نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۳/ صفحات ۲۵۷-۲۴۷

Changes in Dry Forage Yield in Hamedani Alfalfa (*Medicago sativa*) in Relation to Different Planting Density and Harvest Time

Mehdi Kakaei[1], Hojatolah Mazahery Laghab[2*], Saiedeh Salavati[3]

Received: 25 March 2023 Accepted: 23 July 2023
1-Assoc. Prof., Dept. of Agriculture (Genetic and Plant Breeding), Payame Noor University, Tehran, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3-Assist. Prof., Dept. of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
*Corresponding Author Email: hojat.mazahery@yahoo.co.uk

Abstract

Background and Objective: In order to evaluate the effect of planting density and harvest stage on dry forage production in alfalfa, an experiment was performed during cropping years 2017-2018 and 2018-2019 in Bu Ali Sina University of Hamadan.

Materials & Methods: The experiment was performed as strip split plots design with randomized complete block design (RCBD) in four replicates. We studied planting density at three levels and forage harvesting time at four phenological stages.

Results: The results of the mean comparison showed that forage harvest at 10% flowering stage led to a significant increase in dry forage yield in the first and second croppings and annual forage yield in the two years of the experiment. The results of mean comparison of interactions between planting density and forage harvest date in the first year of the experiment showed that increasing row spacing to 50 and 60 cm and forage harvest at 10% and 50% flowering stage led to a significant increase in dry forage yield in the second cropping and annual forage yield. In this study, in both years of the experiment, the delay in the forage harvest time led to a significant increase in the plant height.

Conclusion: Harvesting at early flowering stage leads to a significant increase in the canopy height compared to harvesting at early budding stage. Reducing crop density through increasing row spacing to 50 and 60 cm and harvesting forage at 50% flowering stage led to a significant increase in dry forage yield of first harvest. Therefore, lower density planting and delay in forage harvest time up to 50% flowering is suggested aimed to increase the annual dry forage yield.

Keyword: Harvest, Processing Stage, Seed Weight, Row Spacing, Two Years Yield

DOI: 10.22034/SAPS.2023.55948.3017

تغییرات عملکرد علوفه خشک در یونجه همدانی (*Medicago sativa*) در ارتباط با سطوح مختلف تراکم کاشت و زمان برداشت

مهدی کاکایی [۱]، حجت‌اله مظاهری‌لقب*[۲]، سعیده صلواتی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۵

۱- دانشیار، گروه مهندسی کشاورزی (اصلاح نباتات و ژنتیک)، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی- دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران.
۳- استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
*مسئول مکاتبه: Email: hojat.mazahery@yahoo.co.uk

چکیده

مقدمه و اهداف: به منظور ارزیابی اثر تراکم کشت و مرحله برداشت بر تولید علوفه خشک در یونجه، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در دانشگاه بوعلی سینا همدان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده نواری با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عامل تراکم کاشت در سه سطح و عامل زمان برداشت علوفه در چهار مرحله فنولوژیکی مطالعه شدند.

یافته‌ها: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک در چین اول و چین دوم و عملکرد علوفه سالیانه در مجوع دو سال گردید. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کشت و تاریخ برداشت علوفه در سال اول نشان داد که افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک در چین دوم و عملکرد علوفه سالیانه گردید. در این مطالعه در هر دو سال آزمایش تأخیر در زمان برداشت علوفه منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید.

نتیجه‌گیری: برداشت در اوایل دوره گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع کانوپی نسبت به برداشت در مرحله اوایل غنچه‌دهی می‌گردد. کاهش تراکم کشت از طریق افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و نیز برداشت علوفه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک در چین اول گردید. بنابراین کشت با تراکم کمتر و تأخیر در زمان برداشت علوفه تا ۵۰ درصد گلدهی، با هدف افزایش عملکرد علوفه خشک سالیانه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: چین، عملکرد دو ساله، فاصله ردیف، مرحله رسیدگی، وزن بذر

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa* L.) از مهمترین گیاهان علوفه‌ای جهان در کشورهای ایران، آمریکا، کانادا، استرالیا و سایر کشورها به‌شمار می‌رود و به‌دلیل قابلیت سازگاری به‌صورت زراعی، منبع تثبیت زیستی نیتروژن هوا، دارا بودن شهد مناسب برای پرورش زنبورعسل،

سرشار بودن از انواع ویتامین‌های A، C، K و E، مناسب بودن برای جلوگیری از فرسایش خاک و سازگاری به شرایط نامساعد محیطی ارزش اقتصادی بالایی دارند (اریک و همکاران ۲۰۱۰، یوسفی و همکاران ۲۰۱۰). تعداد زیادی از فاکتورهای محیطی، ژنوتیپ و تکنیک‌های به‌زراعی بر عملکرد و کیفیت علوفه یونجه اثر می‌گذارد. یکی از این تکنیک‌های به‌زراعی تراکم کشت بهینه است (هال و همکاران ۲۰۰۴). تراکم متعادل و مناسب بذر برای تولید تعداد مطلوب بوته در هکتار و تولید حداکثر علوفه با در نظر گرفتن رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای اهمیت بالایی دارد (کفارت و همکاران ۱۹۹۲). تولید بذر یونجه نیازمند به تراکم کمتر در سال استقرار و مقدار بذر کمتر برای کشت است (ژنگ و همکاران ۲۰۱۷) اگرچه استفاده از مقدار بذر کمتر در حین کشت، منجر به کاهش عملکرد علوفه یونجه می‌گردد. بنابراین به نظر می‌رسد پیدا کردن تراکم کشت بهینه به منظور رسیدن به بهترین تعامل بین عملکرد بذر در چین دوم و عملکرد علوفه در چین اول و سوم دارای اهمیت بسیار است (استانیساولجویچ و همکاران ۲۰۱۱). از طرفی تولید ماده خشک تحت شرایط محیطی به بسیاری از ویژگی‌های فنولوژیک، مورفولوژیک و فیزیولوژیک بستگی دارد (یزدانی و همکاران ۲۰۱۵). در مطالعه کارگر و همکاران (۲۰۲۱) نیز مرحله نموی در زمان برداشت یکی از مهم‌ترین عوامل در عملکرد و کیفیت علوفه در گلرنگ ذکر شده است. در مزارعی که بوته‌ها به منظور دست‌یابی به علوفه با کیفیت استقرار یافته‌اند، برداشت باید در اواسط تا اواخر مرحله شکوفه‌دهی یا اوایل گلدهی صورت گیرد. برداشت در این شرایط موجب به‌وجود آوردن شرایط بهینه از کیفیت و دوام رشد ساقه‌ها می‌گردد (پرابست ۲۰۰۸) همان‌طور که در مطالعه‌ای اثر تأخیر در برداشت تا مرحله گلدهی مطالعه شد و نتایج نشان داد که میانگین سه ساله ارتفاع کانوپی در تیمار برداشت در اوایل گلدهی، بالاتر از برداشت در مرحله اوایل غنچه‌دهی در یونجه بود (ریمی و همکاران ۲۰۱۰). نتایج مطالعه مظاهری‌لقب و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که میانگین عملکرد بذر پس از برداشت علوفه چین اول در شروع دوره زایشی حدود سه برابر بذر تولیدی پس از برداشت علوفه چین اول در اواخر دوره زایشی بود. در این آزمایش افزایش فاصله ردیف منجر به افزایش عملکرد بذر گردید و وزن خشک علوفه با افزایش فاصله ردیف و برداشت علوفه چین اول در شروع دوره زایشی بیشتر از اواخر دوره رویشی بود. میزان ماده خشک در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر ۴۴ درصد افزایش یافت (استانیساولجویچ و همکاران ۲۰۱۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه تراکم کاشت و زمان برداشت بر عملکرد گیاهان علوفه‌ای محدود است. با توجه به موارد فوق هدف از 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 علوفه و بذر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر تراکم کشت و زمان برداشت علوفه چین اول بر تولید علوفه گیاه یونجه، آزمایشی طی دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در دانشگاه بوعلی سینای همدان با ویژگی طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. آزمایش 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 (۱- ظهور غنچه گل (Onset of budding)، ۲- ظهور گل (Onset of flowering)، ۳- ۱۰ درصد گلدهی (10% flowering)، ۴- ۵۰ درصد گلدهی (50% flowering)) در کرت‌های افقی مطالعه شدند.

قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت که مشخصات کامل آن در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات تهیه زمین در بهار انجام

گرفت. پس از تسطیح زمین، در اواسط تابستان به‌وسیله پنجه غازی و دیسک با علف‌های هرز مبارزه شد و سپس اقدام به کرت‌بندی زمین به ابعاد ۴×۴ متر گردید. 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. مجدداً قبل از کاشت، از علف‌کش ۲، ۴ – دی جهت از بین بردن علف‌های هرز پهن برگ استفاده و بعد از آزمون قوه نامیه بذر در آزمایشگاه، کشت در هفته آخر شهریور ماه انجام شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و نوارهای تیپ، یک‌بار در روز اول کشت و سپس هر ۱۰–۸ روز یک‌بار صورت گرفت. در این آزمایش صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن بذر در بوته، عملکرد علوفه چین اول، عملکرد علوفه چین دوم و عملکرد علوفه سالیانه مورد سنجش قرار گرفتند. البته در همدان معمولا ۴ چین یونجه قابل برداشت است. چین اول اغلب مصادف با حمله آفت سرخرطومی یونجه است و نمی‌توان چین کاملی از آن یاد کرد و نیز چین چهارم در اکثر سال‌ها با سرمای زود رس پاییزه مواجه می‌شود لذا به‌طور طبیعی، از آن به عنوان چین کامل در همه ی سال ها نمی‌توان یاد کرد. بنابراین دو چین وسط یعنی چین دوم و سوم که چین های کاملی هستند برای اندازه گیری‌ها استفاده شده است.

برداشت علوفه با توجه به تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش صورت پذیرفت. از ابتدا و انتهای هر خط کشت، یک متر به عنوان حاشیه حذف شد. بنابراین برای هر کرت در تراکم‌ها و زمان‌های مختلف برداشت علوفه حدود ۲/۶ متر مربع بود. علوفه تر برداشتی هر کرت پس از توزین، در هوای آزاد خشک شد. مقدار علوفه خشک به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ توزین و ثبت گردید. برداشت بذر وقتی که سه چهارم غلاف‌های بذری به رنگ قهوه‌ای سوخته در آمدند، همزمان با برداشت علوفه در چین دوم انجام شد. در هر دو سال، بعد از خشک شدن نمونه‌های برداشت شده، بذرها از علوفه جدا شده و وزن بذر و علوفه جداگانه محاسبه شد (مظاهری-لقب و همکاران ۲۰۱۱). برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، قبل از برداشت علوفه در زمان‌های مختلف برداشت علوفه در چین اول، با حذف اثر حاشیه‌ای، ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید و میانگین داده‌های ارتفاع گیاه بر حسب سانتی‌متر یادداشت و ثبت شد. داده‌های حاصل از آزمایش، از طریق برنامه 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 نرم افزار Excel (2010) انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق خاک زراعی	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	ماده آلی (%)	نیتروژن N (%)	فسفر قابل جذب ($mg.Kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg.Kg^{-1}$)
۰-۳۰	٦٢/٦	١٣/٨	٢٤	٨/١	٠/٧٢	٠/٤	٠/٠٤	١٨/٨	٢١٠

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲)، مشاهده شد که اثر تراکم کشت روی ارتفاع بوته تفاوت معنی داری ایجاد نکرده است همچنین متغیر زمان برداشت علوفه، صفت ارتفاع بوته را در هر دو سال در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) معنی دار نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد در هر دو سال آزمایش، تأخیر در تاریخ برداشت علوفه منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید (جدول ۳) که به نظر می‌رسد این تأخیر، به گیاه اجازه می‌دهد تا از منابع طبیعی بیشتر و بهتر استفاده نماید و فرصت رشد رویشی بیشتری داشته باشد. در حقیقت فرصت فتوسنتز بیشتری برای آن فراهم می‌شود. در هر دو سال ارتفاع بوته در زمان برداشت

علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی بیشترین میزان بود. در مرحله ظهور غنچه گل، ارتفاع بوته در سال اول ۳۸/۰۵ و در سال دوم ۴۱/۷۲ سانتی‌متر بود اما در زمان ۵۰ درصد گلدهی نسبت به مرحله ظهور غنچه گل در سال اول و دوم به ترتیب ۸۱/۱ و ۷۸/۷ درصد افزایش یافت (جدول ۳). ریمی و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که برداشت در اوایل دوره گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع کانوپی نسبت به برداشت در مرحله اوایل غنچه-دهی می‌گردد ولی فاصله ردیف تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت. در نتایج پژوهش مظاهری‌لقب و همکاران (۲۰۱۱) در یونجه نیز گزارش شده است که فاصله ردیف تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشته است، در حالی که سلیمانی و همکاران (۲۰۱۷) و فتوحی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند افزایش تراکم بوته در سطح مترمربع برابر با افزایش رقابت بین بوته‌ها جهت کسب نور و مواد غذایی بیشتر بوده، به‌طوری‌که کسب نور بیشتر توسط هر بوته، منجر به افزایش ارتفاع آن می‌گردد. بر اساس نتایج این مطالعه که فاصله‌ی ردیف در تغییرات ارتفاع یونجه بی اثر می‌باشد، می‌توان استنباط کرد که برای افزایش عملکرد سبز یونجه، بایستی از حداقل فاصله ردیف کاشت بهره برد.

وزن بذر در بوته

همانطور که بیان شد در این آزمایش در هر دو سال آزمایش اثر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل (A×B) در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) بر وزن بذر معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که 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 وزن بذر در بوته گردید. بیشترین وزن بذر در بوته در سال اول در تراکم با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل حاصل گردید. در سال دوم وزن بذر در تیمار فاصله ردیف ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل بیشترین میزان بود (جدول ۴). می‌توان چنین گفت که در چین دوم، گیاه با طولانی شدن زمان برداشت علوفه تا به بذر نشستن در چین اول ، با افزایش علوفه در جهت جبران آن، پتانسیل جبرانی خود را نشان می‌دهد و از این طریق مواد پرورده بیشتری را در یک دوره طولانی‌تر در اختیار بذرها قرار می‌دهد. در تحقیقات

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تراکم کشت و زمان برداشت بر ارتفاع بوته و وزن بذر یونجه طی دو سال آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته		وزن بذر در بوته	
		۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸
تکرار	۳	۳۷/۳ ns	۸/۷۵ ns	۰/۰۰۱۳ **	۰/۰۱ ns
تراکم کشت	۲	۵۴/۹ ns	۱۸۹ ns	۰/۰۶ **	۰/۶۵ *
خطا	۶	۱۱۷	۴۹/۷۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹
زمان برداشت علوفه	۳	۲۶۳۱ **	۲۹۲۹ **	۰/۰۸ **	۰/۰۹ ns
خطا	۹	۶۹/۶	۶۰/۸۷	۰/۰۰۰۴	۰/۰۳
تراکم کشت × زمان برداشت علوفه	۶	۲۳/۱۵ ns	۳۷/۷۱ ns	۰/۰۵ **	۰/۱۳ **
خطای آزمایش	۱۸	۵۷/۳	۳۶/۹۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات(٪)		۱۴/۱	۱۰/۵	۱۲/۲	۱۸/۲

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

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۳/ صفحات ۲۵۷-۲۴۷

پژوهشی دیگر هم این موضوع بررسی شده است که چنین به نظر می‌رسد، زمانی‌که برداشت علوفه در مرحله ظهور غنچه گل و مرحله ظهور گل انجام بگیرد، مدت زمان برداشت علوفه در چین دوم تا رسیدن بذر طولانی-تر 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 موثر بوده و لذا عملکرد بذر افزایش می‌یابد (مظاهری‌لقب و همکاران ۲۰۱۱). افزایش تولید بذر یونجه با افزایش فاصله ردیف با نتایج تحقیقات روی یونجه مطابقت دارد (رحمانی و اسماعیلی آفتابدری ۲۰۱۷، ژنگ و همکاران ۲۰۱۷).

این موضوع را می‌توان به افزایش تعداد ساقه و گل آذین در متر مربع و همچنین وزن هزار دانه بیشتر نسبت داد. افزایش عملکرد بذر و اجزای آن متاثر از عواملی مثل شرایط محیطی، خصوصیات ژنتیکی و تکنیک‌های زراعی است که در نهایت این عوامل روی فیزیولوژی تولید مثل گیاه موثر واقع می‌شوند (سنگول ۲۰۰۶).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت علوفه بر تولید علوفه یونجه طی دو سال آزمایش

	ارتفاع بوته (cm)		عملکرد علوفه خشک چین اول ($kg.m^{-2}$)	عملکرد علوفه خشک چین دوم ($kg.m^{-2}$)	عملکرد علوفه خشک چین سالیانه ($kg.m^{-2}$)
زمان برداشت علوفه چین اول	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸	۱۳۹۷-۱۳۹۸	۱۳۹۷-۱۳۹۸	۱۳۹۷-۱۳۹۸
ظهور غنچه گل	۳۸/۰۵b	۴۱/۷۲b	۰/۱۸cb	۳/۲۳b	۳/۴b
ظهور گل	۴۴/۰۳b	۴۸/۲۴b	۰/۱۵c	۳/۸۷b	۴/۰۲b
۱۰ درصد گلدهی	۶۳/۱۸a	۶۷/۹a	۰/۲۳a	۵/۰۷a	۵/۳۱a
۵۰ درصد گلدهی	۶۸/۸۶a	۷۴/۵۵a	۰/۲b	۴/۷a	۴/۹a

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت و تاریخ برداشت بر تولید علوفه و بذر یونجه طی دو سال آزمایش

		وزن بذر در بوته (g)	
تراکم کشت	تاریخ برداشت علوفه چین اول	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۰۵gh	۰/۵٤e
	ظهور گل	۰/۰۵gh	۰/٦e
	۱۰ درصد گلدهی	۰/۰۷fgh	۰/۷۹cde
	۵۰ درصد گلدهی	۰/۱۳e	۰/٦e
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۳۸a	۱/۱۵a

DOI: 10.22034/SAPS.2023.55948.3017

	ظهور گل	۰/۱۷d	۰/۹۶abc
	۱۰ درصد گلدهی	۰/۰۸fg	۰/۷de
	۵۰ درصد گلدهی	۰/۰۹f	۰/۵۹e
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۳۱c	۱/۱۸a
	ظهور گل	۰/۳۵b	۱/۰۵ab
	۱۰ درصد گلدهی	۰/۰۷fgh	۰/۸۵bcd
	۵۰ درصد گلدهی	۰/۰۵h	۱/۰۷ab

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

عملکرد علوفه چین اول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها طی دو سال آزمایش حاکی از آن بود که در هر دو سال، عملکرد علوفه چین اول تحت تأثیر تاریخ برداشت علوفه (B) و تراکم کشت (A) و در سال اول تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ برداشت علوفه و تراکم کشت (A×B) در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) قرار گرفت (جدول ۵). 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 (جدول ۳). 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. مظاهری و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که عملکرد علوفه خشک چین اول در تیمار برداشت در اوایل دوره زایشی، افزایش یافته 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.

به طور کلی ممکن است تراکم بیش از حد موجب افزایش رقابت میان بوته‌ها و جذب آب و املاح و تخصیص فضا و بهره گیری از امکانات خاک، نور، اکسیژن و سایر عوامل شده و علاوه بر مصرف بیشتر بذر موجب کاهش عملکرد نیز گردد (کریمی ۲۰۰۷). 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 ۶) که ممکن است دلیل آن افزایش زیاد رقابت بین بوته‌ها در دریافت نور و تجمع هیدرات‌های کربن در طوقه برای رشد باشد (رحمانی و اسماعیلی آفتابدری ۲۰۱۷، مظاهری لقب و همکاران ۲۰۱۱).

عملکرد علوفه چین دوم

در این آزمایش عملکرد علوفه چین دوم در سال اول تحت تاثیر اثر متقابل تراکم کشت و تاریخ برداشت علوفه چین اول در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq5\%$) قرار گرفت. در سال دوم اثر تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) بر عملکرد علوفه خشک در چین دوم در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) معنی‌دار گردید (جدول ۵). برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در سال دوم گردید. به‌طوری‌که عملکرد علوفه خشک در چین دوم در تاریخ برداشت ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی نسبت به برداشت در مرحله ظهور غنچه گل به ترتیب ۵۷/۵ و ۴۶ درصد افزایش یافت (جدول ۳). نتایج سال اول حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد علوفه خشک در چین دوم در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و زمان برداشت در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (۲/۹۵ کیلوگرم در متر مربع) و کمترین در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در زمان ظهور غنچه گل حاصل گردید. در کل افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک در چین دوم گردید (جدول ۶). در سال دوم بین فاصله ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر از نظر

این صفت اختلاف معنی‌داری نبود. اما افزایش فاصله ردیف به ۶۰ سانتی‌متر منجر به کاهش معنی‌دار این صفت گردید. به‌طوری‌که عملکرد علوفه خشک در چین دوم در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر ۳۷/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۷) که می‌توان علت این مسئله را به بیشتر بودن میزان بارندگی و تفاوت در پراکنش آن در سال دوم در مقایسه با سال اول آزمایش مربوط دانست. استانیساولجویچ و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش نمودند که میزان بذر ۱۵ کیلوگرم در هکتار با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر عملکرد علوفه خشک بیشتری نسبت به میزان بذر ۹ کیلوگرم در هکتار با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر داشت که با نتایج این تحقیق سازگاری دارد. نتایج مطالعات سالاما (۲۰۱۹) نیز نشان داد که تراکم کشت متوسط، سبب دستیابی به تعادل مطلوب بین بوته‌ها شده و افزایش بهره‌وری و ارزش غذایی ذرت را در پی دارد.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تراکم کشت و زمان برداشت بر تولید علوفه یونجه طی دو سال آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد علوفه خشک چین اول		عملکرد علوفه خشک چین دوم		عملکرد علوفه خشک چین سالیانه	
		۱۳۹۷-۱۳۹۶	۱۳۹۸-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۶	۱۳۹۸-۱۳۹۷	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۳۹۷-۱۳۹۸
تکرار	۳	۰/۰۰۹ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۴۴ ns	۱/۰۵ ns	۰/۳۲ ns	۰/۵۱ ns
تراکم کشت	۲	۰/۲۳ **	۰/۰۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۱۲ **	۰/۵۶ *	۰/۹۰ **
خطا	۶	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۵۲	۱/۲۴	۰/۸۵	۱/۳۶
تاریخ برداشت علوفه	۳	۰/۴۷ **	۰/۰۸ **	۰/۸۱ ns	۱/۹۴ **	۰/۱۸ **	۰/۲۹ **
خطا	۹	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۶۰	۱/۴۴	۰/۹۰	۱/۴۴
تراکم کشت × تاریخ برداشت علوفه	۶	۰/۱۱ **	۰/۰۲ ns	۰/۲۳ *	۰/۵۵ ns	۰/۲۸ **	۰/۴۵ ns
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۴۶
ضریب تغییرات(٪)		۱۳/۲	۱۲/۴	۱۶/۵	۱۵/۴	۱۴/۸	۱۲/۶

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

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تراکم کشت و زمان برداشت بر تولید علوفه یونجه در سال اول آزمایش (۱۳۹۷-۱۳۹۶)

تراکم کشت	تاریخ برداشت علوفه چین اول	عملکرد علوفه خشک چین اول ($kg.m^{-2}$) ۱۳۹۶-۱۳۹۷	عملکرد علوفه خشک چین دوم ($kg.m^{-2}$) ۱۳۹۶-۱۳۹۷	عملکرد علوفه خشک سالیانه ($kg.m^{-2}$) ۱۳۹۶-۱۳۹۷
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۶۵d	۱/۴۷d	۲/۱۲e
	ظهور گل	۰/۷۴d	۱/۹۳cd	۲/۶۷cde
	۱۰ درصد گلدهی	۱/۲۲bc	۱/۸۹cd	۳/۱۱c
	۵۰ درصد گلدهی	۰/۹۹cd	۱/۷۹cd	۲/۷۸cde
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۶۳d	۱/۶۸d	۲/۳۱de
	ظهور گل	۰/۸۸cd	۱/۸۵cd	۲/۷۳cde
	۱۰ درصد گلدهی	۱/۵۴ab	۲/۴۷ab	۴b
	۵۰ درصد گلدهی	۱/۷۳a	۲/۳۳bc	۴/۰۶b
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر	ظهور غنچه گل	۰/۵۶d	۱/۶۱d	۲/۱۷e

ظهور گل	۰/۵۹d	۲/۲۶bc	۲/۸۵cd
۱۰ درصد گلدهی	۰/۷۷d	۲/۴۹ab	۳/۲۵c
۵۰ درصد گلدهی	۱/۸۶a	۱/۹۵a	۴/۸۱a

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

عملکرد علوفه سالانه

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، در سال اول اثر تاریخ برداشت علوفه (B) و اثر متقابل تراکم کشت و تاریخ برداشت علوفه چین اول در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) و اثر تراکم کشت (A) در سطح احتمال پنج درصد ($p\leq5\%$) بر عملکرد علوفه سالیانه معنی‌دار گردید. در سال دوم اثر اصلی تراکم کشت (A) و تاریخ برداشت علوفه (B) بر عملکرد علوفه سالیانه در سطح احتمال یک درصد ($p\leq1\%$) معنی‌دار گردید (جدول ۵). برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار این صفت در سال دوم گردید. به‌طوری‌که عملکرد علوفه سالیانه در تاریخ برداشت ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی نسبت به برداشت در مرحله ظهور غنچه گل به ترتیب ۵۶/۱ و ۴۴/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در سال اول بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیانه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و زمان برداشت در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و کمترین در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در زمان ظهور غنچه گل حاصل گردید. در کل افزایش فاصله ردیف به ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و برداشت علوفه در مرحله ۱۰ درصد و ۵۰ درصد گلدهی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد علوفه خشک سالیانه شد (جدول ۶). در سال دوم بین فاصله ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری نبود. اما افزایش فاصله ردیف به ۶۰ سانتی‌متر منجر به کاهش معنی‌دار این صفت گردید. به‌طوری‌که عملکرد علوفه سالیانه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر ۳۶/۲ درصد کاهش یافت (جدول ۷) که با توجه به تفاوت در میزان و پراکنش بارندگی در دو سال آزمایش، این نتیجه قابل انتظار بود. بیش از ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد را می‌توان با تغییرات بارش توجیه نمود(سالک زمانی و فخر واعظی، ۲۰۱۱). آوسی و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که میزان علوفه کل با افزایش فاصله ردیف در سال دوم، کاهش یافت.

۷- مقایسه میانگین اثر تراکم کشت بر تولید علوفه یونجه در سال دوم آزمایش (۱۳۹۸-۱۳۹۷)

تراکم کشت	عملکرد علوفه خشک چین دوم ($kg.m^{-2}$) ۱۳۹۸-۱۳۹۷	عملکرد علوفه خشک چین سالیانه ($kg.m^{-2}$) ۱۳۹۸-۱۳۹۷
فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر	۴/۶۷a	۴/۸۶a
فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر	۵/۰۵a	۵/۲۵a
فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر	۲/۹۲b	۳/۱۱b

میانگین‌هایی با حروف یکسان در هر ستون، اختلاف معنی داری از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن با یکدیگر ندارند.

نتیجه گیری کلی

نتایج هر دو سال آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته در زمان ۵۰ درصد گلدهی نسبت به مرحله ظهور غنچه گل در سال اول و دوم به ترتیب ۸۱/۱ و ۷۸/۷ درصد افزایش یافت. 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 معنی-دار وزن بذر در بوته گردید که به نظر می‌رسد با توجه به اینکه مدت زمان برداشت علوفه تا رسیدن بذر طولانی-تر 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 موثر بوده و لذا عملکرد بذر افزایش می‌یابد و همینطور هرچه گیاهان زودتر برداشت شوند، گیاه با طولانی شدن زمان از برداشت علوفه تا به بذر نشستن، با افزایش علوفه در جهت جبران آن، پتانسیل جبرانی خود را نشان می‌دهد و از این طریق مواد پرورده بیشتری را در یک دوره طولانی‌تر در اختیار بذرها قرار می‌دهد. در سال اول آزمایش، بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیانه در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر به‌دست آمد اما به دلیل تفاوت در میزان و پراکنش بارندگی در سال دوم، بیشترین عملکرد علوفه خشک سالیانه،در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر، حاصل گردید.

سپاسگزاری

با کمال احترام از همه کسانی که به نوعی در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، نهایت قدردانی و سپاسگزاری را داریم و از درگاه خداوند متعال سلامتی و توفیق ایشان را خواستاریم.

منابع مورد استفاده

Avci M, Hatipoglu R, Cinar S, Yucel C and Inal I. 2017. Effect of row spacing and sowing rate on seed yield of alfalfa (Medicago sativa L.) under mediterranean conditions. Turkish Journal of Field Crops, 22(1): 54-62. https://doi.org/10.17557/tjfc.301851

Erice G, Louahlia S, Irigoyen JJ, Sanchez-Diaz M and Avice JC. 2010. Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. Journal of Plant Physiology, 167(2): 114-120. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.07.016

Fotouhi F, Mousavi Fakhr SK, Sadeghi M, Fazel Zadeh SA and Habibi Khaniani B. 2022. Study the effects of planting date and density on Seed yield and some eco-physiological, agronomic and morphological traits of two Fava bean genotypes in Dezfoul region. Agricultural Science and Sustainable Production, 32(2): 65-79. (In Persian). https://doi.org/10.22034/saps.2021.46116.2685

Hall M, Nelson C, Coutts J and Stout R. 2004. Effect of seeding rate on alfalfa stands longevity. Agronomy Journal, 96(3): 717–722. https://doi.org/10.2134/agronj2004.0717

Kargar MH, Sayfzadeh S, Jabbari H, Zakerin H and Golzardi F. 2022. Effect of harvest time on quantitative and qualitative traits of three safflower cultivars in dual-purpose cropping for seed and forage production. Agricultural Science and Sustainable Production, 32(2): 269-284. (In Persian). https://doi.org/10.22034/saps.2021.45930.2683

Karimi H. 2007. Forage crops breeding and cultivation. Publication of University of Tehran, Iran. (In Persian).

Kephart KD, Twidwell EK, Bortnem R and Boe A. 1992. Alfalfa yield component responses to seeding rate several years after establishment. Agronomy Journal, 84(5): 827-831.

Mazaheri Laghab H, Abdollahi M, Moosavi S and Yazdi R. 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, 27(1): 91-110. (In Persian). https://doi.org/10.22092/SPPJ.2017.110426

Probst TA. 2008. Harvest frequency and cultivar effects on yield, quality, and regrowth rate among new alfalfa cultIvars. Master's thesis, University of Kentucky, Kentucky, USA.

Rahmani M and Esmaeili Aftabdari M. 2017. Determination of the most suitable planting pattern fora 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). https://doi.org/10.22059/jci.2017.60411

Rimi F, Macolino S, Leinauer B, Lauriault LM and Ziliotto U. 2010. Alfalfa yield and morphology of three fall-dormancy categories harvested at two phenological stages in a subtropical climate. Agronomy Journal, 102(6): 1578-1585. https://doi.org/10.2134/agronj2010.0193

Salama HSA. 2019. Yield and nutritive value of maize (Zea mays L.) forage as affected by plant density, sowing date and age at harvest. Italian Journal of Agronomy, 14(1383): 114-122. https://doi.org/10.4081/ija.2019.1383

Salek Zamani A and Fakhr Vaezi A. 2011. Effect of row spacing and seeding rate on forage yield local alfalfa, c.v. Gara Yonjeh (Medicago sativa L.). Crop Science Research in Arid Regions, 4(16): 71-82. (In Persian).

Soleymani Sardoo M, Afsharmanesh Gh and Roudbari Z. 2017. Evaluating the effects of sowing date and plant density on yield and yield components of mung bean in Jiroft County. Crop Science Research in Arid Regions, 1(1): 27-34. (In Persian). https://doi.org/10.22034/csrar.01.01.03

Stanisavljevic R, Milekovic J, Dokic D, Terzic D, Markovich J, Bekovic D and Dukanovic L. 2011. Effect of crop density on yield and quality of alfalfa forage from combined use (Forage-seed). Biotechnology in Animal Husbandry, 27(4): 1571-1578. https://doi.org/10.2298/BAH1104571S

Stanisavljevic R, Tomic Z, Lugic Z, Milenkovic J and Dokic D. 2007. Yield and nutritive value of alfalfa cultivars sown at different densities. International Congress on Animal Husbandry. Belgrade, Serbia.

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. https://doi.org/10.1080/00288233.2006.9513700

Yazdani A, Naderi R, Fazeli AA and Bahrani MJ. 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, 15(5): 167-176. (In Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.jcpp.5.15.167

Yousefi, N, Slama I, Ghnaya T, Savoure A and Abdelly C. 2010. Effects of water deficit stress on growth, water relations and osmolytes accumulation in Medicago truncatula and M. laciniata populations. Comptes Rendus Biologies, 333(3): 205-213. https://doi.org/10.1016/j.crvi.2009.12.010

Zhang W, Xia F, Li Y, Wang M and Mao P. 2017. Influence of year and row spacing on yield component and seed yield in Alfalfa (Medicago sativa L.). Legume Research, 40(2): 325-330. https://doi.org/ 10.18805/lr.v0i0.6838