ارزیابی عملکرد یونجه (*Medicago sativa* L.) و علف پشمکی (*Bromus tomentellus* Boiss.) در کشت خالص و مخلوط

سوسن براتی[۱*]، مهدی بصیری[۲]، محمدرضا وهابی[۳]، محمدرضا مصدقی[۴] و مصطفی ترکش[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۶ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۰۹/۳۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی و مقایسه عملکرد دو گونه یونجه (*Medicago sativa* L.) و علف پشمکی (*Bromus tomentellus* Boiss.)، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی اداره منابع طبیعی فریدون‌شهر استان اصفهان در سال ۱۳۹۱ در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شد. تیمارها شامل کشت گونه‌های یونجه و علف پشمکی به‌صورت خالص و مخلوط، تراکم در سه سطح کم (۴ ردیف)، متوسط (۸ ردیف) و زیاد (۱۶ ردیف) و تاریخ کاشت پاییزه و بهاره بود. نتایج نشان داد که کشت پاییزه و بهاره علف پشمکی و کشت بهاره یونجه موفقیت‌آمیز است. عملکرد دو گونه در کشت مخلوط، دارای افزایش معنی‌داری نسبت به کشت خالص بود. بررسی عملکرد به‌ازاء ردیف، نشان داد که عملکرد یک ردیف از گونه‌ها، در تراکم ۸ ردیفی بالاترین عملکرد است. همچنین تولید به‌ازاء ردیف در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در هر دو گونه یونجه و علف پشمکی بیشتر است. در تیمارهای کشت مخلوط، شاخص نسبت برابری زمین (LER) در تراکم‌های ۸ و ۱۶تایی بیشتر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده کارایی بیشتر استفاده از زمین در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. با توجه به نتایج این تحقیق، کشت مخلوط یونجه و علف پشمکی در بهار با تراکم ۸ تایی و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری در دیم‌زارهای کم‌بازده شهرستان فریدون‌شهر و مناطق مشابه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: یونجه، علف پشمکی،کشت خالص، کشت مخلوط.

[۱] - دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* نویسنده مسئول: s_barati@na.iut.ac.ir

[۲] - دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۳] - استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[۴] - دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

مقدمه

پیش‌بینی شده است که جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به نه میلیارد نفر برسد و تقاضا برای مواد غذایی به دو برابر سطح فعلی برسد (۱۴). در آن زمان با چالش کاهش اثرات اقلیمی و زیست‌محیطی ناشی از سیستم‌های تولیدی توسط بشر مواجه خواهیم بود (۸) در نتیجه افزایش پایدار تولیدات کشاورزی مورد نیاز خواهد بود (۲۶). در شرایطی که دستیابی به بازدهی بالاتر به‌دلیل عدم امکان افزایش سطح زیر کشت و هم‌چنین استفاده از انواع کودهای شیمیایی به‌علت اثرات جبران‌ناپذیر بر محیط‌زیست و سلامت انسان مقدور نیست (۲۳). از جمله راه‌حل‌های کاربردی در این زمینه، تبدیل دیم‌زارهای کم‌بازده به زراعت علوفه دیم و کاشت گونه‌های علوفه‌ای و مرتعی می‌باشد و برای نیل به این هدف، استفاده از کشت مخلوط گراس‌ها و لگوم‌ها توصیه می‌شود (۱۶). کشت مخلوط تکنیکی است که به‌منظور افزایش محصول و بالا بردن بهره‌وری از زمین (۱۱)، حفاظت از خاک و افزایش بازده اقتصادی (۹) استفاده می‌گردد. علاوه بر این، کشت مخلوط (اکوسیستم زراعی مخلوط) ثبات تولید بیش‌تری نسبت به کشت خالص متعارف آن دارد (۲۴).

پژوهش‌های پیشین عمدتاً بر روی کشت مخلوط لگوم‌های یک‌ساله و غلات تمرکز داشته‌اند (۱۵،۱۷،۱۹،۲۲ و ۲۷). لی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L. Merr) و گندم (*Triticum aestivum* L.) عملکرد بالاتری نسبت به کشت خالص آن‌ها داشته است و در کشت مخلوط، گندم توانایی رقابتی بیش‌تری نسبت به سویا داشته است (۱۷). اینال و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند کشت مخلوط بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) با ذرت (*Zea mays* L.) محصول بیش‌تری نسبت به کشت منفرد این گونه‌ها داشته است (۱۵). میسرا و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که در کشت مخلوط سویا (*G. max*) و ذرت خوشه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)، ذرت خوشه‌ای توانایی رقابتی بالاتری داشته و زیتوده بیش‌تری تولید کرده است (۱۹). استری هورست و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که بیش‌ترین ماده خشک علوفه و بالاترین بازده اقتصادی از کشت مخلوط باقلا (*Vicia faba L.*) و جو (*Hordeum vulgare L.*) به‌دست آمده است (۲۷). پلزر و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند کشت مخلوط نخود فرنگی (*Pisum sativum L.*) و گندم (*T. aestivum*) تولید بیش‌تری نسبت به کشت خالص این گونه‌ها داشته است (۲۲). بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که شناخت کم‌تری در مورد کشت مخلوط لگوم‌های چند ساله و گراس‌های چندساله وجود دارد (۱۰ و ۲۱). نجفی و محسنی (۱۳۸۲) در منطقه ارسباران، زیتوده تولیدی مخلوط *Bromus inermis - Medicago sativa* و *Medicago sativa – Agropyron elongatum* را در دو سیستم مخلوط ردیفی و درهم مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که از سال دوم تولید مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش داشته و بیش‌ترین عملکرد در مخلوط ۵۰ درصد برومگراس – ۵۰ درصد یونجه و ۷۵ درصد آگروپایرون – ۲۵ درصد یونجه حاصل شده است (۲۱). فریم و همکاران (۱۹۸۵) با مقایسه تک‌کشتی و کشت مخلوط شبدر قرمز و گراس‌های تیموتی (*Phleum pretense*) و فستوکای بلند (*Festuca arundinace*) به مدت دو سال، گزارش کردند که در سال‌های اول و دوم کشت خالص شبدر قرمز به ترتیب ۱۱/۱ و ۷/۵ تن در هکتار علوفه خشک تولید نمود. در سال‌های متناظر عملکرد کشت مخلوط شبدر قرمز و تیموتی به ترتیب ۱۱/۸ و ۸/۷ تن در هکتار و کشت مخلوط شبدر قرمز و فستوکای بلند به ترتیب ۱۲/۲ و ۹/۶ تن در هکتار بود که برتری نسبی کشت مخلوط را نشان می‌دهد (۱۰). زنگ و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند سیستم کشت مخلوط یونجه (*M. sativa*) و ذرت (*Z. mays*)، باعث افزایش زیتوده کل و افزایش بهره‌وری از زمین می گردد (۳۰).

گندمیان و بقولات گونه‌های غالب اکثر مراتع ایران می‌باشند و برای احیاء و علوفه‌کاری در عرصه‌های طبیعی، دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. بقولات با تثبیت بیولوژیکی نیتروژن موجب حاصلخیزی خاک می‌شوند و گندمیان نیز نقش مهمی در مقدار تولید مرتع و پایداری آن دارند و با مصرف نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم‌ها در موازنه نسبت انرژی به پروتئین نقش دارند (۱). با توجه به اهمیت این گیاهان، گونه‌های یونجه (*M. sativa*) و علف پشمکی (*Br. Tomentellus*) که دو گونه علوفه‌ای خوشخوراک از گندمیان و بقولات هستند برای این مطالعه انتخاب شدند. به‌طور کلی هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی و مقایسه عملکرد دو گونه یونجه و علف پشمکی در کشت خالص و کشت مخلوط در تراکم‌های مختلف می‌باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۹۱ زمینی به مساحت حدود ۱۰۰۰ متر مربع در ایستگاه تحقیقاتی اداره منابع طبیعی فریدون‌شهر (طول جغرافیایی ۳۰/۴ً ۶َ ۵۰° شرقی و عرض جغرافیایی ۲۷/۵ً ۵۶َ ۳۲° شمالی) انتخاب شد. منطقه دارای ارتفاع متوسط ۲۵۵۰ متر از سطح دریا، میانگین دمای سالیانه ۵، حداقل مطلق دمای ۲۰- و حداکثر ۳۵/۵ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالیانه ۶۰۰ میلی‌متر در سال است. گونه‌های مورد استفاده در مطالعه شامل یونجه معمولی (*M. sativa*) رقم قره‌یونجه تهیه شده از اداره منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و علف پشمکی (*Br. tomentellus*) جمع‌آوری شده از مراتع پشتکوه فریدون‌شهر بودند.

در آبان ماه سال ۱۳۹۱ و فروردین ماه سال۱۳۹۲، اقدام به کاشت دو گونه یونجه و علف پشمکی به صورت کشت مخلوط و کشت خالص (به‌صورت کشت دیم و بدون تیمار کمکی) در کرت‌هایی با ابعاد ۳/۵×۲/۱ مترمربع گردید. آزمایش در قالب فاکتوریل و بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. تیمارها شامل کشت گونه‌های یونجه و علف پشمکی به صورت خالص و مخلوط، تراکم در سه سطح کم، متوسط و زیاد و دو تاریخ کاشت پاییزه و بهاره بود.

تعداد ردیف‌های کاشت در هر کرت، در تراکم کم ۴ ردیف با فاصله۷۰ سانتی‌متر، تراکم متوسط ۸ ردیف با فاصله۳۰ سانتی‌متر و تراکم زیاد ۱۶ ردیف با فاصله۱۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت مخلوط به صورت یک ردیف در میان انجام شد. مقدار بذر لازم برای کاشت در هر ردیف با محاسبه وزن هزار دانه بذر از گونه‌های یونجه و علف پشمکی و با توجه به درجه خلوص و قوه نامیه بذرها، به‌ترتیب ۳/۰۸ و ۶/۴۴ گرم در نظر گرفته شد. بدین ترتیب مقادیر بذر مصرفی در تراکم ۴، ۸ و ۱۶ در هر کرت در کشت خالص برای گونه یونجه به‌ترتیب ۱۶/۷، ۳۳/۵ و ۶۷ کیلوگرم در هکتار و برای گونه علف پشمکی به‌ترتیب ۳۵، ۷۰ و ۱۴۰/۱ کیلوگرم در هکتار بود. در کشت مخلوط در تراکم ۴، ۸ و ۱۶ در هر کرت برای گونه یونجه به‌ترتیب ۸/۳، ۱۶/۷ و ۳۳/۵ کیلوگرم در هکتار و برای گونه علف پشمکی به‌ترتیب ۱۷/۵ ، ۳۵ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار بذر مصرف گردید.

پس از رویش گیاهان و در طول دوره مطالعه عملیات وجین علف‌های هرز انجام شد. در سال استقرار هیچ‌گونه برداشتی صورت نگرفت. در اوایل تیر ۹۳ اقدام به برداشت علوفه از کرت‌های مورد مطالعه شد. برای به‌دست آوردن وزن تر، علوفه‌های برداشت شده به تفکیک گونه، در محل برداشت، توزین شدند. سپس ۲۰ درصد نمونه‌ها در داخل آون با دمای۷۰ درجه به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و با محاسبه ضریب خشک به تر برای هر گونه، عملکرد کل ماده خشک به‌صورت کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. از تقسیم عملکرد کل هر گونه به تعداد ردیف‌ها، عملکرد به ازاء یک ردیف از هر گونه در تیمارها محاسبه شد.

برای ارزیابی کشت مخلوط، از شاخص نسبت برابری زمین[1] (LER) استفاده شد که بازتابی از درجه رقابت بین‌گونه‌ای یا تسهیل در یک سیستم کشت مخلوط است (۲۹):

$$LER = Y_{bmix}/Y_{bmono} + Y_{mmix}/Y_{mmono} \qquad (۱)$$

Y_{bmix} و Y_{bmono}، عملکرد علف پشمکی در کشت مخلوط و کشت خالص و Y_{mmix} و Y_{mmono}، عملکرد یونجه در کشت مخلوط و کشت خالص می‌باشد. در صورتی که LER=۱ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری ندارد و دو گونه تقاضای یکسان برای منابع محدود مشابه دارند. در LER> ۱ کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می‌باشد و تسهیل بین‌گونه‌ای بیش‌تر از رقابت است، بنابراین کشت مخلوط کارایی بیشتری در استفاده از زمین دارد. در حالتی که LER< ۱ باشد کشت مخلوط در مقایسه با سیستم کشت خالص از عملکرد کمتری برخوردار بوده و رقابت بین‌گونه‌ای قوی‌تر از تسهیل است (۳۰). در این مطالعه، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و از طریق آنالیز واریانس فاکتوریل انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون توکی در سطح یک درصد استفاده شد.

نتایج

در شکل‌های ۱ تا ۴، کشت خالص یونجه با MM، کشت خالص علف پشمکی با BB، کشت مخلوط دو گونه با MB، تراکم کم، متوسط و زیاد به‌ترتیب با d1، d2 و d3 و کشت بهاره و پاییزه با S و A نشان داده شده است.

[1]- Land Equivalent Ratio

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

بررسی عملکرد دو گونه با توجه به زمان کاشت نشان داد که کاشت گونه یونجه در پاییز موفقیت‌آمیز نبوده و به علت برودت هوا و بارش برف در فصل زمستان یونجه قادر به استقرار نبوده و تمامی بذور یونجه در تمامی تیمارها از بین رفته است. برعکس گونه علف پشمکی با تحمل سرما به‌راحتی استقرار یافته و کاشت پاییزه، موفق بوده است. در کاشت بهاره هر دو گونه جوانه زده و با توجه به شرایط مناسب منطقه از نظر دما و رطوبت استقرار یافته‌اند. با توجه به عدم موفقیت کشت پاییزه یونجه، برای مقایسه عملکرد علوفه کشت خالص و مخلوط دو گونه فقط داده‌های کشت بهاره مقایسه شدند.

عملکرد کل علوفه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع کاشت و تراکم و اثر متقابل نوع کاشت × تراکم بر عملکرد کل علوفه دو گونه یونجه و علف پشمکی معنی‌دار است (جدول ۱).

مقایسه میانگین عملکرد کل دو گونه یونجه و علف پشمکی تحت تیمارهای کشت خالص و مخلوط در تراکم‌های کاشت ردیفی کم، متوسط و زیاد نشان داد که کشت مخلوط یونجه و علف پشمکی در تراکم ۱۶ ردیفی با ۴۸۹۰/۴۶ کیلوگرم در هکتار دارای بالاترین عملکرد علوفه می‌باشد و پس از آن کشت خالص یونجه در تراکم ۴ تایی و کشت مخلوط در تراکم ۸ تایی به‌ترتیب با ۳۶۱۸/۳۸ و ۳۴۳۴/۵۹ دارای عملکرد بالایی می‌باشند. کمترین مقدار تولید علوفه مربوط به کشت خالص علف پشمکی در تراکم ۴ ردیف با ۲۱۵/۲ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۱).

نتایج نشان داد که عملکرد دو گونه در کشت مخلوط بدون در نظر گرفتن تراکم، دارای افزایش معنی‌داری نسبت به کشت خالص است به‌طوریکه تولید در کشت مخلوط (۳۰۰۶/۷۴ کیلوگرم در هکتار) حدود ۲۳/۸ درصد از کشت خالص یونجه (۲۲۹۱۶/۵۴ کیلوگرم در هکتار) و ۷۵/۸ درصد از کشت خالص علف پشمکی (۷۲۷/۶۷ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بوده است.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که صرف‌نظر از نوع کشت، کمترین عملکرد با ۹۱۷/۸ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۴ ردیفی دیده می‌شود و بین تراکم ۸ تایی (۲۵۹۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار) و ۱۶ تایی (۲۵۱۳/۷۱ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس عملکرد علوفه یونجه و علف پشمکی در تیمارهای نوع کشت و تراکم

منابع تغییر	عملکرد کل علوفه		عملکرد علوفه به ازاء یک ردیف	
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
نوع کشت	۲	۲۰۳۷۸۳۳۲/۷۶**	۳	۶۹۸۹۶۰/۱۶**
تراکم	۲	۱۳۴۱۱۴۹۶/۴۰**	۲	۱۴۳۷۳۲/۳۹**
نوع کشت × تراکم	۴	۸۷۰۷۴۴۴/۰۹**	۶	۱۴۵۲۴۶/۹۹**
خطا	۳۶	۸۷۳۹۰/۸۸	۴۸	۲۰۱۲/۳۳

**: معنی‌دار در سطح آماری یک درصد

عملکرد علوفه به ازاء یک ردیف

بررسی عملکرد در تیمارهای مختلف به ازاء یک ردیف نشان داد که عملکرد یک ردیف از گونه‌ها بدون در نظر گرفتن نوع کشت (خالص و مخلوط)، در تراکم ۸ ردیفی با ۳۵۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد است به‌طوریکه تولید در یک ردیف گیاه از این تراکم، ۴۴/۶ درصد نسبت به تراکم ۱۶ ردیفی (۱۹۴/۲۴ کیلوگرم در هکتار) و ۳۸/۵۱ درصد نسبت به تراکم ۴ ردیفی (۲۱۵/۵۳ کیلوگرم در هکتار) بیشتر است. با افزایش تعداد ردیف از ۴ به ۸ و افزایش تعداد پایه در هر کرت، عملکرد به ازاء ردیف افزایش می‌یابد اما در تراکم ۱۶ ردیفی افزایش تراکم باعث افزایش رقابت درون‌گونه‌ای در کشت خالص و رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط شده است و مقدار محصول به ازاء ردیف کاهش محسوسی داشته است.

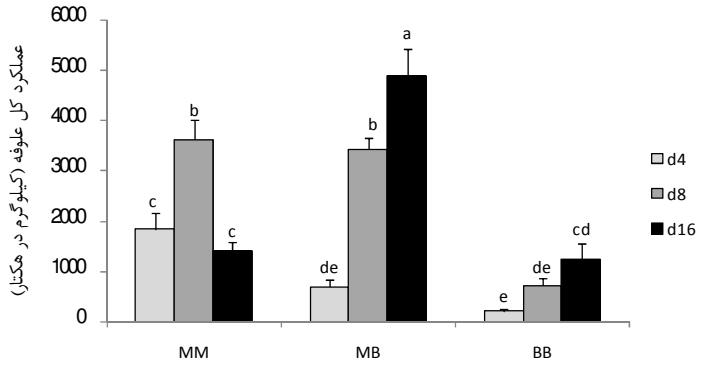
بررسی اثر اصلی نوع کشت نشان داد که عملکرد تولید به ازاء ردیف در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در هر دو گونه یونجه و علف پشمکی بیشتر است به‌طوریکه میانگین عملکرد یک ردیف یونجه در کشت مخلوط (۵۲۲/۳۴ کیلوگرم در هکتار) ۳۶/۱ درصد نسبت به عملکرد یک ردیف یونجه در کشت خالص (۳۳۳/۸ کیلوگرم در هکتار) و میانگین عملکرد یک ردیف علف پشمکی در کشت مخلوط (۸۳/۵ کیلوگرم در هکتار) ۱۱/۲ درصد نسبت به عملکرد یک ردیف علف پشمکی در کشت خالص (۷۴/۱۴ کیلوگرم در هکتار) بیشتر است.

مقایسه میانگین عملکرد به ازاء یک ردیف تحت تیمارهای کشت خالص و مخلوط در تراکم‌های کاشت

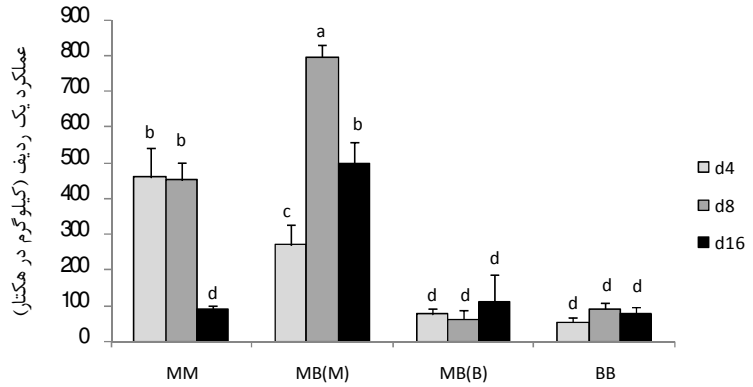
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

ردیفی کم، متوسط و زیاد نشان داد که عملکرد یک ردیف یونجه در کشت مخلوط و در تراکم ۸ تایی با ۷۹۷/۱۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین می‌باشد (جدول ۱ و شکل ۲).



شکل ۱- عملکرد کل علوفه در کشت خالص و مخلوط یونجه و علف پشمکی



شکل ۲- عملکرد علوفه به ازاء یک ردیف در تیمارهای مختلف

عملکرد علف پشمکی

با توجه به استقرار علف پشمکی در کشت پاییزه و بهاره، عملکرد این گونه در کشت خالص و در تراکم‌های مورد نظر در این دو زمان مورد مقایسه قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان کاشت و تراکم بر عملکرد علف پشمکی در کشت خالص معنی‌دار و اثر متقابل زمان کاشت × تراکم غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲).

بررسی اثر اصلی تراکم بر عملکرد کشت خالص علف پشمکی نشان می‌دهد که عملکرد با افزایش تراکم ردیف‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد به‌گونه‌ای که تولید در تراکم ۱۶ ردیفی (۱۳۶۳/۹ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب حدود ۱/۷ و ۴ برابر تولید در تراکم ۸ (۸۰۶/۸ کیلوگرم در هکتار) و ۴ ردیفی (۳۴۳/۱ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد.

در سال‌های اولیه استقرار که رشد شاخ و برگ گیاه به‌ویژه در گراس‌ها هنوز به‌خوبی توسعه پیدا نکرده است، بالا بودن تراکم گیاه عاملی برای افزایش تولید می‌باشد.

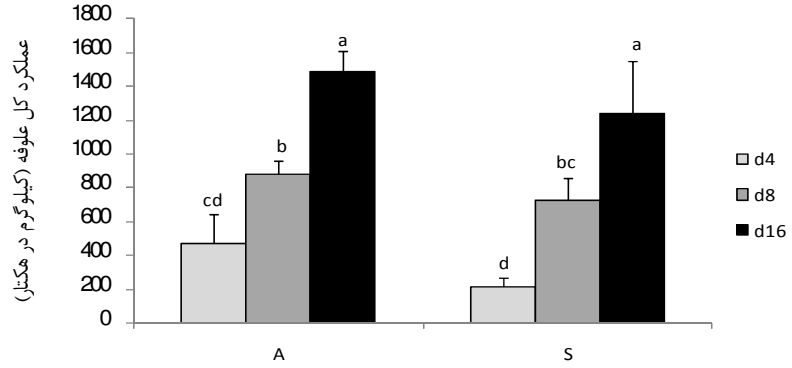
جدول ۲- جدول تجزیه واریانس عملکرد علوفه کشت خالص علف پشمکی در تیمارهای زمان کاشت و تراکم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
زمان کاشت	۱	۳۶۴۸۳۲/۸۳**
تراکم	۲	۲۶۱۲۴۵۹/۷۴**
زمان کاشت × تراکم	۲	۸۵۹۹/۴۲^{ns}
خطا	۲۴	۲۸۰۷۱/۲۰

** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری ۰/۰۱، غیرمعنی‌دار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

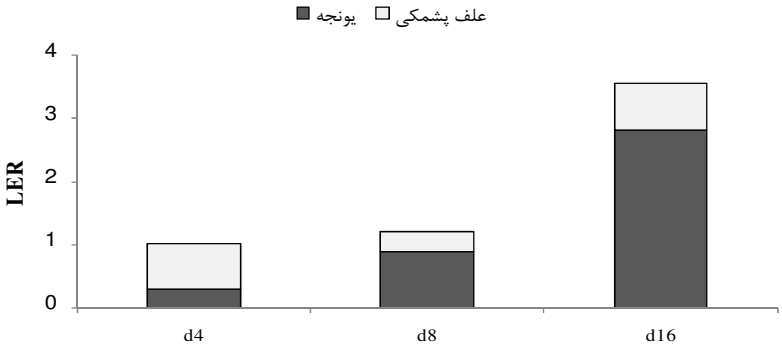
عملکرد علف پشمکی در کشت پاییزه و بهاره نتایج معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. کشت پاییزه (۹۴۸/۲۳ کیلوگرم در هکتار) ۲۳/۲ درصد عملکرد بالاتری نسبت به کشت بهاره (۷۲۷/۶۷ کیلوگرم در هکتار) داشته است (شکل ۳). علف پشمکی پاییزه دو دوره زمستان‌گذرانی داشته است و نسبت به کشت بهاره که حدود ۵ ماه بعد انجام شده، گیاهان بهتر استقرار یافته و درنتیجه از نظر عملکرد نسبت به کشت بهاره موفق‌تر بوده‌است.



شکل ۳- عملکرد علف پشمکی در کشت پاییزه (A) و بهاره (S)

شاخص LER

برای ارزیابی کشت مخلوط، شاخص نسبت برابری زمین (LER) در تراکم‌های مختلف محاسبه شد. نسبت برابری زمین در تراکم ۴ ردیفی برابر یک و در تراکم‌های ۸ و ۱۶ ردیفی بالاتر از یک به‌دست آمد. با توجه به این مقادیر در تراکم ۴ تایی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری ندارد. در تراکم‌های ۸ و ۱۶ تایی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می‌باشد و تسهیل بین‌گونه ای بیشتر از رقابت است بنابراین کشت مخلوط کارایی استفاده از زمین را افزایش داده است. افزایش LER در این دو تراکم بیش‌تر مربوط به افزایش نسبت برابری زمین جزئی در یونجه است (شکل ۴).



شکل ۴- نسبت برابری زمین در تراکم‌های مختلف

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، کاشت گونه یونجه در پاییز موفقیت‌آمیز نبود. برعکس گونه علف پشمکی با تحمل سرما به‌راحتی استقرار یافته و کاشت پاییزه موفق داشت. در کشت بهاره هر دو گونه یونجه و علف پشمکی استقرار یافتند. علیزاده و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند عملکرد علف پشمکی در حالت تک کشتی در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی در آذربایجان غربی در کشت بهاره نسبت به کشت پاییزه کمتر بوده است که با نتایج این تحقیق همسو است (۲).

نتایج نشان داد که عملکرد دو گونه یونجه و علف پشمکی در کشت مخلوط، دارای افزایش معنی‌داری نسبت به کشت خالص است (۶، ۷، ۲۰،۲۵ و ۲۸).

قادری و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی عملکرد علوفه کشت مخلوط و تک‌کشتی یونجه و آگروپایرون دریافتند که همه تیمارهای مخلوط عملکردی بیش از تک‌کشتی داشته‌اند که نشان‌دهنده توان رقابتی تیمارهای مخلوط نسبت به کشت خالص گونه‌ها می‌باشد. ایشان با مقایسه دو روش کاشت ردیفی و درهم گزارش کردند در روش کشت ردیفی، تراکم بیشتر عملکرد بالاتری تولید کرده است درصورتی‌که در روش درهم تراکم کمتر باعث عملکرد بیشتر شده است. در روش کشت ردیفی، چون گونه‌ها در ردیف کشت شده‌اند، در صورت از بین رفتن یک گونه در مخلوط، گونه دیگر نمی‌تواند از تمام فضای کرت استفاده کند درصورتی‌که در روش کشت درهم این محدودیت وجود نداشته و توزیع طبیعی گونه‌ها در فضای کرت بهتر انجام می‌شود. بنابراین در کشت مخلوط ردیفی تراکم‌پذیری بالاتر بوده و می‌توان از تراکم بالاتری استفاده کرد (۱۲).

لایتاروجیدز و همکاران (۲۰۱۱) با مقایسه تک‌کشتی و کشت مخلوط نخود فرنگی (*P. sativum*) با گندم (*T. aestivum*) و چاودار (*Secale cereale* L.) به مدت دو سال، گزارش کردند کشت مخلوط در تمامی تیمارها دارای عملکرد بالاتری در بهره‌برداری از منابع محیطی موجود در مقایسه با تک کشتی بوده است و بیش‌ترین عملکرد در کشت مخلوط ۸۰ درصد نخود فرنگی و ۲۰ درصد گندم حاصل شده است (۱۸).

بررسی عملکرد در تیمارهای مختلف به ازاء یک ردیف نشان داد که عملکرد یک ردیف از گونه‌ها بدون در نظر گرفتن نوع کشت، در تراکم ۸ ردیفی بالاترین عملکرد است. با افزایش تعداد ردیف از ۴ به ۸ و افزایش تعداد بوته‌ها در هر کرت، عملکرد به ازاء ردیف افزایش می‌یابد اما در تراکم ۱۶ ردیفی افزایش تراکم باعث افزایش رقابت درون‌گونه‌ای در کشت خالص و رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط گردیده است و مقدار محصول به ازاء ردیف کاهش محسوسی کرده است.

بررسی اثر اصلی نوع کشت نشان داد که عملکرد تولید به ازاء ردیف در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در هر دو گونه یونجه و علف پشمکی بیشتر است. یونجه با سازگاری بهتر به شرایط محیطی منطقه و همچنین به‌علت دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر و قدرت جذب آب و عناصر غذایی بیشتر توانسته است سریع‌تر و بهتر خود را مستقر و علوفه بیشتری تولید کند (۲۳) و درنتیجه مجموع عملکرد علوفه در کرت‌های مخلوط بیشتر از تک‌کشتی گراسها به‌دست آمد که با آزمایش‌های دیگر نیز، هم‌خوانی دارد (۷ و ۲۵).

شاخص نسبت برابری زمین در تراکم‌های ۸ و ۱۶ تایی بیشتر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده برتری و کارایی بیشتر استفاده از زمین در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود. محققین دیگر نیز افزایش نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گزارش کرده‌اند (۳، ۴، ۵، ۱۳ و ۳۰). بارکر و دنت (۲۰۱۳) اثر تراکم، رقم و آبیاری را بر عملکرد کشت خالص و مخلوط باقلا (*V. faba*) و گندم (*T. aestivum*) مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که شاخص LER برای تولید دانه و تولید ماده خشک در تمامی نسبت‌های مخلوط دو گونه بیشتر از یک است و عملکرد کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص است (۴). آندرسن و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی کشت مخلوط چغندر قند (*Beta vulgaris L.*) و شبدر قرمز (*Trifolium pratense L.*)، بیان کردند که کشت مخلوط سبب افزایش کارایی نسبت برابری زمین می‌شود (۳).

با توجه به برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص و اختلاف عملکرد اجزای کشت مخلوط با تغییر تراکم ردیف‌ها، کشت مخلوط یونجه و علف پشمکی در

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

بهار با تراکم ۸ تایی و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری جهت علوفه‌کاری در دیم‌زارهای کم‌بازده شهرستان فریدون‌شهر و مناطق مشابه توصیه می‌گردد. استفاده از نیتروژن تثبیت شده لگوم‌ها توسط گراس‌ها عمدتاً به‌عنوان پتانسیل مفید کشت مخلوط لگوم- گراس ذکر شده است (۳، ۱۳ و ۲۵) که تحقیق در این رابطه توسط نگارندگان ادامه دارد.

References

1. Akhavan Armaki, M., M. Hashemi & H. Azarnivand, 2013. Physiological and morphological responses of three Bromus species to drought stress at seedling stage and grown under germinator and greenhouse conditions. African Journal of Plant Science, 7(5): 155-161.
2. Alizadeh, E., M. Ghaemi & R. Rahimdokht, 2011. Yield comparison of Bromus tomentellus, Medicago sativa and Onobrychis sativa intercropping in order to increase forage production, soil conservation and productivity in West Azarbaijan Province. National conference on climate change and its impact on agriculture and the environment. Orumiyeh. Iran. (In Persian)
3. Andersen, S.N., D.B. DresbOoll & K. Thorup-Kristensen, 2014. Root interactions between intercropped legumes and non-legumes - a competition study of red clover and red beet at different nitrogen levels. Plant Soil, 378(1-2): 59-72.
4. Barker, S & M.D. Dennett, 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (Triticum aestivum L.) and faba beans (Vicia faba L.). European Journal of Agronomy, 51: 108–116.
5. Bedoussac, L & E. Justes, 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. Field Crops Research, 124(1): 25-36.
6. Berdahl, J.D., J.F. Karn & J.R. Hendrickson, 2001. Dry matter yields of cool-season grass monocultures and grass–alfalfa binary mixtures. Agronomy Journal, 93(2): 463–467
7. Brown, R.H. & G.T. Byrd, 1990. Yield and botanical composition of alfalfa-bermudagrass mixtures. Agronomy Journal, 82(6): 1074-1079.
8. Canfield, D.E., A.N. Glazer & P.G. Falkowski, 2010. The evolution and future of earth's nitrogen cycle. Science, 330(6001): 192–196.
9. Diebel, P. L., J.R. Williams & R.V. Llewelyn, 1995. An economic comparison of conventional and alternative cropping systems for a representative northeast Kansas farm. Rev. Agric. Econ. 17, . Applied Economic Perspectives and Policy, 17(3): 323–335.
10. Frame, J., R.D. Harkess & I.V. Hunt, 1985. Effect of seed rate of red clover and of companion timothy or tall fescue on herbage production. grass and forage Science, 40(4): 459–465.
11. Gao, Y., A. Duan, X. Qiu, Z. Liu, J. Sun, J. Zhang & H. Wang, 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. Agricultural Water Management, 98(1): 199-212.
12. Ghaderi, G. R., A. Gazanchian & M. Yousefi, 2008. The forage production comparison of alfalfa and wheatgrass as affected by seeding rate on mixed and pure cropping. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 15(2). (In Persian).
13. Ghosh, P.K., 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crops Research, 88(2-3): 227–237.
14. Godfray, H.C.J., J.R. Beddington, I.R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. F. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. M. Thomas & C. Toulmin, 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. Science, 327(5967): 812-818.
15. Inal, A., A. Gunes, F. Zhang & I. Cakmak, 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Plant Physiology and Biochemistry, 45(5):350-356.
16. Launay, M., Brisson, N. , S. Satger, H. Hauggaard-Nielsen, G. Corre-Hellou, E. Kasynova, R. Ruske, E. S. Jensen & M. J. Gooding, 2009. Exploring options for managing strategies for pea–barley intercropping using a modeling approach. European Journal of Agronomy, 31: 85-98.
17. Li, L., J. Sun, F. Zhang, X. Li, S. Yang & Z. Rengel, 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping: I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. Field Crops Research, 71: 123–137.
18. Lithourgidis, A.S., D.N. Vlachostergios, C.A. Dordas & C.A. Damalas, 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy, 34:287–294.
19. Misra, A.K., C.L. Acharya & A.S. Rao, 2006. Interspecific Interaction and Nutrient Use in Soybean/Sorghum Intercropping System. Agronomy Journal, 98(4): 1097–1108.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]

20. Nachigera Mushagalusa, G., J. F. Ledent & X. Draye, 2008. Gustave Nachigera Mushagalusa, Jean-Franc¸ ois Ledent, Xavier Draye. Environmental and Experimental Botany, 64(2): 180–188.
21. Najafi, A & S. Mohseni, 2003. Comparison of alfalfa forage production in mixed cultures with two species of grasses. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 10(1): 1-16. (In Persian).
22. Pelzer, E., M. Bazot, D. Makowski, G. Corre-Hellou, C. Naudin, M. Al Rifaï, E. Baranger, L. Bedoussac, V. Biarnès, P. Boucheny, B. Carrouée, D. Dorvillez, D. Foissy, B. Gaillard, L. Guichard, M. Chantal Mansard, B. Omon, L. Prieur, M. Yvergniaux & E. Justes 2012. Pea–wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. European Journal of Agronomy, 40:39– 53.
23. Rasmussena, J., K. Søegaarda, K. Pirhofer-Walzlb & J. Eriksena, 2012. N2-fixation and residual N effect of four legume species and four companion grass species. European Journal of Agronomy, 36(1):66– 74.
24. Skelton, L.E & G.W. Barrett, 2005. A comparison of conventional and alternative agroecosystems using alfalfa (Medicago sativa) and winter wheat (Triticum aestivum). Renewable Agriculture and Food Systems, 20(1): 38–47.
25. Sleugh, B., K.J. Moore, J.R. Gorge & E.C. Brummer, 2000. Binary Legume–Grass Mixtures Improve Forage Yield, Quality and Seasonal Distribution. Agronomy Journal, 92(1):24-29.
26. Society, T.R., 2009. Reaping the Benefits: Science and Sustainable Intensification of Global Agriculture. RS Policy document 11/09. The Royal Society, London.
27. Strydhorst, S.M., J.R. King, K.J. Lopetinsky & K. N. Harker, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. Agronomy Journal, 100(1): 182–190.
28. Suriyagoda, L.D.B., M.H. Ryan, M. Renton & L. Lambers, 2011. Above- and below-ground interactions of grass and pasture legume species when grown together under drought and low phosphorus availability. Plant Soil, 348(1-2): 281–297.
29. Willey, R.W & D.S.O. Osiru, 1972. Studies on mixture of maize and beans (Phaseolus vulgaris) with particular reference to plant population. The Journal of Agricultural Science, 79(3): 531-540.
30. Zhang, G., Z. Yang & S. Donga, 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. Field Crops Research, 124(1): 66-73.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-28]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1393.8.4.1.3]