذر در تیمار فاصله ردیف ۵۰ و ۶۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل بیشترین میزان را داشت (جدول ۷). افزایش تولید بذر یونجه با افزایش فاصله ردیف با نتایج تحقیقات روی یونجه مطابقت دارد (Rahmani and Esmaeili Aftabdari, 2017; Stanisljevic *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2017).

عملکرد بذر

در این آزمایش اثر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) بر عملکرد بذر در سال اول معنی‌دار بود و در سال دوم عملکرد بذر تحت تأثیر اثر متقابل ($A \times B$) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) قرار گرفت (جدول ۶). بیشترین عملکرد بذر در سال اول در تراکم با فاصله ردیف ۵۰ سانتی-متر و برداشت علوفه در

و بذره‌های در حال رسیدن قرار دهد و عملکرد بذری افزایش یابد. نتایج مطالعه مظاهری لقب و همکاران نشان داد که میانگین عملکرد بذری پس از برداشت علوفه چین اول در شروع دوره زایشی حدود سه برابر بذری تولیدی پس از برداشت علوفه چین اول در اواخر دوره زایشی بود (Mazaheri, Laghab et al., 2011). در مطالعه دیگر عملکرد بذری بالاتر با افزایش فاصله ردیف حاصل گردید (Stanisaljjevic et al., 2012). عملکرد بذری حاصل از چندین جزء می‌باشد که در مراحل مختلف رشد حاصل می‌شود. یغموری گزارش کرد که اثر اصلی و برهم‌کنش میزان بذری و فاصله ردیف کاشت بر عملکرد بذری معنی‌دار است (Yaghmury, 2003).

عملکرد علوفه چین اول

نتایج حاصل از تجزیه دو سال حاکی از آن بود که عملکرد علوفه چین اول تحت تاثیر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل (A×B) در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) در سال اول قرار گرفت. در سال دوم اثر تاریخ برداشت علوفه (B) بر عملکرد علوفه خشک در چین اول در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 1\%$) معنی‌دار گردید (جدول ۶). برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در سال دوم گردید. به‌طوری‌که عملکرد علوفه خشک در چین اول در این تاریخ برداشت نسبت به برداشت در مرحله ظهور غنچه گل ۲۷/۷ درصد افزایش یافت. چنین به نظر می‌رسد که رشد مجدد قسمت‌های هوایی و به موازات آن اندوخته شدن مواد غذایی در محل انباشتگی مواد در ریشه به طور کامل به ذخایر ریشه‌ای وابسته است و این نیز مستلزم برداشت علوفه در زمان مناسب (۱۰ درصد گلدهی) است. نتایج سال اول حاکی از آن بود که بیشترین

عملکرد علوفه خشک در چین اول در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و زمان برداشت در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و زمان برداشت علوفه در مرحله ۱۰ و ۵۰ درصد گلدهی حاصل گردید. اما در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر سه زمان دیگر برداشت منجر به کاهش شدید عملکرد علوفه چین اول گردید. به‌طور کلی ممکن است تراکم بیش از حد موجب افزایش رقابت میان بوته‌ها و جذب آب و املاح و تخصیص فضا و بهره‌گیری از امکانات خاک، نور، اکسیژن و سایر عوامل شده و علاوه بر مصرف بیشتر بذری موجب کاهش عملکرد نیز می‌شود. در کل افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک در چین اول گردید (جدول ۷) که ممکن است دلیل آن افزایش زیاد رقابت بین بوته‌ها در دریافت نور و تجمع هیدرات‌های کربن در طوقه برای رشد باشد (Rahmani and Esmaeili Aftabdari, 2017).

نتیجه‌گیری کلی

افزایش فاصله ردیف تا ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گردید. به‌طور کلی در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته، تعداد بذری در بوته، وزن بذری در بوته شد. در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به افزایش معنی‌دار وزن بذری در بوته گردید. در سال دوم تعداد بذری در تیمار فاصله ردیف ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در

افزایش معنی‌دار عملکرد بذر شد. در این آزمایش افزایش فاصله ردیف منجر به افزایش عملکرد بذر گردید. اجزای عملکرد بذر شامل تعداد گل آذین در واحد سطح، تعداد غلاف در گل آذین، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه می‌باشد. بنابراین تراکم کشت و تاریخ برداشت علوفه از طریق تأثیر بر اجزای عملکرد در این آزمایش منجر به تأثیر معنی‌دار بر عملکرد بذر گردید.

مرحله ظهور غنچه گل بیشترین میزان بود که نشان دهنده تثبیت بیشتر ریشه در محیط به خصوص در قسمت ریزوسفرا، جذب بیشتر مواد معدنی از خاک و تقویت گیاه و نیز ناشی از تفاوت اندک آب و هوایی در سال دوم نسبت به سال اول می‌باشد. در هر دو سال آزمایش افزایش فاصله ردیف به ۵۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل منجر به

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Some physical and chemical properties of soil

عمق خاک زراعی Depth of soil	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ds.m ⁻¹)	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر قابل جذب Absorbable Phosphorus (mg/kg ⁻¹)	پتاسیم قابل جذب Absorbable Potassium (mg/kg ⁻¹)
0-30	62.6	13.8	24	8.1	0.72	0.4	0.04	18.8	210

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تراکم کشت و تاریخ برداشت بر تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه و تعداد بذر در بوته یونجه طی دو سال آزمایش

Table 2- Variation analysis of the planting density and harvesting time on number of pods per plant, 1000 seeds weight and number of seeds per plant during two years of testing

منابع تغییرات Variation source	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square					
		وزن هزاردانه 1000 Seeds weight		تعداد بذر در بوته Number of seeds per plant		تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	
		1397-1398	1396-1397	1397-1398	1396-1397	1397-1398	1396-1397
تکرار (R) Replication	3	0.005 ^{ns}	0.13 ^{ns}	3117.92 ^{ns}	253.8 ^{ns}	125.38 ^{ns}	27.68 ^{ns}
تراکم کشت (A) Planting density	2	0.08 ^{ns}	0.08 ^{ns}	133392.13 [*]	13327.3 ^{**}	4799.1 ^{**}	3480.9 ^{**}
خطا (R*A) Error (a)	6	0.02	0.1	22504.54	19.04	139.53	21.31
تاریخ برداشت علوفه (B) Forage harvesting time	3	0.25 ^{**}	0.2 ^{ns}	25027.08 ^{ns}	17951.1 ^{**}	1833.65 ^{**}	222.08 [*]
خطا (R*B) Error (b)	9	0.01	0.05	7916.03	162.45	249.79	44.21
تراکم کشت × تاریخ برداشت علوفه A*B	6	0.01 ^{ns}	0.33 [*]	32930.16 ^{**}	13641.08 ^{**}	330.69 ^{ns}	25.12 ^{ns}
خطای آزمایش Error	18	0.01	0.12	5554.61	154.55	203.38	50.16

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

^{ns} not significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تراکم کشت بر تعداد غلاف در بوته یونجه طی دو سال آزمایش

Table 3- Mean comparison effect of planting density on number of pods per plant during two years of testing

تراکم کشت (A) Planting density	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	
	1397-1398	1396-1397
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر Row spacing 40(cm)	49.9b	50.3b
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر Row spacing 50(cm)	78.6a	74.6a
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر Row spacing 60(cm)	81.2a	76.9a

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ طبق آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تاریخ برداشت علوفه بر تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه یونجه طی دو سال آزمایش
Table 4- Mean comparison effect of forage harvesting time on number of pods per plant and 1000 seeds weight during two years of testing

تاریخ برداشت علوفه چین اول Timing of the first harvest		وزن هزاردانه 1000 Seeds weight (g)	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	
		1397-1398	1397-1398	1396-1397
ظهور غنچه گل (Ob)	Onset of budding	2.37a	81.6a	72.7a
ظهور گل (Of)	Onset of flowering	2.34a	79.6a	67.9ab
۱۰ درصد گلدهی (F10)	10%flowering	2.07b	58.9b	62.3b
۵۰ درصد گلدهی (F50)	50%flowering	2.15b	59.6b	66b

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن ندارند.
 Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تراکم کشت و تاریخ برداشت بر تعداد بذر در بوته و وزن هزاردانه یونجه طی دو سال آزمایش
Table 5- Mean comparison effect of planting density and harvesting time on number of seeds per plant and 1000 seeds weight during two years of testing

تراکم کشت Planting density	تاریخ برداشت علوفه چین اول Timing of the first harvest	وزن هزاردانه 1000 Seeds weight (g)	تعداد بذر در بوته Number of seeds per plant	
		1396-1397	1397-1398	1396-1397
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر Row spacing 40(cm)	ظهور غنچه گل (Ob)	1.89bc	264.4de	28e
	Onset of budding			
	ظهور گل (Of)	1.84bc	288.9cde	29.1e
	Onset of flowering			
	۱۰ درصد گلدهی (F10)	2.03abc	385.4bcd	38.5e
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر Row spacing 50(cm)	۱۰ درصد گلدهی (F10)			
	۵۰ درصد گلدهی (F50)	1.88bc	278.3de	75.8d
	50%flowering			
	ظهور غنچه گل (Ob)	1.99abc	527.4a	201.5a
	Onset of budding			
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر Row spacing 60(cm)	ظهور گل (Of)	1.96abc	453.6ab	92d
	Onset of flowering			
	۱۰ درصد گلدهی (F10)	2.09ab	312.9cde	40.2e
	۵۰ درصد گلدهی (F50)	2.14ab	250.6e	44.9e
	50%flowering			
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر Row spacing 60(cm)	ظهور غنچه گل (Ob)	2.54a	542.9a	128c
	Onset of budding			
	ظهور گل (Of)	2.11ab	499.3ab	173.7b
	Onset of flowering			
	۱۰ درصد گلدهی (F10)	1.95bc	401.5bc	37.7e
۵۰ درصد گلدهی (F50)	۵۰ درصد گلدهی (F50)	1.46c	502.4ab	24.8e
	50%flowering			

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون دانکن ندارند.
 Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

جدول ۶- تجزیه واریانس اثر تراکم کشت و تاریخ برداشت بر وزن بذر در بوته و عملکرد بذر یونجه طی دو سال آزمایش
Table 6- Variation analysis of the planting density and harvesting time on seed weight per plant and alfalfa seed yield during two years of testing

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد علوفه خشک چین اول Dry forage yield of frist harvest		عملکرد بذر Seed yield		وزن بذر در بوته Seed weight per plant	
		1397-1398	1396-1397	-1398 1397	1396-1397	1397-1398	1396-1397
تکرار (R) Replication	3	0.001 ^{ns}	0.009 ^{ns}	67.2 ^{ns}	6.46 ^{ns}	0.0178 ^{ns}	0.0013 ^{**}
تراکم کشت (A) Planting density	2	0.04 ^{ns}	0.23 ^{**}	2601.58 ^{ns}	506.24 ^{**}	0.653 [*]	0.0649 ^{**}
خطا (R*A) a Error (a)	6	0.005	0.03	698.13	2.24	0.0921	0.0001
تاریخ برداشت علوفه (B) Forage harvesting time	3	0.08 ^{**}	0.47 ^{**}	1062.14 ^{ns}	725.71 ^{**}	0.0984 ^{ns}	0.0807 ^{**}
خطا (R*B) b Error (b)	9	0.02	0.13	301.03	6.97	0.031	0.0004
تراکم کشت × تاریخ برداشت علوفه A*B	6	0.02 ^{ns}	0.11 ^{**}	1682.49 ^{**}	495.07 ^{**}	0.1389 ^{**}	0.0503 ^{**}
خطای آزمایش Error	18	0.005	0.03	244.53	4.47	0.0234	0.0003

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

^{ns} not significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تراکم کشت و تاریخ برداشت بر وزن بذر در بوته و عملکرد بذر یونجه طی دو سال آزمایش
Table 7- Mean comparison effect of planting density and harvesting time on seed weight per plant and alfalfa seed yield during two years of testing

تیمار Treatment		عملکرد علوفه خشک چین اول Dry forage yield of frist harvest (kg.m ⁻¹)	عملکرد بذر Seed yield (g.m ⁻²)		وزن بذر در بوته Seed weight per plant	
			-1398 1397	-1397 1396	-1398 1397	-1397 1396
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر Row spacing 40(cm)	ظهور غنچه گل (Ob) Onset of budding	0.65d	5.77fg	61.57e	0.05gh	0.54e
	ظهور گل (Of) Onset of flowering	0.74d	5.81fg	68.19cde	0.05gh	0.6e
	۱۰ درصد گلدهی (F10) 10%flowering	1.22bc	8.36ef	91.08bc	0.07fgh	0.79cde
	۵۰ درصد گلدهی (F50) 50%flowering	0.99cd	15.05d	67.99cde	0.13e	0.6e
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر Row spacing 50(cm)	ظهور غنچه گل (Ob) Onset of budding	0.63d	43.3a	130.5a	0.38a	1.15a
	ظهور گل (Of) Onset of flowering	0.88cd	19.37c	110ab	0.17d	0.96abc
	۱۰ درصد گلدهی (F10) 10%flowering	1.54ab	7.23ef	80.11cde	0.08fg	0.7de
	۵۰ درصد گلدهی (F50) 50%flowering	1.73a	10.08e	66.84cde	0.09f	0.59e
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر Row spacing 60(cm)	ظهور غنچه گل (Ob) Onset of budding	0.56d	23.37b	89.5bcd	0.31c	1.18a
	ظهور گل (Of) Onset of flowering	0.59d	26.37b	80.12cde	0.35b	1.05ab
	۱۰ درصد گلدهی (F10) 10%flowering	0.77d	5.36fg	64.4de	0.07fgh	0.85bcd
	۵۰ درصد گلدهی (F50) 50%flowering	1.86a	3.47g	81.51cde	0.05h	1.07ab

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.
 Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on Duncan test.

References

منابع مورد استفاده

- Abadou, G., H.G. Abdollah., A.R. Abdol, and A. Behradfar. 2010. Effect of row spacing and seeding rate on yield component and seed yield of alfalfa. *Notulae Scientia Biologicae*. 2(1): 74-80. (In Persian).
- Abdoli, P., S.A. Siadat, G. Fathi, and E. Farshadfar. 2004. Effect of planting date on yield criteria of some canola genotypes in Kermanshah. *The Scientific Journal of Agriculture Iranian*. 27(1): 105-117. (In Persian).
- Hall, M.H., C.J. Nelson, J.H. Coutts, and R.C. Stout. 2004. Effect of seeding rate on alfalfa stand longevity. *Agronomy Journal*. 96(3): 717-722.
- Jafari, R., and K. Marashi. 2020. Effect of plant density and planting pattern on growth and yield characteristics of mungbean (*Vigna radiate* L.) under Baghmalek weather condition. *Iranian Journal of Pulses Research*. 11(2): 12-21.
- Kamkar, B., A.R. Daneshmand, F. Ghooshchi, A.H. Shiranirad, and A.R. Safahani Langeroudi. 2011. The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. *Agricultural Water Management*. 98(6): 1005-1012.
- Kazemi, M., M. Talebifar, A.R. Ghaemmaghani, and H. Kazemi. 2011. Effect of seed rate and row spacing on seed yield and yield components of alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Baghdadi. *Iranian Society of Crops and Plant Breeding Sciences*. 13(3): 511-520 (In Persian).
- Mazaheri Laghab, H. 2008. Introduction to forages crops. Bu-Ali Sina University Press, Hamedan. 290Pp. (In Persian).
- Mazaheri Laghab, H., M.R. Abdollahi, S. Moosavi, and R. Yazdi. 2011. Effect of row spacing and stage of the first cutting of forage on seed production in alfalfa (*Medicago Sativa* L.). *Seed and Plant Production Journal*. 27(1): 91-110 (In Persian).
- Mazaheri Laghab, H., K. Barati, A.M. Rezaei, and GH. Asadian. 2003. Study of the effects of forage harvest stages from rye and triticale cultivars on seed yield and its components in dual purpose cultivation. *Pazhohesh-va-Sazandgi*. 16: 76-83 (In Persian).
- Moreira, A., and N. Fageria. 2010. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of Alfalfa grown in acid soil. *Revista Brasileira de Ciencia Do Solo*. 34: 1231-1239.
- Nabila Zaki, M., M.S. Hassanein Karima, and M. Gamal EL-Din. 2007. Growth and yield of wheat cultivars irrigated with saline water in newly cultivated land as affected by bio fertilization. *Journal of Applied Sciences Research*. 3(10): 1121-1126.
- Ozlem, A., and H. Geren. 2007. Evaluation of heritability and correlation for seed yield components in faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Agronomy*. 6(3): 484-487.
- Peltonen-Sainio, P., and L. Jauhiainen. 2008. Association of growth dynamics, yield components and seed quality in long-term trials covering rapeseed cultivation history at high latitudes. *Field Crops Research*. 108(1): 101-108.
- Rahmani, M., and M. Esmaeili Aftabdari. 2017. Determination of the most suitable planting pattern for a dual-purpose cropping of seed and forage alfalfa stand based

- on economic values in Zanjan. *Journal of Crops Improvement*. 19(2): 493-503 (In Persian).
- Rathke, G.W., T. Behrens, and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 117(2-3): 80-108.
 - Sanderson, M.A. and G.F. Elwinger. 2002. Plant density and environment effects on Orchardgrass-White clover mixtures. *Crop Science*. 42: 2055-2063.
 - Sengul, S. 2006. Using path analysis to determine lucerne (*Medicago sativa* L.) seed yield and its components. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 49(1): 107-115.
 - Stanisavljevic, R., J. Milekovic., D. Dokic., D. Terzic., J. Markovich., D. Bekovic, and L. Dukanovic. 2012. Effect of crop density on yield and quality of alfalfa forage from combined use (forage-seed). *Biotechnology in Animal Husbandry*. 27(4): 1571-1578.
 - Tesfamariam, E.H., J.G. Annandale, and J.M. Steyn. 2010. Water stress effects on winter canola growth and yield. *Agronomy Journal*. 102(2): 658-666.
 - Yaghmury, N. 2003. Effect of row spacing and seeding rate on seed yield of alfalfa in Sanandaj. *Proceeding of 8th Congress of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Iran*. pp. 413.
 - Yazdani, A., R. Naderi., A.A. Fazeli, and M.J. Bahrani. 2015. Effect of Planting Methods and Seeding Rates on Yield of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) CV. Hamedani in Bajgah, Fars Province. *Journal of Crop Production and Processing Isfahan University of Technology*. 5(15): 167-176. (In Persian).
 - Zhang, W., F. Xia., Y. Li., M. Wang, and P. Mao. 2017. Influence of year and row spacing on yield component and seed yield in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Legume Research*. 40(2): 325-330.

Research Article

DOI:

The Effect of Planting Density and Harvest Time on Yield of Hamedani Alfalfa Ecotype (*Medicago sativa* L.) in Hamedan Region

Saiedeh Salavati¹, Hojatolah Mazaheri Laghab^{2*} and Mehdi Kakaei³

Received: September 2022, Revised: 29 April 2022, Accepted: 6 May 2023

Abstract

To improve the yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.), application of appropriate harvesting time and use of desirable planting density are useful. In order to evaluate these two factors on alfalfa yield, an experiment was performed as a strip split-plot design based on randomized complete block design (RCBD) with four replicates. The factor planting density at three row spacing levels (40, 50, and 60 cm) in the vertical plots and the factor forage harvesting time at four phonological stages were studied in the horizontal plots. The results of the mean comparison showed that in both experimental years, increasing the row spacing to 50 and 60 cm and harvesting the forage at bud initiation and flower emergence stage resulted in a significant increase in number of pods per plant and seed weight per plant. In the first year, increasing the row spacing to 60 cm and harvesting time at the stage of flower bud emergence led to a significant increase in the 1000-seed weight. Overall, in both experimental years, increasing the row spacing to 50 cm and forage harvesting at the bud emergence and flower emergence stages resulted in a significant increase in seed yield. Therefore, low planting density and forage harvesting in the early flowering period in the first harvest is recommended to increase alfalfa seed yield in subsequent harvests.

Key words: Seed harvest, Row space, 1000-seed weight, Alfalfa

¹ Assistant Professor Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

² Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

³ Associate professor, Department of Agriculture (Genetic and Plant Breeding), Payame Noor University, Tehran, Iran..

*Corresponding Authors: hojat.mazahery@yahoo.co.uk