

کشت مخلوط خلر (*Lathyrus sativus* L.) و غلات زمستانه: ارزیابی بهره‌وری و برخی شاخص‌های کیفیت علوفه

حسن دهقانیان^۱، مرتضی برمکی^{۲*}، عادل دباغ محمدی نسب^۳، جمال سیف دواتی^۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۰

۱-دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲-دانشیار گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.

۳-استاد گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴-دانشیار گروه علوم دامی و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

*مسئول مکاتبه: Email: m_barmaki@uma.ac.ir

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور ارزیابی کمی و کیفی علوفه و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط خلر با برخی غلات زمستانه شامل جو، یولاف و تریتیکاله انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۳ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سالهای زرع ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارها شامل کشت‌های خالص خلر، جو، یولاف و تریتیکاله و کشت مخلوط خلر با هر یک از غلات در سه الگوی کشت ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ و ۵۰:۸۰ بود.

یافته‌ها: بهره‌وری سیستم کشت مخلوط بر اساس LER و شاخص‌های کیفی علوفه از قبیل میزان پروتئین خام (CP)، دیواره سلولی (NDF) و دیواره سلولی بدون همی سلولوز (ADF)، میزان کل مواد قابل هضم علوفه (TDN) تحت تاثیر نوع کشت قرار گرفتند. به طوریکه، بیشترین مقدار این صفات به کشت خالص خلر تعلق داشت. همچنین، افزایش نسبت خلر در کشت مخلوط کیفیت علوفه تولیدی را بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری: بین تیمارهای مخلوط، ترکیب جو+خلر و یولاف+خلر (۵۰:۸۰) بیشترین کمیت و کیفیت علوفه را به خود اختصاص دادند. از طرفی، الگوهای کشت مذکور به ترتیب بیشترین LER (۱/۳۴ و ۱/۴۰) را نسبت به تیمارهای کشت خالص و مخلوط نشان دادند. بنابراین با استناد به نتایج این تحقیق می‌توان کشت مخلوط لگوم‌هایی با خصوصیات خلر و غلات دانه ریز زمستانه را با الگوی کشت ۸۰٪ غله+۵۰٪ خلر به عنوان یکی از سیستم‌های زراعی پایدار کارآمد از نظر تولید علوفه با کمیت و کیفیت بالا به کشاورزان مناطقی با اقلیم خشک و نیمه خشک توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، پروتئین خام، دیواره سلولی، قابلیت هضم علوفه، نسبت برابری زمین (LER)

Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) -Cereal Intercropping: Evaluation of Productivity and Some Indices of Forage Quality

Hassan Dehghanian¹, Morteza Barmaki^{2*}, Adel Dabbagh Mohammadi Nasab³,
Jamal Seifdavati⁴

Received: January 13, 2020 Accepted: March 10, 2020

1-PhD student of crop ecology, Dept. of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabil, Iran.

3-Prof., Det. Of Eco-Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

4-Assoc. Prof., Dept. of Animal Sciences & Food Industries, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabil, Iran.

*Corresponding Author Email: m_barmaki@uma.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This study was conducted to evaluate the quantity and quality of forage and to determine the best cultivation pattern of Grass Pea mixed with some winter cereals including barley, oats and triticale.

Materials and Methods: The experiment was conducted as randomized complete design with 13 treatments and three replications in the research farm of Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. Treatments included mono cropping of grass pea, barley, oat and triticale, and mixed grasspea cultivation with each cereal in three seeding ratios (grain: grass pea; 25: 100, 50: 100, and 500:80).

Results: The LER based mixing system productivity and forage quality indexes such as crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acidic fiber (ADF) content, total forage digestibility (TDN) and other qualitative traits were affected by the type of mixed culture. As such, most of these qualitative traits belonged to sole culture of grass pea. Increasing the proportion of grass pea in mixture intercrops improved forage quality.

Conclusion: Among of mixed treatments, two mixing patterns including 80% barley + 50% grass pea and 80% oats + 50% grass pea, had the highest quantity and quality of forage. Also, these cropping patterns showed the highest LER (1.34 and 1.40, respectively) compared to pure and other mixed cropping treatments. Therefore, based on the results of this study, it can be concluded that the mixing of grass pea with winter cereals at the 80% cereal + 50% legume as one of the most efficient and sustainable cropping systems in terms of high quality and quantity forage production, Advised farmers in arid and semi-arid regions.

Keywords: Productivity, Crude Protein, Cell Wall, Forage Digestibility, Land Equivalent Ratio (LER)

مقدمه

کشت مخلوط به عنوان یک سیستم زراعی پایدار در کشاورزی با افزایش کارایی مصرف منابع قابل دسترس حداکثر تولید را در واحد سطح و زمان بدست می‌دهد (دیما و همکاران ۲۰۰۷). در حال حاضر کشت مخلوط به سبب مشکلات جدی زیست محیطی ایجاد شده توسط سیستم‌های کشاورزی مدرن در بسیاری از کشورها اجرا می‌شود (گوش و همکاران ۲۰۰۴). بهره‌وری یک سیستم کشت مخلوط و کیفیت محصولات تولیدی آن به نوع گونه‌های به کار برده شده، الگوی کشت و تراکم کاشت هر یک از اجزای کشت بستگی دارد (کابالرو و همکاران ۱۹۹۵). کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای یکساله با غلات پاییزه به منظور تولید علوفه به طور وسیعی در نواحی خشک و نیمه خشک جهان بکار می‌رود. این سیستم کشت به عنوان راهکاری برای افزایش تولید علوفه و پروتئین پیشنهاد شده است (صادقپور و همکاران ۲۰۱۳). مطالعات متعددی ثابت نموده‌اند که کشت مخلوط لگوم و غله مزایای متعددی نسبت به کشت خالص هر یک از این محصولات دارد از قبیل پایداری عملکرد، کارایی بهتر در استفاده از منابع قابل دسترس، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک و کنترل بهتر علف‌های هرز، آفات و بیماریها (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱؛ بانیک و همکاران ۲۰۰۶؛ دیما و همکاران ۲۰۰۷). دلیل اصلی عملکرد بالا در چنین سیستم‌هایی عدم وجود رقابت بین اجزای مخلوط و استفاده کاملی از منابع غذایی موجود در یک بستر زیست و در مراحل بحرانی رشد رویشی و زایشی می‌باشد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶). در کشت مخلوط، غلات همراه ساختار کانوپی را از نظر نفوذ نور کافی و کاهش رشد علف‌های هرز برای رشد لگوم فراهم می‌کنند. در مقابل گیاه لگوم با تثبیت بیولوژیکی ازت اتمسفری نیتروژن مورد نیاز گیاه همراه را تامین کرده و بر حاصلخیزی خاک بدون استفاده از کودهای شیمیایی می‌افزاید (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶). به عبارت

دیگر، سیستم کشت مخلوط لگوم و غله قادر است با استفاده بهینه از نیتروژن خاک و اتمسفر، عملکرد و کیفیت بالای تولید را بویژه تحت شرایط محدودیت نیتروژن خاک فراهم کرده و اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی را در کشاورزی رایج به حداقل برساند (امانی ماچیانی و همکاران ۲۰۱۸). بالا بودن کیفیت علوفه به عنوان یکی از عوامل مهم در تولید گیاهان علوفه‌ای موجب افزایش راندمان تغذیه دام می‌شود (قنبری و لی ۲۰۰۳). پروتئین نقش مهمی در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی ایفا می‌کند. به طوریکه، فعالیت مناسب باکتری‌های مسئول هضم علوفه در دستگاه گوارشی دام‌ها به محتوای پروتئینی علوفه بستگی دارد (اسکندری و جوانمرد ۲۰۱۳). بنابراین، یکی از راه‌های افزایش کیفیت علوفه استفاده از گیاهان خانواده بقولات می‌باشد که از نظر محتوای پروتئینی غنی بوده و به عنوان ارزان‌ترین مکمل‌های پروتئینی در جیره غذایی دام‌ها محسوب می‌شوند (راس و همکاران ۲۰۰۵). گیاه خلر یا سنگینک (*Lathyrus sativus* L.) گیاهی است یکساله از خانواده حبوبات و بومی آسیای جنوب غربی که به علت برخورداری از برخی خصوصیات رشدی منحصر بفرد از قبیل رشد سریع، تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، پتانسیل بالای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفری، عملکرد دانه و علوفه کافی و وسعت دامنه تحمل اکولوژیک به طور وسیعی مورد کشت قرار می‌گیرد (لامعی هروانی و علیزاده ۲۰۱۴). روزبهرانی (۲۰۱۳) در کشت مخلوط خلر و لگوم‌های یکساله نتیجه گرفت که کشت مخلوط نسبت‌های مختلف خلر با تریتیکاله دارای بیشترین عملکرد علوفه و میزان پروتئین خام بود. نتایج بررسی‌های متعدد اثبات کرده که مخلوط لگوم و گراس با کاهش غلظت‌های NDF و ADF جذب علوفه را افزایش می‌دهد (شریفی نژاد و همکاران ۲۰۱۸). جوانمرد و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی کشت مخلوط دوگانه ذرت و برخی لگوم‌ها نتیجه گرفتند که محتوای NDF و ADF علوفه خشک کشت مخلوط در مقایسه با

۲۸۷/۸ میلیمتر گزارش شده است ۱۸۷ (آذرخشی و همکاران ۲۰۱۳). قبل از اجرای آزمایش، نمونه های تصادفی خاک برداشت و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شدند که مشخصات مربوط در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به صورت طرح بلوک های تصادفی با سه تکرار و ۱۳ تیمار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: کشت های خالص خلر، جو، یولاف و تریتیکاله به ترتیب با تراکم های ۲۵۰، ۴۰۰، ۴۰۰ و ۳۵۰ بوته در متر مربع و کشت مخلوط خلر با هریک از غلات در سه الگوی کشت با نسبت های ۲۵ درصد خلر + ۱۰۰ درصد غله، ۲۵ درصد خلر + ۱۰۰ درصد غله و ۵۰ درصد خلر + ۸۰ درصد غله. کلیه بذور از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. به منظور آماده سازی زمین جهت کاشت، در اوایل پائیز هر سال شخم نیمه عمیق توسط گاو آهن برگرداندار انجام شده و غلات پاییزه کشت گردیدند، سپس در بهار هر سال کشت بذور خلر به صورت دستی در بین ردیف های غلات انجام گردید. آبیاری بلافاصله بعد از کشت انجام گرفت و در طول رشد آبیاری معمولی با توجه نیاز هر دو گیاه به صورت غرقابی انجام گرفت. هر کرت آزمایشی با مساحت ۸ متر مربع شامل ۸ ردیف کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین ردیفی ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. همچنین، به منظور حذف اثر حاشیه در آزمایش، فاصله بین کرت های مجاور در بلوک و فاصله بین بلوک ها به ترتیب ۵۰ و ۱۰۰ سانتی متر در نظر گرفته شدند. وجین دستی علف های هرز در طول دوره رشد صورت پذیرفت. در بهار مقدار ۲۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار از منبع اوره به صورت سرک در دو نوبت به کلیه تیمارها داده شد. در این پژوهش به غیر از کاربرد کود نیتروژن به عنوان استارتر در طول فصل رشد هیچگونه کود شیمیایی بکار برده نشد. برداشت علوفه تر زمانی انجام گرفت که ۱۰ درصد غلاف های خلر به خوبی توسعه یافته بود (اواسط تیرماه) و در این زمان غلات در مرحله شیری و ابتدای خمیری (اواخر

کشت خالص ذرت بهبود یافت. به طوریکه، مخلوط ذرت ۳۰۱ با ماش و لوبیا کمترین محتوای NDF و ADF را داشت. در آزمایش دیگری کوسر و آلبایراک (۲۰۱۲) نشان دادند که کل ماده مغذی قابل هضم (TDN) با افزایش نسبت کاشت نخود در مخلوط با یولاف و جو افزایش یافت. همچنین، تیمارهای مخلوط ۶۵٪ نخود + ۳۵٪ یولاف و ۶۵٪ نخود + ۳۵٪ جو به ترتیب ۱۳/۸٪ و ۶/۳ TDN بیشتری در مقایسه با تک کشتی جو و یولاف داشتند.

با توجه به نقش و اهمیت سیستم های کشت مخلوط در مناطق با بارندگی کم بویژه در کشورمان ایران، جهت دستیابی به عملکرد علوفه کافی و با کیفیت بالا، پژوهش حاضر اهدافی را دنبال می کند که عبارتند از: (۱) ارزیابی کمیت و کیفیت علوفه تولیدی در کشت مخلوط خلر با جو، یولاف و تریتیکاله در الگوهای مختلف کشت، (۲) ارزیابی بهره وری و کارایی سیستم های کشت مخلوط خلر غلات پاییزه و (۳) تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط از نظر کمیت و کیفیت علوفه تولیدی.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال های زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۰ کیلومتری شرق تبریز (راضی کرکج) با عرض جغرافیایی ۵° و ۳۷° و طول جغرافیایی ۱۷° و ۴۶° و ارتفاع ۳۶۰ متر از سطح آب های آزاد اجرا شد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه بندی آمبرژه، دارای اقلیم نیمه استپی و نیمه خشک سرد است و بر اساس آمار هواشناسی، دارای زمستان های سرد و تابستان های گرم می باشد. دما در زمستان کم و بیش تا زیر صفر تنزل نموده و فعالیتهای گیاهی را متوقف مینماید. هر چند که در تابستان ممکن است بارندگی رخ دهد، ولی در مجموع دارای فصل خشک در تابستان است. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه در طی یک دوره ۱۵ ساله به ترتیب ۷/۱ و ۱۸/۴ درجه سانتیگراد و متوسط بارندگی سالیانه

$$\begin{aligned} \text{TDN} &= (-1.291 \times \text{ADF}) + 101.35 \\ \text{DMI} &= 120 / \% \text{NDF dry matter basis} \\ \text{DDM} &= 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF, dry matter basis}) \\ \text{RFV} &= \% \text{DDM} \times \% \text{DMI} \times 0.775 \\ \text{NE}_L &= [1.044 - (0.0119 \times \% \text{ADF})] \times 2.205 \end{aligned}$$

همچنین عملکرد پروتئین خام از حاصل ضرب عملکرد علوفه خشک در درصد پروتئین بدست آمد. به منظور ارزیابی بهره وری و کارایی سیستم های کشت مخلوط لگوم - غله در واحد سطح کشت، شاخص های مختلفی پیشنهاد شده است (وایلی ۱۹۷۹؛ بیتز ۱۹۸۲). وایلی و اوسیرو (۱۹۷۲) مفهوم نسبت برابری زمین^۱ (LER) را به عنوان شاخص عملکرد ترکیبی جهت ارزیابی کارایی انواع کشت های مخلوط پیشنهاد نمودند. این شاخص میزان سطح زیر کشت مورد نیاز محصول در کشت خالص را به منظور دستیابی به عملکردی مشابه با کشت مخلوط در همان میزان سطح کشت تعیین می کند (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۴). این شاخص با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود (مید و وایلی ۱۹۸۰):

$$\text{LER} = (Y_{gc}/Y_g) + (Y_{cg}/Y_c)$$

در این معادله Y_{gc} و Y_{cg} به ترتیب عملکرد علوفه خشک خلر و گرامینه در کشت مخلوط و Y_c و Y_g به ترتیب عملکرد علوفه در کشت خالص می باشند. مقادیر بزرگتر از یک نشان دهنده سودمندی و برتری کشت مخلوط و مقادیر کوچکتر از یک بیانگر عدم سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می باشد.

خرداد) بودند. جهت تعیین عملکرد علوفه خشک از هر کرت سطحی معادل ۲/۵ متر مربع پس از حذف حاشیه برداشت شد. علوفه برداشت شده در هوای آزاد خشک شد و سپس وزن ثبت شده به عنوان عملکرد علوفه خشک در نظر گرفته شد. درصد پروتئین خام علوفه توسط دستگاه کجلدال^۱ تعیین شد. در این روش پس از اندازه گیری نیتروژن کل نمونه با اعمال ضریب ۶/۲۵، درصد پروتئین خام علوفه در تیمارهای مختلف محاسبه شد (برمنر ۱۹۶۵). عملکرد پروتئین خام کل از حاصلضرب درصد پروتئین خام هر یک از گیاهان در عملکرد ماده خشک آنها بدست آمد. به منظور اندازه گیری شاخص های کیفی علوفه از هر واحد آزمایشی ۲۵۰ گرم علوفه پودر شده با توجه به نسبت هر گیاه در مخلوط انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات کیفی اندازه گیری شده در این آزمایش عبارت بودند از: پروتئین (CP)، الیاف محلول در شوینده خنثی^۲ (NDF) و الیاف محلول در شوینده اسیدی^۴ (ADF).

اندازه گیری NDF و ADF با استفاده از دستگاه فایبرتک و به روش ون سوست (۱۹۹۴) انجام شد. به منظور محاسبه سایر صفات کیفی از قبیل ارزش نسبی تغذیه ای^۵ (RFV)، انرژی ویژه شیردهی^۶ (NE_L)، کل ماده مغذی قابل هضم^۷ (TDN)، ماده خشک مصرفی^۸ (DMI) و ماده خشک قابل هضم^۹ (DDM) از روابط زیر استفاده گردید (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶ و صادقپور و همکاران ۲۰۱۳).

جدول ۱. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

مواد آلی (%)	% CaCO ₃	(mg.kg ⁻¹) K	P (mg.kg ⁻¹)	EC (dS.m ⁻¹)	pH	عمق (cm)	بافت خاک
۰/۹	۱۱	۲۹۴	۱۰/۸	۰/۱۹۵	۷/۹۶	۰-۳۰	۱۳۹۴
۰/۷۹	۱۳	۳۱۱	۸/۸	۱/۰۳	۸/۱	۰-۳۰	۱۳۹۵

6- Net Energy of Lactation
7- Total Digestible Nutrients
8- Dry matter intake
9- Digestible dry matter
10- Land equivalent ratio

1 - Kejeldahl
2- Crude protein
3- Neutral detergent fiber
4- Acid detergent fiber
5- Relative feed value

برتری نشان داد. دلیل این امر را می توان به شرایط مطلوب محیطی، کارایی بالا در جذب نیتروژن توسط خلر و جذب بیشتر نیتروژن توسط غلات نسبت داد. مقایسه میانگین ها نشان داد در هر دو سال بیشترین عملکرد علوفه به الگوی کشت ۵۰٪ خلر + ۸۰٪ یولاف و سپس ۵۰٪ خلر + ۸۰٪ جو تعلق داشت (جدول ۴). کمترین عملکرد مربوط به کشت خالص خلر بود. در این تحقیق بین الگوهای مختلف کشت مخلوط خلر-غله، تیمار ۵۰٪ خلر + ۸۰٪ غله نسبت به سایر تیمارها برتری نشان داد. می توان چنین استنباط نمود که در این الگوی کشت رقابت درون گونه ای و برون گونه ای کاهش یافته و کارایی استفاده از منابع قابل دسترس توسط اجزای مخلوط افزایش می یابد (ولاکستر جیوس و همکاران ۲۰۱۷). همچنین، بر اساس میانگین دو سال نیز ثابت شد بیشترین و کمترین عملکرد به ترتیب از تیمارهای ۵۰٪ خلر + ۸۰٪ یولاف (۸۷۴۰ کیلوگرم در هکتار) و ۵۰٪ خلر + ۸۰٪ جو (۷۵۹۷ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.

در نهایت پس از آزمون نرمال بودن داده های آزمایش، تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار آماری MSTAT-C صورت گرفت. تجزیه مرکب در پایان دو سال آزمایش انجام و برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد

نتایج و بحث

عملکرد کل علوفه خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب عملکرد کل علوفه خشک نشان داد که بین الگوی مختلف کشت و اثر متقابل الگوی کشت در سال اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۲). همچنین، بین دو سال آزمایش از نظر عملکرد کل علوفه اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، به طوری که سال اول با عملکردی معادل ۷۶۷۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با عملکرد ۶۳۵۰ کیلوگرم در هکتار

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کل علوفه خشک در کشت های خالص و مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کل علوفه
سال (Y)	۱	۳۴۰۴۱۵۱۰/۷۸ **
خطای ۱	۴	۹۸۳۷۴۲/۸۲
تیمار (T)	۱۲	۵۰۳۵۶۴۲/۱۴ **
(Y) * (T)	۱۲	۸۷۴۸۶۶/۴۲ **
خطای ۲	۴۸	۱۴۸۵۳۷/۱۱
ضریب تغییرات (%)		۵/۵۰

**، * و ns: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری باشد.

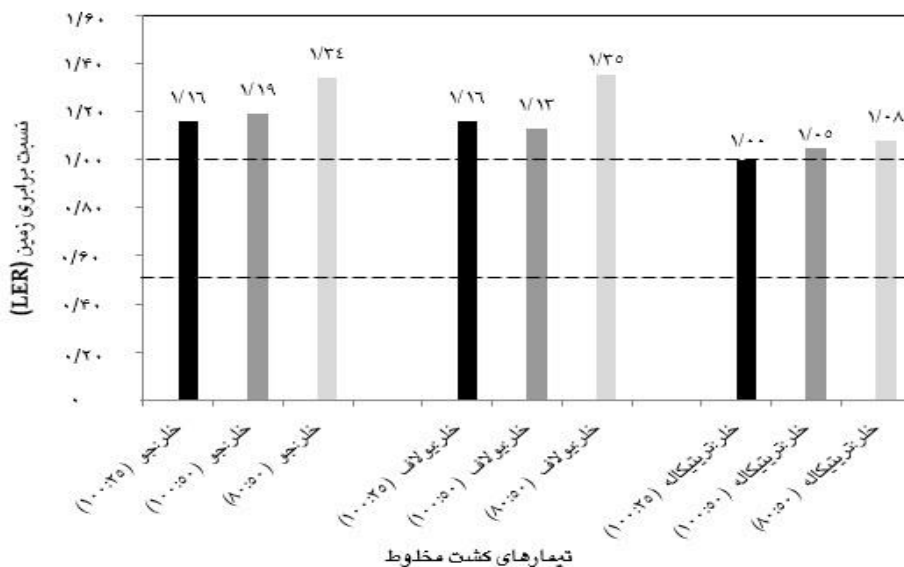
نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص هر یک از گونه های مورد مطالعه در این پژوهش می باشد (شکل ۳). می توان چنین استنباط نمود که در سیستم های کشت مخلوط با تنظیم ساختار کانوپی دریافت و جذب نور افزایش یافته و بدین ترتیب انرژی لازم برای انجام

نسبت برابری زمین (LER)

به منظور ارزیابی مزیت سیستم کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از شاخص نسبت برابری زمین استفاده شد. بر اساس میانگین دو سال به غیر از ترکیب ۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر در بقیه ترکیب های کشت مخلوط

علوفه خشک در سیستم تک کشتی به ترتیب ۳۵ و ۳۴ درصد زمین بیشتر مورد نیاز خواهد بود (شکل ۱). در سال دوم تیمارهای مخلوط ۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر و ۸۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر کمتر از یک داشتند و نسبت به تک کشتی مزیتی نشان ندادند (شکل ۲). در آزمایش دیگری روی کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه ای، احمدی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند که نسبت برابری زمین برای الگوهای افزایشی کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه ای در نسبت های کاشت ۱۰۰:۳۰ و ۱۰۰:۴۵ به ترتیب ۱/۳۲ و ۱/۲۶ بدست آمد.

فرایندهای فتوسنتزی به نحو مطلوب تامین میگردد (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۵). از طرف دیگر، استفاده کارآمد از منابع موجود در واحد سطح با توجه به سیستم های ریشه ای متفاوت اجزا، کنترل بهتر علف های هرز، تثبیت نیتروژن و به تبع آن افزایش رشد بخش رویشی از عوامل اصلی افزایش LER در این سیستم ها می باشند (امانی ماچپانی و همکاران ۲۰۱۷). در سال اول آزمایش بیشترین LER از نظر عملکرد علوفه خشک به ترتیب مربوط به تیمارهای ۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر (۱/۳۵) و ۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر (۱/۳۴) بود که نشان می دهد برای بدست آوردن ۸۷۴۰ و ۸۰۹۴ کیلوگرم در هکتار محصول

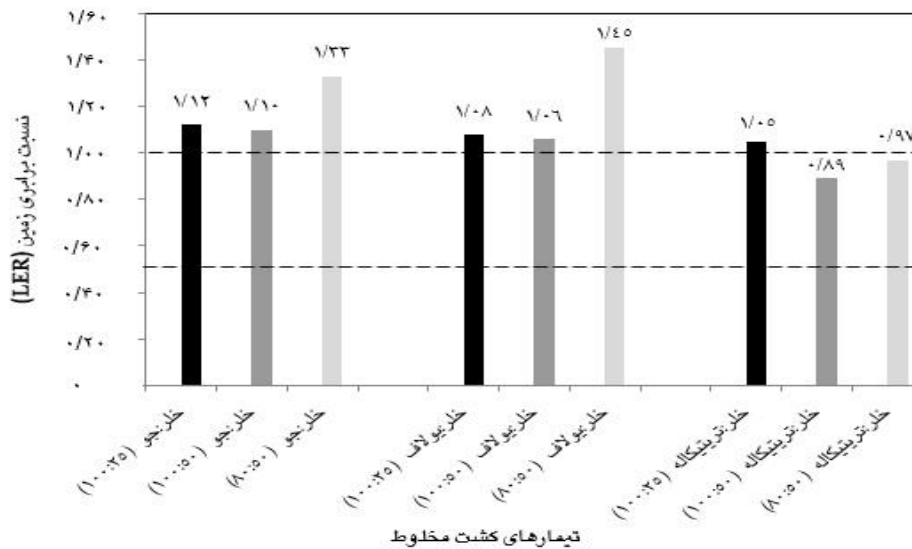


شکل ۱- نسبت برابری زمین برای تیمارهای مخلوط خلر با جو، یولاف و تریتیکاله در سال اول آزمایش

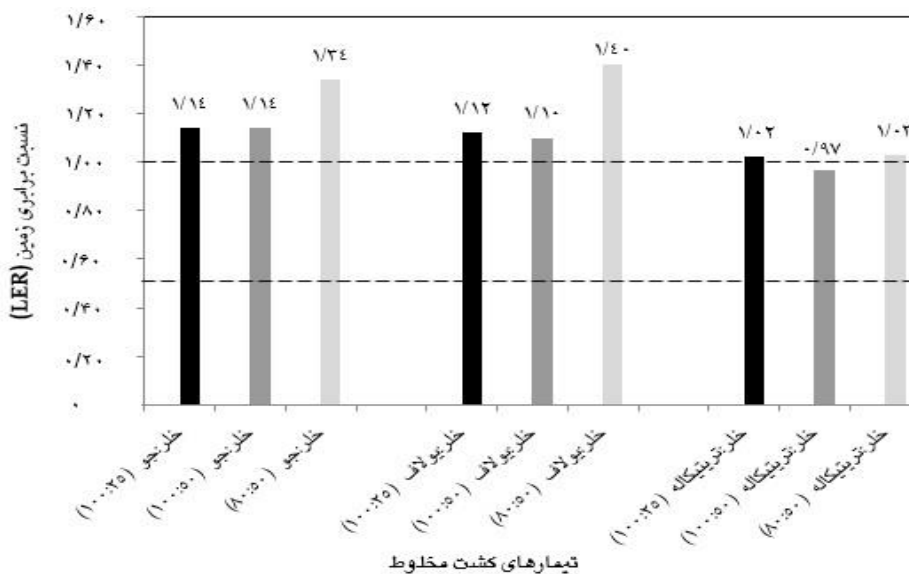
را تحت تاثیر قرار می دهند (اسکندری ۲۰۱۷). بنابراین، در این آزمایش به منظور ارزیابی کیفیت علوفه برخی شاخص های تعیین کننده از قبیل پروتئین خام علوفه، فیبر و ارزش نسبی تغذیه ای مورد مطالعه قرار گرفتند.

ارزیابی کیفیت علوفه

به طور کلی دو معیار ارزش تغذیه ای و قابلیت جذب علوفه، کیفیت علوفه و در نتیجه کیفیت فرآورده های دامی



شکل ۲- نسبت برابری زمین برای تیمارهای مخلوط خنر با جو، یولاف و تریتیکاله در سال دوم آزمایش



شکل ۳- نسبت برابری زمین برای تیمارهای مخلوط خنر با جو، یولاف و تریتیکاله در میانگین دو سال

دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. همچنین اثر سال و اثر متقابل تیمار در سال نیز در سطح یک درصد معنی دار شدند. با توجه به جدول مقایسه میانگین ها (جدول ۴) در هر دو سال آزمایش و میانگین دو سال، بیشترین و کمترین میزان پروتئین خام به ترتیب به تیمارهای کشت خالص خنر و تریتیکاله تعلق داشت. چنانچه مشاهده می شود در تمامی تیمارهای مخلوط با افزایش نسبت کاشت خنر بر میزان پروتئین خام افزوده

پروتئین خام

پروتئین خام اغلب به عنوان مهمترین مولفه کیفیت علوفه محسوب می شود (آنیل و همکاران ۱۹۹۸). لگوم ها نسبت به غلات از سطح پروتئین بالایی برخوردارند و بنابراین در کشت مخلوط لگوم- غلات پروتئین خام علوفه بهبود می یابد (صادقپور و همکاران ۲۰۱۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) نشان داد که بین الگوهای مختلف کشت مخلوط و خالص اختلاف معنی

یک درصد معنی دار شد، به طوریکه سال اول با NDF کل ۳۷۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک نسبت به سال دوم با NDF معادل ۳۳۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک به میزان ۱۲ درصد بیشتر بود (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین‌ها مشاهده گردید در تیمارهای کشت مخلوط با افزایش نسبت خلر از میزان NDF و ADF علوفه کاسته شد. نتایج مشابهی در تحقیق جوانمرد و همکاران (۲۰۱۳) روی کشت مخلوط ذرت با برخی لگوم‌ها بدست آمد. به طوریکه، کمترین میزان NDF و ADF به کشت خالص ماشک و کشت مخلوط ذرت با ماشک تعلق داشت. همچنین، شریفی نژاد و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی شاخص‌های کیفیت علوفه در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی اظهار داشتند تیمار کشت خالص ذرت دارای بالاترین میزان فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بود و افزایش درصد لوبیا در نسبت‌های کاشت، غلظت این شاخص‌ها به تعادل رسید. در این خصوص می‌توان چنین استنباط نمود که در سیستم‌های مخلوط غلات با یک یا چند لگوم، به علت تفاوت‌های مورفولوژیکی اجزای مخلوط و به دلیل سایه اندازی بیشتر و نفوذ کمتر نور به درون کانوپی، گیاه لگوم مواد فتوسنتزی بیشتری را به بخش رویشی بویژه برگ‌ها اختصاص داده و نسبت برگ به ساقه افزایش می‌یابد، در نتیجه از میزان NDF و ADF علوفه کاسته می‌شود (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۳). در پژوهش حاضر بیشترین میزان NDF در سال اول و دوم به ترتیب به تیمارهای کشت خالص تریتیکاله (۵۳۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کشت خالص جو (۵۲۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین آن به کشت خالص خلر مربوط بود. بر اساس میانگین دو سال، کمترین میزان NDF و ADF در بین تیمارهای کشت مخلوط از تیمارهای ۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر (۲۷۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و ۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر (۲۵۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بدست آمد که نشانگر میزان فیبر کمتر و قابلیت هضم پذیری بیشتر علوفه برای دام می‌باشد.

می‌شود. این امر می‌تواند ناشی از توانایی تثبیت نیتروژن توسط خلر و کاهش رقابت در جذب نیتروژن توسط اجزای سیستم مخلوط باشد (شریفی نژاد و همکاران ۲۰۱۸). بر اساس میانگین دو سال متوسط میزان پروتئین خام در کشت مخلوط جو + خلر (۱۲۱ کیلوگرم در هکتار) بیشتر از مخلوط یولاف + خلر (۱۱۶ کیلوگرم در هکتار) و تریتیکاله + خلر (۱۰۴ کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین، متوسط میزان افزایش پروتئین خام در کشت مخلوط جو و خلر نسبت به کشت خالص جو ۳۰ درصد، کشت مخلوط یولاف و خلر نسبت به کشت خالص یولاف ۲۸ درصد و کشت مخلوط تریتیکاله و خلر نسبت به کشت خالص تریتیکاله ۴۸ درصد بود. اسکندری و جوانمرد (۲۰۱۳) نیز در آزمایش خود روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا بلبلی معتقدند که این دو گیاه در سیستم مخلوط در مصرف نیتروژن مکمل هم عمل می‌کنند و با توجه به تراکم کشت کمتر ذرت در الگوهای مختلف کشت مخلوط، ذرت نیتروژن بیشتری را جذب کرده و بنابراین افزایش محتوای نیتروژن بافت‌های ذرت منجر به افزایش میزان پروتئین خام و کیفیت علوفه می‌گردد.

دیواره سلولی (NDF) و دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF)

محتوای الیاف یکی از مولفه‌های اصلی در حفظ شکمبه نشخوارکنندگان بوده و به طور گسترده‌ای در اندازه‌گیری کیفیت علوفه مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این منظور دو ترکیب شیمیایی مهم شامل الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده‌های اسیدی (ADF) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (اسکندری ۲۰۱۷). بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) بین تیمارهای مختلف از نظر NDF و ADF در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد. همچنین، اثر سال و اثر متقابل تیمار در سال در سطح

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات کیفی علوفه در الگوهای کشت مخلوط و خالص

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (NDF)		
۱۱۰۸/۱۵ ^{ns}	۲۸۵۰/۰۵*	۱۹/۵۰**	سال (Y)
۸۰/۹۸	۶۲۳/۵۳	۶۷/۳۳	خطای ۱
۱۹۷۸۴/۶۲**	۳۰۱۴۶/۱۹**	۲۶۰۴/۶۵**	تیمار (T)
۱۹۴۱/۰۷**	۱۵۱۴۲/۹۷**	۲۷۱/۷۲**	(Y) * (T)
۱۰۶/۵۷	۵۲۸/۶۲	۲۱/۲۹	خطای ۲
۳/۱۷	۶/۲	۴/۱۹	ضریب تغییرات (%)

**، * و ^{ns}: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی علوفه در کشت های خالص و مخلوط در دو سال آزمایش و میانگین دو سال

فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (g.kg ⁻¹ DM)		فیبر نامحلول در شوینده خنثی (g.kg ⁻¹ DM)		پروتئین خام کل علوفه (g.kg ⁻¹ DM)		عملکرد کل علوفه (kg.ha ⁻¹)		نوع کشت	
سال	میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	سال
۱۳۹۵	۲۰.۴ ^h	۱۳۹۴	۲۰.۲ ^h	۱۳۹۵	۲۰.۷ ^g	۱۳۹۴	۲۰.۳ ^h	۱۳۹۵	۲۰.۴ ^h
دوسال	۲۰.۹ ^e	دوسال	۲۰.۷ ^e	دوسال	۲۰.۷ ^e	دوسال	۲۰.۷ ^e	دوسال	۲۰.۹ ^e
۱۳۹۵	۲۸۴ ^f	۱۳۹۴	۲۸۱ ^e	۱۳۹۵	۲۸۱ ^e	۱۳۹۴	۲۸۱ ^e	۱۳۹۵	۲۸۱ ^e
دوسال	۲۸۴ ^f	دوسال	۲۸۱ ^e	دوسال	۲۸۱ ^e	دوسال	۲۸۱ ^e	دوسال	۲۸۱ ^e
۱۳۹۵	۲۵۵ ^g	۱۳۹۴	۲۴۵ ^f	۱۳۹۵	۲۴۵ ^f	۱۳۹۴	۲۴۵ ^f	۱۳۹۵	۲۵۵ ^g
دوسال	۲۵۵ ^g	دوسال	۲۴۵ ^f	دوسال	۲۴۵ ^f	دوسال	۲۴۵ ^f	دوسال	۲۵۵ ^g
۱۳۹۵	۴۲۴ ^a	۱۳۹۴	۳۶۱ ^b	۱۳۹۵	۳۶۱ ^b	۱۳۹۴	۳۶۱ ^b	۱۳۹۵	۴۲۴ ^a
دوسال	۴۲۴ ^a	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۴۲۴ ^a
۱۳۹۵	۳۶۶ ^b	۱۳۹۴	۳۵۵ ^{bc}	۱۳۹۵	۳۵۵ ^{bc}	۱۳۹۴	۳۵۵ ^{bc}	۱۳۹۵	۳۶۶ ^b
دوسال	۳۶۶ ^b	دوسال	۳۵۵ ^{bc}	دوسال	۳۵۵ ^{bc}	دوسال	۳۵۵ ^{bc}	دوسال	۳۶۶ ^b
۱۳۹۵	۳۵۱ ^c	۱۳۹۴	۲۹۸ ^{fg}	۱۳۹۵	۲۹۸ ^{fg}	۱۳۹۴	۲۹۸ ^{fg}	۱۳۹۵	۳۵۱ ^c
دوسال	۳۵۱ ^c	دوسال	۲۹۸ ^{fg}	دوسال	۲۹۸ ^{fg}	دوسال	۲۹۸ ^{fg}	دوسال	۳۵۱ ^c
۱۳۹۵	۳۵۴ ^{bd}	۱۳۹۴	۲۶۳ ^{gh}	۱۳۹۵	۲۶۳ ^{gh}	۱۳۹۴	۲۶۳ ^{gh}	۱۳۹۵	۳۵۴ ^{bd}
دوسال	۳۵۴ ^{bd}	دوسال	۲۶۳ ^{gh}	دوسال	۲۶۳ ^{gh}	دوسال	۲۶۳ ^{gh}	دوسال	۳۵۴ ^{bd}
۱۳۹۵	۳۶۶ ^b	۱۳۹۴	۳۶۱ ^b	۱۳۹۵	۳۶۱ ^b	۱۳۹۴	۳۶۱ ^b	۱۳۹۵	۳۶۶ ^b
دوسال	۳۶۶ ^b	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۳۶۱ ^b	دوسال	۳۶۶ ^b
۱۳۹۵	۳۵۶ ^{bc}	۱۳۹۴	۳۶۳ ^{ab}	۱۳۹۵	۳۶۳ ^{ab}	۱۳۹۴	۳۶۳ ^{ab}	۱۳۹۵	۳۵۶ ^{bc}
دوسال	۳۵۶ ^{bc}	دوسال	۳۶۳ ^{ab}	دوسال	۳۶۳ ^{ab}	دوسال	۳۶۳ ^{ab}	دوسال	۳۵۶ ^{bc}
۱۳۹۵	۳۵۰ ^c	۱۳۹۴	۳۵۹ ^b	۱۳۹۵	۳۵۹ ^b	۱۳۹۴	۳۵۹ ^b	۱۳۹۵	۳۵۰ ^c
دوسال	۳۵۰ ^c	دوسال	۳۵۹ ^b	دوسال	۳۵۹ ^b	دوسال	۳۵۹ ^b	دوسال	۳۵۰ ^c
۱۳۹۵	۳۲۹ ^d	۱۳۹۴	۳۴۸ ^{bc}	۱۳۹۵	۳۴۸ ^{bc}	۱۳۹۴	۳۴۸ ^{bc}	۱۳۹۵	۳۲۹ ^d
دوسال	۳۲۹ ^d	دوسال	۳۴۸ ^{bc}	دوسال	۳۴۸ ^{bc}	دوسال	۳۴۸ ^{bc}	دوسال	۳۲۹ ^d

در هر ستون حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تجزیه واریانس مرکب دو سال (جدول ۵) نشان داد که بین تیمارهای کشت مخلوط از نظر TDN و DMI اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. از طرف دیگر، اثر سال از نظر میزان کل مواد مغذی قابل هضم در سطح آماری ۵ درصد و اثر متقابل تیمار در سال نیز از نظر هر دو شاخص در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین الگوهای کشت

میزان کل ماده مغذی قابل هضم علوفه (TDN)

میزان ماده خشک مصرفی (DMI)

شاخص TDN نشان دهنده فیبر، پروتئین، لیپید و ترکیبات کربوهیدرات قابل هضم و قابل دسترس علوفه برای دام می باشد و میزان آن با ADF علوفه رابطه عکس دارد. به طوریکه، با افزایش ADF از میزان TDN علوفه کاسته می شود (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶). نتایج

از تحقیق جوانمرد و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نشان داد که بیشترین میزان TDN به مخلوط ذرت های هیبرید ۳۰۱ و ۷۰۴ با لوبیا تعلق داشت که در مقایسه کشت خالص ذرت هیبرید ۱۶/۶۸ و ۷/۴۱ درصد افزایش یافت. کوچر و آلبایراک (۲۰۱۲) نیز بیان کردند که تیمارهای مخلوط ۶۵٪ نخود+ ۳۵٪ یولاف و ۶۵٪ نخود+ ۳۵٪ جو به ترتیب ۱۳/۸ درصد و ۶/۳ درصد TDN بیشتری در مقایسه با کشت خالص یولاف و جو نشان دادند. بر اساس میانگین دوسال مشخص گردید بیشترین میزان DMI از تیمارهای کشت خلر (۴۶/۴۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و مخلوط ۸۰٪ یولاف+ ۲۰٪ خلر (۴۳/۹۶ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بدست آمد دلیل این امر پایین بودن میزان NDF می باشد که در نتیجه بر میزان ماده خشک مصرفی و کیفیت علوفه افزوده می شود (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۰۶؛ صادقیپور و همکاران ۲۰۱۳).

خالص و مخلوط (جدول ۶) نشان داد که بیشترین میزان TDN در سال اول و دوم به کشت خالص خلر و کمترین آن به ترتیب به تیمارهای کشت خالص تریتیکاله و کشت خالص یولاف تعلق داشت. کمترین میزان TDN در کشت های خالص تریتیکاله و یولاف به میزان بالای ADF و همچنین محتوای زیاد لیگنین مربوط است. با توجه به مقایسه میانگین ها مشخص می شود که با افزایش نسبت کاشت خلر در کشت مخلوط بر میزان کل مواد مغذی قابل هضم علوفه و میزان ماده خشک مصرفی افزوده می شود، به طوری که در بین تیمارهای کشت مخلوط الگوی ۸۰٪ غله+ ۲۰٪ خلر بیشترین میزان TDN و DMI را به خود اختصاص داده است. با توجه به نوع غله بکار برده شده در مخلوط، بیشترین میزان مواد مغذی قابل هضم علوفه و میزان ماده خشک مصرفی به ترتیب به تیمارهای مخلوط یولاف با خلر و مخلوط جو با خلر مربوط بود که در مقایسه با کشت های خالص یولاف و جو افزایشی در حدود ۱۹ و ۲۰ درصد برتری نشان دادند. نتایج حاصل

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس مرکب سایرصفات کیفی علوفه در الگوهای کشت مخلوط و خالص

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)	ماده خشک مصرفی (DMI)	ماده خشک قابل هضم (DDM)	ارزش نسبی تغذیه ای (RFV)	انرژی ویژه شیردهی (NE _L)
سال (Y)	۱	۱۹۰۲/۴۹ *	۱۶/۷۴ ^{NS}	۶۹۲/۵۵ *	۵/۵۷ **	۰/۰۰۹ *
خطای ۱	۴	۵۲۷/۴۷	۹/۲۵	۱۹۲/۰۶	۲۲۴/۲۱	۰/۰۰۱
تیمار (T)	۱۲	۳۹۵۰۷۲/۳۵ **	۲۷۲/۱۹ **	۱۴۳۸۴۶/۵۰ **	۸۵۳۷/۱۰ **	۰/۱۳۷ **
(Y) * (T)	۱۲	۳۹۰۰۸/۴۰ **	۹۱/۳۶ **	۱۴۲۰۳/۵۴ **	۲۵۰۳/۲۰ **	۰/۰۱۳ **
خطای ۲	۴۸	۸۴۵۸/۱۲	۴/۴۹	۳۰۸۰/۰۹	۱۰۹/۷۰	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (%)		۲/۲۴	۶/۲۲	۱/۲۶	۶/۲۳	۱/۸۹

*, ** و ^{NS}: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی دار می باشد.

ماده خشک قابل هضم (DDM)

۵). همچنین، بین سال های آزمایش تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین ها روند تغییرات DDM مشابه با میزان کل ماده مغذی قابل هضم (TDN) بود. به طوریکه، کمترین ماده خشک قابل هضم در سال اول و دوم به

بر اساس تجزیه واریانس مرکب به صورت بلوک های تصادفی، بین تیمارهای مختلف و اثر متقابل سال در تیمار از نظر ماده خشک قابل هضم علوفه در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد (جدول

دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. مقایسه میانگین نتایج مربوط (جدول ۶) نشان داد که کمترین میزان RFV در سال اول از کشت خالص تریتیکاله (۱۰۴ درصد) و در سال دوم از کشت خالص جو (۱۱۵ درصد) حاصل شد. از طرف دیگر، بیشترین میزان آن در هر دو سال مربوط به تیمار کشت خالص خمر (به طور متوسط ۲۶۲ درصد) بود. نتایج مشابهی از تحقیق جوانمرد و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لگوم ها گزارش شده است. صادقیپور و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نموده اند بیشترین میزان RFV معادل ۲۲۸٪ در کشت مخلوط جو با یونجه یکساله به کشت خالص یونجه تعلق داشت. با افزایش نسبت کاشت خمر در کشت های مخلوط مقادیر ارزش نسبی به طور محسوسی افزایش یافت به طوری که اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد. مشابه با سایر صفات کیفی تیمار کشت مخلوط ۸۰٪ غله+ ۵۰٪ خمر از نظر RFV نسبت به تیمار های مخلوط افزایشی برتری نشان داد. بالا بودن غلظت ADF و NDF غلات می تواند دلیلی بر صحت این نتیجه باشد (صادقیپور و همکاران ۲۰۱۳). بر اساس مقایسه میانگین دو سال مشخص گردید کشت مخلوط یولاف+ خمر با RFV بالاتر (به طور متوسط ۱۹۶ درصد) نسبت کشت های مخلوط جو+ خمر (به طور متوسط ۱۶۰/۳۳ درصد) و تریتیکاله+ خمر (به طور متوسط ۱۴۴ درصد) برتری نشان داد. همچنین، میزان این شاخص در تیمارهای کشت مخلوط هر یک از غلات با خمر نسبت به کشت خالص جو، یولاف و تریتیکاله به ترتیب در حدود ۲۵٪، ۲۳٪ و ۱۰٪ درصد بیشتر بود.

انرژی ویژه شیردهی (NE_L)

نتایج حاصل از تجزیه مرکب انرژی ویژه شیردهی در دو سال آزمایش نشان داد بین تیمارهای کشت خالص و مخلوط، اثر متقابل نوع کشت در سطح احتمال یک درصد و اثر مربوط به سال در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۵). بنابراین، نتایج

ترتیب به تیمارهای کشت خالص تریتیکاله (۶۰۰ گرم در کیلوگرم در ماده خشک) و کشت خالص یولاف (۵۱۵ گرم در کیلوگرم در ماده خشک) و بیشترین آن به تیمار کشت خالص خمر تعلق داشت (جدول ۶). در همه کشت های مخلوط در مقایسه با کشت های خالص غلات میزان DDM به طور معنی داری افزایش یافت. چنانچه مشاهده می شود متوسط DDM حاصل از کشت مخلوط یولاف با خمر معادل ۶۱۰/۶۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک، نسبت به سایر تیمارهای مخلوط به میزان ۹ درصد بیشتر بود. دلیل این امر پایین بودن غلظت الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) می باشد. جوانمرد و همکاران (۲۰۱۹) بیان کرده اند افزایش ماده خشک قابل هضم در برخی از توده های بومی لگوم ها به همبستگی منفی بین آن با ADF و NDF و کاهش غلظت این شاخص ها مربوط است. بر اساس مقایسه میانگین دو سال (جدول ۶) در بین تیمارهای مخلوط، بیشترین میزان ماده خشک قابل هضم از تیمار ۸۰٪ جو+ ۵۰٪ خمر (۶۹۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین آن از تیمار ۱۰۰٪ یولاف+ ۲۵٪ خمر (۶۰۳ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بدست آمد. شریفی نژاد و همکاران (۲۰۱۸) نتیجه گرفتند در بین تیمارهای کشت مخلوط، بالاترین میزان ماده خشک قابل هضم مربوط به تیمار ۱۰۰٪ ذرت+ ۶۰٪ لوبیا چشم بلبلی به میزان ۷۲/۷۷ درصد بود.

ارزش نسبی تغذیه ای (RFV)

ارزش نسبی تغذیه ای شاخصی است که به منظور پیش بینی مقدار مصرف و انرژی علوفه به کار رفته و کیفیت علوفه را بر اساس میزان ماده خشک مصرفی و ماده خشک قابل هضم تعیین می کند (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶ و اسکندری ۲۰۱۷). در این آزمایش نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال (جدول ۵) نشان داد اثر نوع کشت و اثر متقابل نوع کشت در سال، در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد. همچنین، بین دو سال آزمایش از نظر ارزش نسبی تغذیه ای اختلاف معنی

غلات زمستانه)، نتایج حاصل نشان داد که به طور کلی با افزایش سهم گیاه خلر در ترکیب های تیماری مخلوط عملکرد کمی و کیفی علوفه افزایش می‌یابد. ارزیابی مزیت سیستم های مخلوط مورد مطالعه در این پژوهش بر اساس LER نشان داد به غیر از تیمار مخلوط ۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر در بقیه تیمارها نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. همچنین، بیشترین میزان LER در تیمارهای مخلوط ۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر (۱/۳۴) و ۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر (۱/۴۰) مشاهده گردید. بر اساس کیفیت علوفه تولیدی بیشترین میزان پروتئین خام کل علوفه (CP)، الیاف نامحلول در شوینده های خنثی (NDF) و اسیدی (ADF)، میزان کل ماده مغذی قابل هضم علوفه (TDN)، میزان ماده خشک مصرفی (DMI)، ماده خشک قابل هضم (DDM)، ارزش نسبی تغذیه ای (RFV) و انرژی ویژه شیردهی (NE_L) در کشت خالص خلر بدست آمد. در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط بیشترین مقادیر شاخص های مذکور به ترکیب های مخلوط ۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر و ۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر تعلق داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اجرای سیستم های کشت مخلوط خلر با جو و یولاف زمستانه با نسبت کاشت ۵۰:۸۰ به ویژه در مناطق نیمه خشک و خشک با سیستم زراعی کم نهاده، می‌تواند علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم های کشاورزی و پایداری سیستم، در افزایش کیفیت علوفه و به تبع آن افزایش کیفیت فرآورده های دامی تاثیر بسزایی داشته باشد.

حاصل از مقایسه میانگین ها از نظر انرژی ویژه شیردهی در جدول ۶ ارائه شده اند. همانند صفات کیفی مورد مطالعه، بیشترین میزان انرژی ویژه شیردهی در هر دو سال به کشت خالص خلر تعلق داشت و کمترین آن در سال اول از تیمار کشت خالص جو (۱۲۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و در سال دوم از تیمار کشت خالص یولاف (۱۰۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک) حاصل شد. میزان NE_L در کشت های مخلوط با افزایش نسبت کاشت گیاه خلر یک روند افزایشی را نشان داد. با این وجود، بین تیمارهای مخلوط از نظر این شاخص اختلاف معنی داری وجود نداشت. صادقیپور و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کرده اند در کشت مخلوط جو و یونجه از نظر NE_L بین تیمارهای مخلوط افزایشی اختلاف معنی داری وجود نداشت. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایش ارزیابی کیفیت علوفه کشت مخلوط ماشک با یولاف و تریتیکاله نتیجه گرفتند که تیمار کشت مخلوط تاثیر معنی داری روی شاخص کیفی انرژی ویژه شیردهی نداشت. بر اساس میانگین دو سال (جدول ۶) کشت مخلوط جو + خلر با NE_L معادل ۱/۵۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک نسبت به کشت مخلوط خلر با سایر غلات برتری نشان داد. دلیل این امر می‌تواند به غلظت پایین الیاف نامحلول در شوینده های اسیدی (ADF) گیاه جو باشد.

نتیجه گیری کلی

بر اساس اهداف تحقیق حاضر (ارزیابی کارایی، عملکرد و شاخص های کیفی علوفه در مخلوط خلر و

جدول ۶- مقایسه میانگین سایر صفات کیفی علوفه در کشت های خاص و مخلوط در دو سال آزمایش و میانگین دو سال

انرژی ویژه شیردهی (g.kg ⁻¹ .DM)		ارزش نسبی تغذیه ای (%)		ماده خشک قابل محضم (g.kg ⁻¹ .DM)		ماده خشک مصرفی (g.kg ⁻¹ .DM)		کل مواد مغذی قابل محضم (g.kg ⁻¹ .DM)		نوع کشت
میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	
۱/۳۶ ^a	۱۳۹۵	۳۶۲ ^a	۳۳۴ ^a	۲۹۰ ^a	۷۳۳ ^a	۷۳۸ ^a	۵۱/۵۰ ^a	۷۵۰ ^a	۷۴۷ ^a	کشت خالص خنر
۱/۴۹ ^d	۱۳۹۴	۱۲۸ ^b	۱۱۵ ^b	۱۴۱ ^b	۶۵۰ ^d	۶۴۷ ^d	۲۸/۸۹ ^f	۶۱۵ ^d	۶۱۳ ^d	کشت خالص جو
۱/۵۵ ^c	۱۳۹۵	۱۴۵ ^{bc}	۱۲۸ ^{bc}	۱۶۳ ^d	۶۶۸ ^c	۶۷۰ ^c	۲۴/۸۱ ^{de}	۶۴۷ ^c	۶۵۰ ^c	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خنر
۱/۵۶ ^c	۱۳۹۴	۱۵۶ ^d	۱۳۷ ^{bc}	۱۷۶ ^{cd}	۶۷۰ ^c	۶۷۱ ^c	۳۱/۳۸ ^{de}	۶۵۰ ^c	۶۵۲ ^c	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خنر
۱/۶۳ ^b	۱۳۹۵	۱۸۰ ^c	۱۵۱ ^{de}	۲۰۹ ^b	۶۸۲ ^b	۶۹۸ ^b	۲۸/۵۶ ^d	۶۸۲ ^b	۶۹۶ ^b	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خنر
۱/۸۹ ^e	۱۳۹۴	۱۵۹ ^d	۱۵۴ ^b	۱۶۴ ^d	۵۵۸ ^b	۶۰۳ ^{cd}	۳۷/۸۸ ^c	۴۶۶ ^b	۴۹۳ ^b	کشت خالص یولاف
۱/۳۴ ^f	۱۳۹۵	۱۸۶ ^c	۱۹۴ ^c	۱۷۹ ^{cd}	۵۹۵ ^b	۶۱۲ ^{cd}	۴۱/۹۹ ^b	۵۴۱ ^b	۵۵۵ ^{bc}	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خنر
۱/۳۸ ^{ef}	۱۳۹۴	۱۹۳ ^c	۲۰۰ ^{bc}	۱۸۵ ^c	۶۱۶ ^{cd}	۶۱۶ ^{cd}	۴۷/۰۴ ^b	۵۶۱ ^f	۵۶۱ ^{cd}	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خنر
۱/۳۸ ^f	۱۳۹۵	۲۰۹ ^b	۲۱۲ ^b	۲۰۵ ^b	۶۱۳ ^{cd}	۶۰۴ ^{cd}	۴۵/۴۳ ^a	۵۵۷ ^{gh}	۵۷۲ ^e	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خنر
۱/۳۴ ^f	۱۳۹۴	۱۳۰ ^{cd}	۱۵۷ ^a	۱۰۴ ^e	۶۰۸ ^{cd}	۶۰۰ ⁱ	۳۳/۳۸ ^e	۵۴۲ ^g	۵۴۸ ^{de}	کشت خالص ترتیکاله
۱/۳۷ ^f	۱۳۹۵	۱۳۸ ^{cd}	۱۶۲ ^{cd}	۱۱۴ ^{de}	۶۱۷ ^{cd}	۶۰۷ ^{cd}	۳۳/۸۴ ^e	۵۵۴ ^{gh}	۵۶۲ ^{de}	۱۰۰٪ ترتیکاله + ۲۵٪ خنر
۱/۳۸ ^f	۱۳۹۴	۱۴۴ ^{cd}	۱۶۶ ^{cd}	۱۲۲ ^{cd}	۶۲۳ ^c	۶۱۰ ^{cd}	۳۴/۳۶ ^c	۵۶۲ ^f	۵۵۰ ^{gh}	۱۰۰٪ ترتیکاله + ۵۰٪ خنر
۱/۴۴ ^g	۱۳۹۵	۱۵۲ ^{cd}	۱۷۷ ^d	۱۲۸ ^{cd}	۶۴۸ ^c	۶۱۸ ^{cd}	۳۵/۳۹ ^c	۵۸۹ ^g	۶۱۴ ^d	۱۰۰٪ ترتیکاله + ۵۰٪ خنر

در هر ستون حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi A, Dabbagh Mohammadi Nassab A, Zehtab-Salmasi S and Amini R. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Sustainable Production and Agriculture Science*, 20: 77-87. (In Persian).
- Ahmadi A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Zehtab Salmasi S, Amini R and Janmohammadi H, 2011. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Agricultural Science*, 4: 77-87.
- Amani Machiani M, Javanmard A, Morshedloo MR and Maggi F, 2018. Evaluation of yield, essential oil content and compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Cleaner Production*, 171: 529-537.
- Anil JP, Phipps RH and Miller FA, 1998. Temperate intercropping of cereals for forage: Review of potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, 53: 301-317.
- Azarakhshi M, Farzadmehr J, Eslah M and Sahabi H. 2013. An investigation on trends of annual and seasonal rainfall and temperature in different climatologically regions of Iran. *Journal of Range and Watershed Management*, 66: 1-16. (In Persian).
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325- 332.
- Bremner JM and Breitenbeck GA, 1983. A simple method for determination of ammonium in semi micro Kjeldahl analysis of soils and plant materials using a block digester. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 14: 905-913.
- Caballero R, Goicoechea EL and Hernaiz PJ, 1995. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of common vetch. *Field Crops Research*. 41: 135-140.
- Dhima KV, Lithourgidis, AA, Vasilakoglou IB and Dordas CA, 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. *Field Crop Research* 100: 249-256.
- Eskandari H, 2017. Mixing of cereals and legumes is a good way to increase forage quantity and quality. *Journal of Research Findings in Crops*, 6: 79-94.
- Eskandari H and Javanmard A, 2013. Evaluation of Forage Yield and Quality in Intercropping Patterns of Maize (*Zea mays* L.) and Cow pea (*Vigna sinensis* L.). *Journal of Sustainable Production and Agriculture Science*, 23: 102-110.
- Ghanbari-Bonjar A and Lee H, 2002. Intercropped field beans (*Vicia faba* L.) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: Effect of nitrogen on forage yield and quality. *Journal of Agriculture Science*, 38: 311-315.
- Ghosh PK, 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut / cereal fodder intercropping systems in the semi- arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88: 227- 237.
- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi-Nasab A, Javanshir A, Moghaddam M and Janmohammadi H, 2009. Forage yield and quality in intercropping of maize with different legumes as doublecropped. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(1):163-166.
- Javanmard A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Nasiri Y and Shekari F, 2015. Evaluation of forage yield and some advantage indices in maize-legume intercropping as double cropping. *Journal of Crop Production and Processing*, 12: 39-81. (In Persian).

- Lamei Harvani J and Alizadeh KH, 2014. The selection of most suitable combination in mixed cropping of hairy vetch with barley or triticale under Zanjan rainfed condition. *Journal of Iranian Agricultural Sciences*, 1: 17-39. (In Persian).
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA and Yiakoulaki MD, 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99: 106–113.
- Lithourgidis AS, Vlachostergios DN, Dordas CA and Damalas CA, 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34: 287-294.
- Mead R, Willey RW, 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Experimental Agriculture*, 16: 217–228.
- Roozbahani A, 2016. Evaluation of quantity and quality of forage in intercropping of vetch (*Vicia panonica* L.) and Grasspea (*Lathyrus sativus* L.) with annual grasses under rain fed conditions of Markazi Province in Iran. *Seed and Plant Production*, 1: 81-95. (In Persian).
- Ross SM, King JR, O Donovan JT and Spaner D, 2005. The productivity of oats and berseem clover intercrops. I. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Grass and Forage Science*, 60: 74-86.
- Sadeghpour A, Jahanzad E, Esmaili A, Hosseini MB and Hashemi M, 2013. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. *Field Crops Research*, 148: 43-48.
- Sharifi Nejad M, Ghanbari A and Sirousmehr AR, 2018. Evaluation of the Ecophysiological Aspects and Forage Quality Indices in the Intercropping of Maize (*Zea mays* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Journal of Agroecology*, 10: 267-280.
- Vlachostergios DN, Lithourgidis AS and Dordas CA, 2018. Agronomic, forage quality and economic advantages of red pea (*Lathyrus cicera* L.) intercropping with wheat and oat under low-input farming. *Grass and Forage Science*, 73:777–788.
- Willey RW, 1990. Resources use in intercropping systems. *Agricultural Water Management*, 17: 215-231.
- Willey RW and Osiro DS, 1972. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with particular references to plant population. *Journal of Agricultural Sciences*, 79: 519-529.