

## عملکرد علوفه و سودمندی کشت مخلوط تاخیری خلر (*Lathyrus sativus* L.) و غلات یکساله در الگوهای مختلف کشت

حسن دهقانیان<sup>۱</sup>، مرتضی برمکی<sup>۲\*</sup>، عادل دباغ محمدی نسب<sup>۳</sup>، جمال سیف دواتی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۶

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

به منظور ارزیابی عملکرد علوفه و سودمندی در کشت مخلوط خلر با جو، یولاف و تریتیکاله، آزمایشی در سال های زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. تیمارها شامل کشت خالص جو، یولاف و تریتیکاله در تراکم مطلوب و کشت مخلوط خلر با هر یک از غلات (در مرحله ظهور برگ پرچم) در سه نسبت کشت خلر: غله ۱۰۰:۲۵، ۱۰۰:۵۰ و ۸۰:۵۰ بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد کل علوفه به تیمارهای ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر (۸۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر (۸۰۹۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین میزان آن به کشت خالص خلر (۴۷۵۸ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. همچنین، بیشترین میزان پروتئین خام از تیمار کشت خالص خلر (۱۵۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین آن از تیمار کشت خالص تریتیکاله (۷۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک) حاصل شد. نسبت برابری زمین (LER) بر اساس میانگین دو سال به غیر از تیمار ۱۰۰٪ تریتیکاله-۵۰٪ خلر، در بقیه تیمارهای مخلوط بیشتر از یک بود که بیانگر سودمندی کشت مخلوط می باشد. نتایج مربوط به مجموع ارزش نسبی (RVT) نشان داد بیشترین سودمندی اقتصادی از تیمارهای ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر (۱/۴۰) و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر (۱/۳۴) بدست آمد. به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که می توان الگوهای ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر را به علت دارا بودن عملکرد علوفه خشک، عملکرد پروتئین خام و سودمندی اقتصادی بیشتر، به عنوان مناسبترین الگوی کشت مخلوط پیشنهاد نمود.

واژه های کلیدی: پروتئین، سودمندی اقتصادی، عملکرد علوفه، لگوم، نسبت برابری زمین (LER)

## Forage Yield and Relay Intercropping Advantage of Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and Annual Cereals at Different Cropping Patterns

Hassan Dehghanian<sup>1</sup>, Morteza Barmaki<sup>2\*</sup>, Adel Dabbagh Mohammadi Nassab<sup>3</sup>, Jamal Seifdavati<sup>4</sup>

Received: June 10, 2019 Accepted: October 28, 2019

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., Dept. of Eco0Physiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

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

\*Corresponding Author Email: m\_barmaki@uma.ac.ir

### Abstract

In order to evaluate the forage yield, crude protein and advantage indices of grass pea-cereal intercropping systems, a field study (2015-2016 and 2016-2017) was conducted as randomized complete block design (RCBD) with 13 treatments and three replications at the research station of Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. The treatments were sole planting of grass pea, barley, oat and triticale and intercropping grass pea with each of the above cereals (in the flag leaf appearance stage), in three seeding ratios (grass pea: cereal; 25:100, 50:100 and 50:80). The results showed that the highest and lowest forage yield were obtained in 80% grass pea-100% oat (8410 kg.ha<sup>-1</sup>), 80% grass pea-100% barley (8094 kg.ha<sup>-1</sup> and grass pea sole crop (4758 kg.ha<sup>-1</sup>), respectively. Also, the highest and lowest crude protein was recorded in grass pea (152 g. kg.DM<sup>-1</sup>) and triticale (77 g. kg.DM<sup>-1</sup>) monocrops, respectively. The land equivalent ratio (LER) value was greater than one in most of intercropped treatments with the exception of grass pea- triticale (50:100), which indicates advantage of mixtures compared with monocrops. Economic advantage in terms of relative value total (RVT) was greatest in the cases of grass pea mixtures with oat and barley (1.34 and 1.24, respectively) at the 50:80 seeding ratio. Generally, the results of this research showed that the grass pea intercropped with oat and barley at the 50:80 seeding ratio can be selected as the best legume-cereal intercropping systems due to higher forage yield, crude protein and economic benefit.

**Keywords:** Economical Advantage, Forage Yield, Legume, LER, Protein

## مقدمه

سیستم های کشاورزی رایج مشکلات زیادی را از قبیل کاهش تنوع گیاهی، عدم ثبات عملکرد، افزایش آفات و خسارات بیماری ها، افزایش فرسایش خاک و نابودی منابع طبیعی ایجاد کرده اند (کسام و برمر ۲۰۱۳). از زمان های قدیم، کشاورزان به منظور افزایش تولید و پایداری، سیستم های زراعی مختلفی شامل تناوب زراعی، کشت تاخیری و کشت مخلوط گرامینه های یکساله با لگوم ها را توسعه داده اند. کشت مخلوط عبارت از کشت همزمان دو یا چند گونه زراعی در یک زمین زراعی و در طول یک فصل زراعی می باشد (افوری و استرن ۱۹۸۷). علیرغم تفاوت در زمان کاشت و برداشت، این گیاهان معمولاً در بخشی از دوره رشد و یا در کل دوره رشد در مجاورت هم بوده و بین آنها رقابت وجود دارد (آینه بند ۲۰۰۷؛ مظاهری ۱۹۹۸).

از مزایای متعدد سیستم های کشت مخلوط، بویژه مخلوط غله و لگوم، می توان به عملکرد کل بالاتر و کارایی بهتر استفاده از زمین (دیما و همکاران ۲۰۰۷)، ثبات عملکرد سیستم زراعی (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶)، استفاده بهینه از نور، آب و مواد غذایی (جوانمرد و همکاران ۲۰۰۹)، حفاظت خاک (آنیل و همکاران ۱۹۹۸) و کنترل آفات و علف های هرز (بانیک و همکاران ۲۰۰۶) اشاره نمود. در این نظام کشت بعلت شباهت هایی که با نظام طبیعی دارد، اصول و روابط اکولوژیک در آن رعایت شده و در نتیجه با ایجاد یک سیستم خود اتکا و با ثبات، کارایی بالایی در استفاده از نهاده های طبیعی بدست می آید (آینه بند ۲۰۰۷). کشت مخلوط بسیاری از لگوم های یکساله با غلات دانه ریز زمستانه به منظور تولید علوفه در بیشتر کشورهای دنیا اجرا می شود. در سیستم های کشت مخلوط به دلیل راندمان بالای استفاده از منابع محیطی قابل دسترس، عملکرد علوفه و دانه بیشتری در مقایسه با سیستم های تک کشتی بدست می

آید (واندرمیر ۱۹۹۰). می توان استنباط نمود که در این سیستم ها، گونه های زراعی به دلیل تفاوت های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی و بسته به اثرات متقابل، از منابع محیطی قابل دسترس به طور موثرتری استفاده می کنند. برای مثال می توان به کشت مخلوط خلر-جو (شبیبری و همکاران ۲۰۱۵)، جو-باقلا (زمانی و نوروزی ۲۰۱۷)، یولاف-ماشک گل خوشه ای (جهانگیری و همکاران ۲۰۱۵) و خلر-جو، خلر-تریتیکاله (لامعی هروانی ۲۰۱۲) اشاره نمود. به نظر می رسد غلات به علت رشد سریعتر ریشه ها در مقایسه با لگوم ها توان رقابتی بالاتری در استفاده از نیتروژن معدنی خاک دارند (فوجیتا و همکاران ۱۹۹۲). در مقابل، لگوم ها از قدرت تثبیت بیولوژیکی ازت بیشتری برخوردارند، بنابراین استفاده مکمل گونه های مخلوط از منابع نیتروژنی می تواند عامل اصلی توسعه سیستم های زراعی با نهاده های کم و زراعت ارگانیک باشد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱). جهانگیری و همکاران (۲۰۱۵) نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب با ۶۲/۸۸ و ۱۵/۷۲ تن در هکتار از کشت مخلوط یولاف-ماشک گل خوشه ای با نسبت ۶۰:۴۰ بدست آمد. نتایج تحقیقات لامعی هروانی (۲۰۱۲) نشان داد که عملکرد ماده خشک در کشت مخلوط خلر با جو ۳۸/۲ تا ۶۸/۵ درصد بیشتر از کشت مخلوط خلر با تریتیکاله بود. همچنین نسبت برابری زمین ( $LER^1$ ) در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک بدست آمد که نشان دهنده سودمندی عملکرد نسبت به کشت های خالص می باشد. احمدی و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه ای نتیجه گرفتند که بیشترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار مخلوط ۱۰۰:۱۵ (ماشک-جو) با مقدار ۷۰۳۰ کیلوگرم در هکتار و سودمندی مخلوط ( $IA^2$ ) برابر با ۴/۴۱ بود. همچنین تیمار مخلوط ۱۰۰:۳۰ با عت افزایش ۳۲ درصدی کارایی استفاده از زمین ( $LER=1/32$ ) شده

پایین است (لاوس و جونز ۱۹۷۱). در کشت مخلوط، غلات همراه ساختار کانوپی را از نظر نفوذ نور کافی و کاهش رشد علف های هرز برای رشد لگوم فراهم می کنند. 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 می افزاید (امانی ماچسانی و همکاران ۲۰۱۸).

به طور کلی هدف از آزمایش های کشت مخلوط افزایش کمیت و کیفیت علوفه تولیدی بویژه در مناطق بارندگی کم و با منابع رشدی محدود می باشد. بنابراین پژوهش حاضر به منظور ارزیابی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط خلر-غله و معرفی بهترین ترکیب کشت مخلوط از نظر کمیت علوفه، سودمندی و کارایی استفاده از منابع قابل دسترس اجرا شد.

#### مواد و روش ها

این پژوهش در سال های زراعی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در ۱۰ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی ۱۷° و ۴۶° و عرض جغرافیایی ۵ و ۳۷ و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا با اقلیم نیمه خشک سرد اجرا شد. این منطقه جزو اقلیم های نیمه استپی و نیمه خشک سرد محسوب می شود. فصل تابستان در این محل، علیرغم بارندگیهای پراکنده بسیار خشک است. میانگین حداقل، متوسط و حداکثر سالانه دما در طی یک دوره ۱۰ ساله به ترتیب ۲/۲، ۱۰ و ۱۶ درجه سانتیگراد و متوسط بارندگی سالانه برابر با ۲۷۱/۳ میلیمتر گزارش شده است که بیشترین مقدار آن (۴۱/۷ میلی متر) در اردیبهشت ماه و کمترین آن (۲/۷۷ میلی متر) در شهریور ماه رخ می دهد (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۷۶). دیاگرام هواشناسی مربوط به دو سال آزمایش، در شکل ۱ آورده شده است. قبل از اجرای آزمایش چند نمونه تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک مزرعه مورد نظر برداشته و خصوصیات فیزیک و شیمیایی آن اندازه گیری شد (جدول ۱). آزمایش به

و بالاترین مجموع ارزش نسبی ( $RVT = 1/14$ ) نیز از این تیمار بدست آمد. به منظور ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط شاخص های متعددی استفاده می شود. وایلی و اوسپرو (۱۹۷۲) برای اولین بار اصطلاح نسبت براری زمین (LER) را به عنوان یک شاخص عملکرد ترکیبی و به منظور ارزیابی سودمندی سیستم های کشت مخلوط پیشنهاد نمودند. این معیار نسبت میزان زمین مورد نیاز کشت خالص را در مقایسه با کشت مخلوط توصیف می کند و عبارت از نسبت سطح زمینی است که لازم است تا با کشت خالص گیاه عملکردی مشابه کشت مخلوط بدست آید (جوانشیر و همکاران ۲۰۰۰). همچنین، این معیار می تواند به عنوان شاخص کارایی بیولوژیکی جهت ارزیابی اثرات متغیرهای مختلف زراعی (از قبیل سطوح حاصلخیزی، تراکم گیاهی، عملکرد واریته ای و تاریخ کاشت) به کار رود.

گیاه خلر یا سنگینک (*Lathyrus sativus* L.) گیاهی است یکساله از خانواده حبوبات و بومی آسیای جنوب غربی که به علت بر خورداری از برخی خصوصیات رشدی منحصر بفرد از قبیل رشد سریع، تحمل به تنش های 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 می گیرد (لامعی هروانی و عزیززاده ۲۰۱۴). از طرف دیگر، غلات دانه ریز مختلفی شامل گندم، جو، یولاف، چاودار و تریتیکاله جهت کشت مخلوط با لگوم های علوفه ای یکساله آزمایش شده اند (کابلرو و گوئیسوچ ۱۹۹۵؛ تامپسون و همکاران ۱۹۹۲؛ لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶). کشت خالص لگوم یا غله عملکرد علوفه و پروتئین کافی تولید نمی کند (عثمان و نرسویان ۱۹۸۶). لگوم های علوفه ای یکساله نظیر خلر بیوماس کمی تولید می کنند بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک. از طرف دیگر، غلات دانه ریز عملکرد علوفه بالایی از نظر وزن خشک تولید می کنند اما کیفیت علوفه تولیدی آنها

حذف حاشیه برداشت شد. علوفه برداشت شده در هوای آزاد خشک شد و سپس وزن ثبت شده به عملکرد علوفه خشک در نظر گرفته شد. درصد پروتئین خام علوفه توسط دستگاه کجلدال<sup>۱</sup> 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 (ین و واین، ۲۰۰۵). در این پژوهش به منظور ارزیابی کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از شاخص نسبت برابری زمین ( $LER^2$ ) و مجموع ارزش نسبی ( $RYT^3$ ) استفاده شد. نسبت برابری زمین با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود (مید و وایلی ۱۹۸۰):

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

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. برای محاسبه نسبت برابری زمین عملکرد پروتئین از مقادیر عملکرد پروتئین در کشت های مخلوط و خالص استفاده شد. نسبت برابری زمین بزرگتر از یک ( $LER > 1$ ) سودمندی کشت مخلوط را در مقایسه با کشت خالص نشان می دهد. مجموع عملکرد نسبی ( $RYT$ ) به عنوان یک شاخص اکولوژیک و به منظور بررسی رقابت بین اجزای مخلوط در استفاده از منابع محدود قابل دسترس بکار می رود. برای محاسبه این شاخص از رابطه زیر استفاده می شود (مظاهری ۱۳۸۱):

$$RYT = RY_g + RY_c = (Y_{gc}/Y_g) + (Y_{cg}/Y_c)$$

در این رابطه  $RY_g$  عملکرد نسبی جزء خلر و  $RY_c$  عملکرد نسبی جزء گراس می باشد. اگر  $RYT = 1$  باشد،

صورت بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و ۱۳ تیمار اجرا شد. تیمارها شامل کشت های خالص ارقام محلی خلر (*Lathyrus sativus*)، جو (*Hordeum vulgare*)، رقم ماکویی، یولاف (*Avena sativa*) و تریتیکاله (*Triticosecale Wittmack*) در تراکم های مطلوب ۲۵۰، ۴۰۰، ۴۰۰ و ۳۵۰ بوته در متر مربع و کشت مخلوط خلر با هریک از غلات ذکر شده در سه نسبت کاشت ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ و ۵۰:۸۰ (خلر-غله %) بود. غلات فوق به دلیل مقاومت به سرما و مناسب برای کاشت در منطقه انتخاب شدند. برای اولین بار در این آزمایش الگوی کشت مخلوط لگوم و غله با نسبت کاشت ۵۰:۸۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. کلیه بذور مورد استفاده از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. مساحت هر کرت در تیمارهای خالص و مخلوط ۸ متر مربع (۴ متر طول-۲ متر عرض) با ۸ ردیف کاشت بود. فاصله ردیف های کاشت برای خلر و گرامینه ها در تیمارهای خالص و مخلوط ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. در هر دو سال، آزمایش در زمین های متفاوت و در همان منطقه به اجرا در آمد. جهت آماده سازی بستر بذر، اوایل پائیز در هر دو سال آزمایش شخم نیمه عمیق بوسیله گاواهن برگرداندار انجام شده و غلات پائیزه به صورت ردیفی با رعایت تراکم های مورد نظر و با دست کشت گردید. در بهار هر سال و در مرحله ظهور برگ پرچم در غلات، کشت خلر ما بین ردیف ها انجام گردید. بلافاصله بعد از کشت اولین آبیاری انجام شد. کود اوره به میزان ۵ کیلوگرم در دو نوبت، در مرحله سبز شدن غلات در پاییز و در بهار سال بعد پس از کاشت خلر به زمین اضافه شد. در طول دوره رشد وجین دستی علف های هرز در چندین نوبت صورت پذیرفت. برداشت غلات در مرحله شیری (اواخر خرداد) و خلر در اوایل نیام دهی (اواسط تیر ماه) انجام گرفت. به منظور تعیین عملکرد علوفه خشک از هر کرت سطحی معادل ۲/۵ متر مربع پس از

- 1- Kejeldhal
- 2- Land equivalent ratio
- 3- Relative yield total

در این رابطه  $a$  قیمت علوفه خزر،  $b$  قیمت علوفه هر یک از گراس ها،  $P_1$  و  $P_2$  به ترتیب عملکرد علوفه خزر و گراس ها در کشت مخلوط و  $M_1$  حداکثر عملکرد خالص خزر می باشد.  $RVT$  بزرگتر از یک نشان دهنده مزیت کشت مخلوط است. از طرفی، در صورتی که ارزش نسبت برابری زمین کمتر از یک باشد، محاسبه  $RVT$  ضرورتی ندارد. 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.

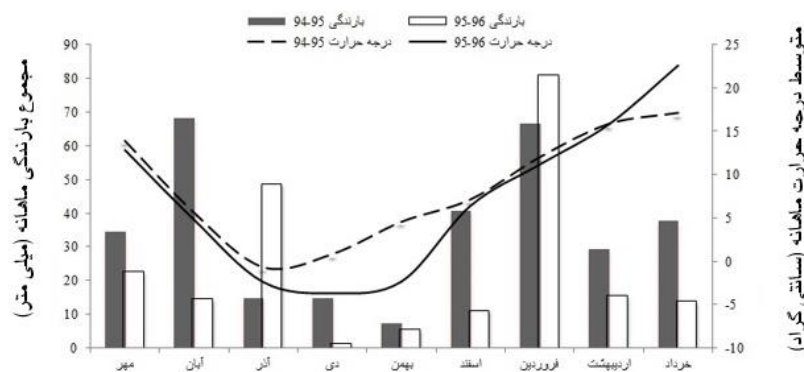
نشان می دهد که بین اجزای کشت مخلوط از نظر استفاد از منابع محدود رقابت کامل دارند. زمانیکه  $RVT > 1$  بدین معنی است که سیستم کشت مخلوط رشد و عملکرد گونه ها را بهبود بخشیده است و در بین اجزای مخلوط رقابت جزئی برقرار است. در مقابل، زمانیکه  $RVT < 1$ ، تاثیر منفی روی رشد و عملکرد اجزای دارد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۰۶).

در این پژوهش به منظور تعیین الگوی کشت مناسب بر اساس عملکرد اقتصادی از شاخص مجموع ارزش نسبی ( $RVT$ ) استفاده شد که به صورت زیر محاسبه می شود:

$$RVT = (aP_1 + bP_2) / aM_1$$

جدول ۱. برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک

مواد آلی (%)	% CaCO <sub>3</sub>	K (mg.kg <sup>-1</sup> )	P (mg.kg <sup>-1</sup> )	EC (dS.m <sup>-1</sup> )	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



شکل ۱- مجموع بارندگی و متوسط درجه حرارت دو سال زراعی

کشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین ها (جدول ۳) نشان داد که عملکرد علوفه خشک خزر در هر دو سال آزمایش و در همه تیمارهای مخلوط در مقایسه با کشت خالص به طور چشمگیری کاهش

## نتایج و بحث

### عملکرد علوفه خشک خزر

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲)، عملکرد علوفه خشک خزر تحت تاثیر نسبت های مختلف

با دو تیمار افزایشی ۲۵:۱۰۰ و ۵۰:۱۰۰ با اختلاف معنی دار بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. می توان چنین استنباط نمود که در این حالت از مخلوط رقابت درون و برون گونه ای کاهش یافته و اجزای مخلوط در استفاده از منابع قابل دسترس رقابت مکملی دارند. مقایسه تیمارهای مخلوط خلر با جو، یولاف و تریتیکاله در نسبت های مشابه نشان داد که میانگین عملکرد علوفه خشک خلر در مخلوط با یولاف بیشتر از مخلوط خلر با جو (به میزان ۷ درصد) و تریتیکاله (به میزان ۳۷ درصد) می باشد. این امر می تواند بیانگر مزیت کشت مخلوط این گیاه علوفه ای با یولاف باشد. به طوریکه، در هر دو سال آزمایش، بالاترین متوسط عملکرد کشت مخلوط از تیمار مخلوط خلر و یولاف (۲۲۸۸ و ۱۶۴۱ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. بر اساس میانگین دو سال، بیشترین عملکرد مخلوط از تیمارهای ۸۰:۵۰- جو-خلر (۲۵۰۵ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰:۵۰- یولاف-خلر (۲۵۴۴ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.

یافت. نتایج حاصل از آزمایشات متعدد مربوط به کشت مخلوط لگوم ها و غلات حاکی است که عملکرد کشت مخلوط به علت رقابت بین اجزا معمولاً حد واسط یا کمتر از عملکرد کشت خالص می باشد (واندرمیر ۱۹۹۰؛ کابلرو و همکاران ۱۹۹۵). همچنین صادقیپور و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط جو و یونجه یکساله گزارش کردند که بیشترین میانگین عملکرد علوفه یونجه در دو سال آزمایش (۱۸۹۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص یونجه به دست آمد و علت آن را پایین بودن رقابت درون گونه ای بیان نمودند. در این آزمایش بیشترین عملکرد علوفه مخلوط در سال اول و دوم به ترتیب به تیمارهای ۸۰:۵۰- جو-خلر (۲۹۹۴ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰:۵۰- یولاف-خلر (۲۲۱۰ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. همچنین، کمترین عملکرد علوفه در هر دو سال آزمایش مربوط به تیمار ۱۰۰:۰ تریتیکاله-۲۵:۰ خلر بود. عملکرد علوفه خلر در تمام تیمارهای کشت مخلوط با افزایش نسبت کاشت خلر، افزایش یافت. در هر دو سال و در تیمارهای مخلوط، تیمار ۵۰:۸۰ در مقایسه

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد علوفه خلر برای کشت های خالص و مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال (Y)	۱	۹۴۰۱۸۳۳/۳۵ **
خطای ۱	۴	۳۰۱۱۵۰/۵۲
تیمار (T)	۹	۷۳۵۶۲۳۷/۱۵ **
(Y) * (T)	۹	۲۶۲۸۳۲/۵۷ **
خطای ۲	۳۶	۶۲۷۶۵/۱۴
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۶۶

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

دار شد. مقایسه میانگین ها (جدول ۵) نشان داد که با افزایش نسبت خلر در مخلوط، عملکرد علوفه گرامینه نسبت به کشت خالص هر یک از آنها به طور معنی دار کاهش می یابد.

### عملکرد علوفه خشک غلات

نتایج تجزیه واریانس عملکرد علوفه خشک گراس ها (جدول ۴) نشان داد که بین تیمارهای خالص و مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین اثر سال برای همه گرامینه ها و اثر متقابل تیمار در سال فقط برای یولاف در سطح احتمال ۱ درصد معنی

جدول ۳- میانگین عملکرد علوفه خشک خلر (کیلوگرم در هکتار) در دو سال آزمایش و میانگین دو سال

میانگین دو سال	عملکرد علوفه خشک خلر ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )		نوع کشت
	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	
۴۷۵۸ a	۳۸۷۷ a	۵۶۴۰ a	کشت خالص خلر
۱۲۶۸ e	۱۰۹۹ fg	۱۴۳۶ de	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خلر
۱۶۹۷ cd	۱۳۳۱ de	۲۰۶۳ c	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۲۵۰۵ b	۲۰۱۶ c	۲۹۹۴ b	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱۵۲۵ cde	۱۲۵۲ ef	۱۷۹۸ cd	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خلر
۱۸۱۳ c	۱۴۶۱ d	۲۱۶۵ c	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۲۵۴۴ b	۲۲۱۰ b	۲۸۷۸ b	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۸۶۷ f	۷۲۳ h	۱۰۱۱ e	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۲۵٪ خلر
۱۳۸۶ e	۹۱۸ g	۱۸۵۴ cd	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر
۱۴۲۶ de	۹۴۳ g	۱۹۰۸ cd	۸۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر

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

تیمارهای مخلوط با افزایش سهم گیاه خلر از عملکرد علوفه غله کاسته شد. در واقع با افزایش سهم هر یک از اجزای مخلوط رقابت بر سر کسب منابع محدود در آشیان اکولوژیکی گونه ها افزایش یافته و از عملکرد سیستم مخلوط کاسته می شود (دیما و همکاران ۲۰۰۷). با توجه به مقایسه میانگین ها (جدول ۵) مشخص می شود که غلات در سال اول نسبت به سال دوم از عملکرد علوفه بیشتری برخوردار هستند که این امر می تواند به علت شرایط محیطی مطلوب، حاصلخیزی بیشتر خاک و دریافت بالای تشعشعات فتوسنتزی باشد (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۵). بر اساس میانگین دو سال، روند تغییرات عملکرد علوفه گراس ها مشابه سال ۱۳۹۴ بود. به طوریکه، بیشترین عملکرد علوفه سیستم مخلوط با اختلاف ۲۰ درصد مربوط به کشت مخلوط خلر و یولاف بود.

بیشترین عملکرد علوفه خشک در تیمارهای کشت خالص و مخلوط در سال های اول و دوم به ترتیب به گیاهان تریتیکاله و یولاف تعلق داشت. در بین تیمارهای کشت مخلوط در سال اول کاشت، بیشترین عملکرد علوفه با اختلاف معنی دار مربوط به تیمارهای ۱۰۰٪ جو - ۲۵٪ خلر (۶۲۸۸) و سپس تیمار ۱۰۰٪ تریتیکاله - ۲۵٪ خلر (۶۵۱۹ کیلوگرم در هکتار) بود. در سال دوم بیشترین عملکرد علوفه در تیمارهای ۱۰۰٪ تریتیکاله - ۲۵٪ خلر (۶۰۱۰ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰٪ یولاف - ۵۰٪ خلر (۶۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد علوفه در کشت مخلوط نخود و غلات از تریتیکاله بدست آمد. از طرف دیگر، کمترین عملکرد مخلوط در سال های اول و دوم به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۰۰٪ یولاف - ۵۰٪ خلر (۵۵۲۸ کیلوگرم در هکتار) و ۱۰۰٪ تریتیکاله - ۵۰٪ خلر (۴۲۶۷ کیلوگرم در هکتار) بود. در تمام

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه غلات در کشت خالص و کشت های مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد علوفه جو	عملکرد علوفه یولاف	عملکرد علوفه تریتیکاله
سال (Y)	۱	۳۵۰۶۵۸/۳۷**	۲۸۵۸۴۲۰۲/۶۷**	۱۵۳۷۱۲۰۲/۰۴**
خطای ۱	۴	۵۲۷۰۳۶/۸۳	۳۴۲۵۱۰/۹۶	۱۲۱۲۸۴/۱۷



۶۷۱۰۵۷۱/۴۸ **	۲۲۲۷۴۶۰/۲۸ **	۲۵۶۳۲۶۱/۰۴ **	۳	تیمار (T)
۹۴۵۰۲/۰۴ <sup>ns</sup>	۲۳۲۱۸۶۱/۶۷ **	۱۰۱۰۴۷/۳۷ <sup>ns</sup>	۳	(Y) * (T)
۶۴۸۴۵/۲۲	۱۴۳۶۳۱/۰۱	۴۵۱۴۵/۵۰	۱۲	خطای ۲
۴/۴۲	۵/۴۶	۳/۵۴		ضریب تغییرات (%)

\*\*، \* و <sup>ns</sup>: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی دار می باشد.

### عملکرد کل علوفه خشک

نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد کل علوفه خشک (جدول ۶) نشان می دهد که نسبت های مختلف کشت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار دارند. مقایسه میانگین ها (جدول ۷) نشان داد که کشت های مخلوط نسبت به کشت های خالص هر یک از گیاهان مورد

بررسی برتری نشان دادند. این برتری عملکرد اغلب در ارتباط با استفاده بیشتر از مواد غذایی قابل دسترس (چودهوری و رساریو ۱۹۹۴)، آب (نیمجی ۱۹۹۵) و نور (واتیکی و همکاران ۱۹۹۳) یا استفاده مؤثرتر از یک واحد مصرفی از منابع است (ویلی ۱۹۹۰ و نیمجی ۱۹۹۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک گراس ها در کشت های خالص و مخلوط برای هر سال و میانگین دو سال

عملکرد علوفه (kg.ha <sup>-1</sup> )			نوع کشت
میانگین دو سال	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۴	
۶۹۰۰ a	۶۸۹۰ a	۶۹۱۰ a	کشت خالص جو
۶۰۳۸ b	۵۷۸۸ b	۶۲۸۸ b	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خلر
۵۴۵۱ c	۵۲۳۶ c	۵۶۶۶ c	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۵۵۸۹ c	۵۵۸۱ bc	۵۵۹۷ c	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۷۲۰۷ ab	۷۰۴۵ a	۷۳۷۰ a	کشت خالص یولاف
۶۶۷۱ bc	۵۳۵۴ c	۶۱۹۱ b	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خلر
۶۲۴۲ c	۴۷۹۱ d	۵۵۲۸ c	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۷۶۳۵ d	۶۲۰۰ b	۶۱۹۱ b	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۶۹۸۰ a	۶۰۱۰ a	۷۹۵۰ a	کشت خالص تریپیکاله
۵۸۴۴ b	۵۱۶۹ b	۶۵۱۹ b	۱۰۰٪ تریپیکاله + ۲۵٪ خلر
۵۰۷۲ c	۴۲۶۷ c	۵۸۸۳ c	۱۰۰٪ تریپیکاله + ۵۰٪ خلر
۵۱۳۵ c	۴۳۸۷ c	۵۸۸۰ c	۸۰٪ تریپیکاله + ۵۰٪ خلر

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

بیشترین عملکرد کل علوفه مخلوط در سال اول و دوم آزمایش از تیمار ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر (به ترتیب ۹۰۶۹ و ۸۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) و سپس تیمار ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر به ترتیب ۸۵۹۱ و ۷۵۹۷ کیلوگرم در هکتار) ثبت گردید. کمترین عملکرد علوفه در هر دو سال

به تیمار خالص خلر تعلق داشت. بر اساس میانگین دو سال بیشترین عملکرد کل علوفه خشک با اختلاف معنی دار از تیمارهای مخلوط ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر (۸۷۴۰ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر (۸۰۹۴ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. به طور کلی، نتایج مربوط به دو

خلر با یولاف و تریتیکاله به ترتیب ۳۸٪، ۲٪ و ۱۴٪ بیشتر بود. این نتایج با یافته های صادقیور و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت می کند. به طور کلی، می توان گفت که کشت مخلوط گیاهان با سیستم های ریشه ای متفاوت و به تبع آن استفاده مطلوب از منابع محیطی موجب افزایش عملکرد مخلوط نسبت به کشت خالص شده است (لامعی هروانی ۲۰۱۲).

سال آزمایش نشان می دهد که کشت مخلوط یولاف و خلر در نسبت های مختلف این آزمایش دارای بیشترین عملکرد نسبت به سایر گرامینه ها بود. این امر می تواند به دلیل بالا بودن پتانسیل یولاف در استفاده از منابع قابل دسترس و در نتیجه تولید علوفه باشد (روزبهرانی ۲۰۱۴). با توجه به میانگین عملکرد کل علوفه دو سال مشخص شد که متوسط عملکرد کشت مخلوط جو با خلر در مقایسه با کشت های خالص خلر، و کشت های مخلوط

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب عملکرد کل علوفه در کشت های خالص و مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کل علوفه	میانگین مربعات	عملکرد پروتئین کل علوفه
سال (Y)	۱	۳۴۰۴۱۵۱۰/۷۸ **	۱۹/۵۰ **	۲۳۶۶۰۷/۳۸ *
خطای ۱	۴	۹۸۳۷۴۲/۸۲	۶۷/۳۳	۲۳۹۳۳/۱۴
تیمار (T)	۱۲	۵۰۳۵۶۴۲/۱۴ **	۳۶۰۴/۶۵ **	۱۸۰۶۲۴/۷۶ **
(Y) * (T)	۱۲	۸۷۴۸۶۶/۴۲ **	۲۷۱/۷۳ **	۲۹۶۱۸/۶۳ **
خطای ۲	۴۸	۱۴۸۵۳۷/۱۱	۲۱/۲۹	۴۲۷۴/۲۲
ضریب تغییرات (%)		۵/۵۰	۴/۱۹	۸/۴۵

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

### پروتئین خام کل علوفه (CP<sup>۱</sup>)

میزان پروتئین خام در تیمارهای مخلوط افزایشی با افزایش نسبت کاشت خلر به طور محسوسی افزایش یافت، اما تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نگردید. نتایج مشابهی در آزمایش کشت مخلوط نخود و غلات توسط لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است. همچنین، والکوسترجیوس و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی کشت مخلوط نخود قرمز با گندم و یولاف اظهار داشتند با افزایش سهم نخود، میزان پروتئین تیمار مخلوط افزایش پیدا کرد. در پژوهش حاضر مقایسه میانگین دو سال آزمایش نشان داد که بیشترین میزان پروتئین خام علوفه در بین تیمارهای مخلوط از تیمار ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر (۱۳۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و سپس تیمار ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر (۱۲۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بدست آمد. به طور کلی، می توان چنین استنباط نمود که در این تیمارهای مخلوط به دلیل

میزان پروتئین خام یکی از مهمترین خصوصیات کیفی گیاهان علوفه ای است و در بیشتر تحقیقات به منظور ارزیابی کیفیت علوفه در زمان برداشت استفاده شده است (یولکو و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) مشخص گردید بین تیمارهای مختلف از نظر صفت پروتئین خام کل در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین اثر سال و اثر متقابل تیمار در سال در سطح ۱ درصد معنی دار بودند. بیشترین میزان پروتئین خام در هر دو سال آزمایش مربوط به تیمار کشت خالص خلر (۱۵۵ و ۱۵۲ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و کمترین آن در سال اول مربوط به کشت خالص یولاف (۷۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) و در سال دوم مربوط به کشت خالص تریتیکاله (۷۷ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود (جدول ۷). علاوه بر این،

توسط گرامینه و رقابت، میزان تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط گیاه لگوم افزایش می یابد (جوانمرد و همکاران، ۱۳۹۲). تیمارهای مخلوط ۸۰٪ جو - ۵۰٪ خلر (۱۰۴۹ کیلوگرم در هکتار) و ۸۰٪ یولاف - ۵۰٪ خلر (۱۱۳۶ کیلوگرم در هکتار) با ترتیب به میزان ۲۸ درصد و ۴۳ درصد عملکرد پروتئین خام بیشتری در مقایسه با کشت خالص جو و یولاف داشتند. صادقپور و همکاران (۲۰۱۳) در آزمایش کشت مخلوط نخود و یونجه نشان دادند تیمارهای مخلوط افزایشی نخود و یونجه (۱۰۰ جو-۴۰ یونجه و ۱۰۰ جو-۲۰ یونجه) به میزان ۱۰ و ۸ درصد عملکرد پروتئین خام بیشتری در مقایسه با کشت خالص جو تولید کردند. کمترین میزان عملکرد پروتئین در هر دو سال آزمایش و نیز میانگین دو سال از کشت خالص تربیتکاله بدست آمد. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی کشت مخلوط نخود و برخی غلات یکساله نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد پروتئین خام در هکتار از تیمارهای کشت خالص تربیتکاله و کشت مخلوط تربیتکاله-نخود تولید شد. همچنین، در آزمایش دیگری روزبهرانی (۱۳۹۲) نتیجه گرفت تیمار مخلوط ۷۵٪ تربیتکاله-۲۵٪ خلر با ۱۲۳۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد پروتئین را دارا بود. به طور کلی، این پژوهش نشان می دهد که در تیمار مخلوط خلر با جو و یولاف به علت استفاده بهتر دو گیاه از منابع قابل دسترس بویژه در دوره های بحرانی رشد، جذب عناصر غذایی نیز بیشتر شده است (جوانمرد و همکاران ۱۳۹۲؛ شبیری و همکاران ۱۳۹۰).

بالا بودن قدرت جذب نیتروژن خاک توسط گرامینه و در نتیجه افزایش تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط خلر میزان پروتئین خام بیشتر بود (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۷). همچنین، با توجه به میانگین دو سال آزمایش به طور متوسط بیشترین میزان پروتئین خام علوفه مربوط به تیمارهای مخلوط جو-خلر (۱۲۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک) بود.

### عملکرد پروتئین خام کل علوفه (CPY<sup>۱</sup>)

پروتئین نقش مهمی در فرایندهای بیولوژیکی ایفا می کند و برای رشد دام ها و تولید شیر ضروری می باشد. بنابراین، یکی از اهداف کشت مخلوط لگوم ها و گرامینه ها افزایش عملکرد پروتئین خام علوفه تولیدی در واحد سطح می باشد (استریدهورست و همکاران ۲۰۰۸). نتایج تجزیه واریانس مرکب مربوط به عملکرد پروتئین خام علوفه (جدول ۶) نشان می دهد که اثر الگوی کشت و اثر متقابل سال در تیمار در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار می باشد. اما اثر سال در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. در این پژوهش بیشترین عملکرد پروتئین خام در هر دو سال آزمایش و میانگین دو سال (جدول ۷) به ترتیب به تیمارهای ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر تعلق داشت. دلیل این امر را می توان به عملکرد علوفه و قدرت جذب نیتروژن بالای گیاهان جو و یولاف نسبت داد. همچنین می توان اظهار داشت در نتیجه جذب زیاد نیتروژن خاک

جدول ۷- مقایسه میانگین عملکرد کل علوفه خشک، پروتئین خام کل و عملکرد پروتئین خام کل علوفه در دو سال آزمایش و میانگین دو سال

نوع کشت	عملکرد کل علوفه (kg.ha <sup>-1</sup> )		پروتئین خام کل علوفه (g.kg DM <sup>-1</sup> )		عملکرد پروتئین خام کل علوفه (kg.ha <sup>-1</sup> )	
	سال	میانگین	سال	میانگین	سال	میانگین
	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۵
کشت خالص خلر	۵۶۴۰ e	۲۸۷۷ h	۴۷۵۸ f	۱۴۹ a	۱۵۵ a	۱۰۲ a
	۶۰۱ ef	۸۳۹ cde	۶۰۱ ef	۷۲۰ de		

۶۵۰ e	۶۳۴ de	۶۶۵ fg	۹۴ i	۹۲ h	۹۶ gh	۶۹۰۰ cde	۶۸۹۰ cd	۶۹۱۰ d	کشت خالص جو
۸۳۶ bc	۷۴۱ c	۹۳۰ bc	۱۱۴ de	۱۰۸ efg	۱۲۰ cd	۷۳۰۵ c	۶۸۸۷ cd	۷۷۲۴ c	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خلر
۸۷۰ b	۷۶۵ c	۹۷۵ b	۱۲۱ cd	۱۱۶ cd	۱۲۶ bc	۷۱۴۸cd	۶۵۶۶ de	۷۷۲۹ c	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱۰۴۹ a	۹۵۲ b	۱۱۴۶ a	۱۲۸ bc	۱۲۳ c	۱۳۳ b	۸۰۹۴b	۷۵۹۷ b	۸۵۹۱ ab	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۶۴۸ e	۷۱۹ cd	۵۷۸ gh	۹۰ i	۱۰۲ fg	۷۸ i	۷۲۰۷ c	۷۰۴۵ c	۷۳۷۰ cd	کشت خالص یولاف
۷۴۰ cde	۷۵۰ c	۷۳۰ ef	۱۰۲ gh	۱۱۳ de	۹۱ h	۷۲۹۷ c	۶۶۰۵ cde	۷۹۸۸ bc	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خلر
۸۲۰ bcd	۷۲۱ cd	۹۱۹ bc	۱۱۷ de	۱۱۶ d	۱۱۹ cd	۶۹۷۳cde	۶۲۵۲ ef	۷۶۹۳ cd	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۱۱۳۶ a	۱۱۵۶ a	۱۱۱۶ a	۱۳۰ b	۱۳۷ b	۱۲۳ c	۸۷۴۰a	۸۴۱۰ a	۹۰۶۹ a	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۴۸۲ f	۴۶۵ g	۴۹۹ h	۷۰ j	۷۷ i	۶۳ j	۶۹۸۰cde	۶۰۱۰ f	۷۹۵۰ bc	کشت خالص تریپتیکاله
۶۵۳ e	۵۲۸ fg	۷۷۸ def	۹۶ hi	۹۰ h	۱۰۳ fg	۶۷۱۱cde	۵۸۹۲ f	۷۵۳۰ cd	۱۰۰٪ تریپتیکاله + ۲۵٪ خلر
۷۲۱ de	۵۹۶ ef	۸۴۷ cde	۱۰۵ fg	۱۰۱ g	۱۰۹ ef	۶۴۶۲ e	۵۱۸۶ g	۷۷۳۸ c	۱۰۰٪ تریپتیکاله + ۵۰٪ خلر
۷۳۵ cde	۵۷۹ ef	۸۹۲ bcd	۱۱۲ ef	۱۰۹ def	۱۱۴ de	۶۵۶۰de	۵۳۳۰ g	۷۷۹۰ c	۸۰٪ تریپتیکاله + ۵۰٪ خلر

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

از یک، می توان اظهار نمود که در سیستم کشت مخلوط به دلیل افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی و کاهش رقابت درون گونه ای، عملکرد هر یک از اجزا در واحد سطح افزایش می یابد (جوانمرد و همکاران ۲۰۱۵). بر اساس میانگین دو سال کمترین میزان نسبت برابری زمین متعلق به تیمارهای مخلوط تریپتیکاله و خلر بود و هیچگونه سودمندی در این سیستم های کشت مشاهده نشد. در این پژوهش عملکرد نسبی اجزا و مجموع عملکرد نسبی با شاخص نسبت برابری زمین مساوی است. با توجه نتایج بدست آمده (جدول ۸) عملکرد نسبی جزء یا نسبت برابری زمین جزء گرامینه ها با افزایش نسبت کاشت خلر کاهش می یابد. عملکرد نسبی خلر به غیر از تیمارهای ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر و ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر در مابقی تیمارهای مخلوط و در هر دو سال آزمایش کمتر از ۰/۵ بود که نشان دهنده غالبیت غلات در سیستم مخلوط می باشد. این نتایج با یافته های دیما و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی کشت مخلوط ماشک با گندم، یولاف و تریپتیکاله مطابقت دارد. بر اساس میانگین دو سال، متوسط مقادیر نسبت برابری زمین برای عملکرد علوفه خشک در کشت های مخلوط یولاف-خلر و جو-خلر (۱/۲۱) بیشتر از کشت مخلوط تریپتیکاله-خلر (۱/۰۱)

### نسبت برابری زمین (LER<sup>۱</sup>) و عملکرد نسبی (RY<sup>۲</sup>)

به منظور ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین استفاده شد. بر اساس جدول ۸، نسبت برابری زمین برای عملکرد علوفه خشک در سال اول بین ۱/۰۰ تا ۱/۳۵ و در سال دوم بین ۰/۸۹ تا ۱/۴۵ متغیر بود. این شاخص در هر دو سال برای تمام تیمارهای کشت مخلوط مساوی یا بزرگتر از یک بود که نشان می دهد در این آزمایش سیستم کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کارایی استفاده از زمین را بهبود بخشیده است. بیشترین مقدار LER در هر دو سال آزمایش به تیمارهای مخلوط ۸۰٪ یولاف-۵۰٪ خلر و ۸۰٪ جو-۵۰٪ خلر تعلق داشت. می توان چنین استنباط نمود که در این الگوهای کشت به علت تفاوت های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اجزای مخلوط و در نتیجه ایجاد اشکوب های مختلف، کارایی استفاده از زمین و منابع محیطی افزایش می یابد. از طرف دیگر، رقابت درون گونه ای و برون گونه ای در مقایسه با تیمارهای مخلوط افزایشی به طور معنی داری کاهش می یابد. بر اساس میانگین دو سال ۴۰ و ۳۴ درصد سطح زمین مازاد برای کشت خالص نیاز است تا عملکردی مشابه کشت های مخلوط فوق بدست آید. در خصوص LER بزرگتر

1- Land equivalent ration

2- Relative yield

بود، که نشانگر مزیت کشت مخلوط این لگوم علوفه ای با یولاف و جو می باشد.

**مجموع ارزش نسبی (RVT)**

بر اساس نتایج بدست آمده (جدول ۹)، مقادیر RVT در سال اول در تیمارهای کشت مخلوط جو-خلر (۲۵:۱۰۰) و تریتیکاله-خلر (۲۵:۱۰۰ و ۵۰:۱۰۰) کمتر از یک و در بقیه تیمارها بیشتر از یک بود. در سال دوم به غیر از تیمارهای مخلوط تریتیکاله-خلر در بقیه تیمارها بیشتر از یک بود که نشان دهنده سودمندی کشت های

مخلوط نسبت به کشت های خالص می باشد. بر اساس میانگین دو سال بیشترین سودمندی اقتصادی از تیمارهای مخلوط ۸۰٪ یولاف- ۵۰٪ خلر (۱/۳۴) و ۸۰٪ جو- ۵۰٪ خلر (۱/۲۴) بدست آمد، که به ترتیب ۲۴ و ۳۴ درصد افزایش درآمد ناخالص را نسبت به کشت خالص دارا بودند. بنابراین می توان نتیجه گرفت کشت مخلوط خلر با غلات دانه ریزی مثل جو و یولاف علاوه بر افزایش پایداری و ایجاد تنوع در اکوسیستم های زراعی، در افزایش درآمد اقتصادی و راندمان استفاده از زمین های کشاورزی به طور قابل ملاحظه ای می تواند موثر باشد.

**جدول ۸- مقادیر عملکردهای نسبی و نسبت برابری زمین کشت مخلوط خلر - غله در دو سال آزمایش و میانگین دو سال**

LER میانگین دو سال	عملکرد نسبی اجزا (میانگین دو سال)		LER ۱۳۹۵	عملکرد نسبی اجزا در سال ۱۳۹۵		LER ۱۳۹۴	عملکرد نسبی اجزا در سال ۱۳۹۴		تیمارهای مخلوط
	خلر	گراس		خلر	گراس		خلر	گراس	
۱/۱۴	-/۲۷	-/۸۸	۱/۱۲	-/۲۸	-/۸۴	۱/۱۶	-/۲۵	-/۹۱	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خلر
۱/۱۴	-/۳۵	-/۷۹	۱/۱۰	-/۲۴	-/۷۶	۱/۱۹	-/۳۷	-/۸۲	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱/۳۴	-/۵۳	-/۸۱	۱/۳۳	-/۵۲	-/۸۱	۱/۳۴	-/۵۳	-/۸۱	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱/۱۲	-/۳۲	-/۸۰	۱/۰۸	-/۳۲	-/۷۶	۱/۱۶	-/۳۲	-/۸۴	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خلر
۱/۱۰	-/۳۸	-/۷۵	۱/۰۶	-/۳۸	-/۶۸	۱/۱۳	-/۳۸	-/۷۵	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۱/۴۰	-/۵۴	-/۸۶	۱/۴۵	-/۵۷	-/۸۸	۱/۳۵	-/۵۱	-/۸۴	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۱/۰۲	-/۱۸	-/۸۴	۱/۰۵	-/۱۹	-/۸۶	۱/۰۰	-/۱۸	-/۸۲	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۲۵٪ خلر
-/۹۷	-/۲۸	-/۶۹	-/۸۹	-/۲۴	-/۶۵	۱/۰۵	-/۳۳	-/۷۲	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر
۱/۰۳	-/۲۹	-/۷۴	-/۹۷	-/۲۴	-/۷۳	۱/۰۸	-/۳۴	-/۷۴	۸۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر

**جدول ۹- مقادیر RVT در کشت های مخلوط خلر با گراس در دو سال آزمایش و میانگین دو سال**

مجموع ارزش نسبی (RVT)			نوع کشت
میانگین دو سال			
۱/۱۱	۱/۰۴	-/۹۷	۱۰۰٪ جو + ۲۵٪ خلر
۱/۰۹	۱/۰۵	۱/۰۱	۱۰۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱/۳۲	۱/۲۴	۱/۱۷	۸۰٪ جو + ۵۰٪ خلر
۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۰۲	۱۰۰٪ یولاف + ۲۵٪ خلر
۱/۰۶	۱/۰۴	۱/۰۱	۱۰۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
۱/۴۶	۱/۳۴	۱/۲۲	۸۰٪ یولاف + ۵۰٪ خلر
-/۹۳	-/۹۲	-/۹۲	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۲۵٪ خلر
-/۸۰	-/۸۹	-/۹۸	۱۰۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر
-/۸۷	-/۹۴	۱/۰۱	۸۰٪ تریتیکاله + ۵۰٪ خلر

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که نسبت برابری زمین در کشت های مخلوط مساوی و یا بیشتر از یک بود که این امر بیانگر برتری کشت مخلوط خلر با کشت خالص آن دارد. به طور کلی در این آزمایش مشخص گردید کشت مخلوط غلات یکساله جو و یولاف

با خلر در نسبت های کاشت ۸۰٪ گرامینه- ۵۰٪ خلر به علت دارا بودن عملکرد علوفه خشک، میزان پروتئین خام و عملکرد پروتئین، نسبت برابری زمین و سودمندی اقتصادی بالا مناسب ترین سیستم های مخلوط غلات و لگوم می باشند. همچنین، غلات مذکور نسبت به تریتیکاله ترجیح داده می شوند.

## منابع مورد استفاده

- Ahmadvand G and Hajinia S, 2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). *Journal of Agroecology*, 4: 485-498.
- 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 Agricultural Science and Sustainable Production*, 20: 77-87. (In Persian).
- 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.
- 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.
- Ayneh band A, 2007. Ecology of Agricultural Systems. Publication of Shahid Chmaran University. (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.
- Fujita K, Ofosu KG and Ogata S, 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume – cereal cropping system. *Plant and Soil*, 144: 155-175.
- Javanshir A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Hamidi A and Gholipour, M. 2000. Intercropping Ecology (Translated). Jehade Daneshgahi, University of Mashhad, Iran. (In Persian).
- 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).
- Javanshir A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Hamidi A and Gholipour, M, 2000. Intercropping Ecology (Translated). Publication of Jehade Daneshgahi, University of Mashhad, Iran. (In Persian).

- Jahangiri H, Tohidi Nejad E, Torabi M and Pourandokht G, 2014. Evaluation of forage yield and some silage quality characteristics in oat (*Avena sativa* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) intercropping. *Journal of Crops Improvement*, 2: 373-384. (In Persian).
- Kassam A, Brammer H, 2013. Combining sustainable agricultural production with economic and environmental benefits. *The Geographical Journal*. 179, 11-18.
- Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Moradi RA and Alizadeh Y, 2015. Effect of different levels of nitrogen on yield and nitrogen use efficiency in maize-cotton intercropping system. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 1: 1-13. (In Persian).
- Lameie-Harvani J, 2013. Assessment of dry forage and crude protein yields, competition and advantage indices in mixed cropping of annual forage legume crops with barley in rain fed conditions of Zanzan province in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 2(29): 169-183. (In Persian).
- Lamei Harvani J, 2012. Technical and economical evaluation of mixed cropping grass pea with barley and triticale under dryland conditions in Zanzan province. *Journal of Crop Production and Processing*, 2 (4): 93-102. (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 Zanzan rainfed condition. *Journal of Iranian Agricultural Sciences*, 1: 17-39. (In Persian).
- Lawes DA and Jones DIH, 1971. Yield, nutritive value and ensiling characteristics of whole-crop spring cereals. *Journal of Agricultural Science* 76:497-485.
- 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.
- Mazaheri D, 1998. *Intercropping*. Publication of University of Tehran. (In Persian).
- Mead R, Willey RW, 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Experimental Agriculture*, 16: 217-228.
- Mojtaba Zamani M, and Norouzi SH, 2017. Evaluation of different intercropping patterns of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) through competitive and economic Indices. *Journal of Crop Production and Processing*, 7: 145-158.
- Ofori F and Stern WR, 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*, 41: 41-90.
- Osman AE and Nersoyan N, 1986. Effect of the proportion of species on the yield and quality of forage mixtures, and on the yield of barley in the following year. *Experimental Agriculture*, 22: 345-351.
- Roozbahani A, 2013. 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).
- 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.
- Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Harker KN, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100: 182-190.
- Shobeirri, SSD, Habibi A, Kashani F, Pak Nejad H, Jafari and Lamei J, 2010. Study of dry forage yield and quality of hairy vetch and triticale in pure stand and mixed cropping. *Journal of Iranian Agronomical Sciences*, 2, 269-281.
- Shobeiri SS, Habibi D, Kashani A, Paknejad F, and Jafari H, 2015. Study of physiological traits of grass pea with barely in pure and mixed cropping under dry land and irrigated conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 107: 91-98.

- Thompson DJ, Stout, DG and Moore T, (1992). Forage production by for annual cropping sequences emphasizing barley irrigation in southern interior British Colombia, Canadian Journal of Plant Science, 72: 181-185.
- Vandermeer J, 1990. Intercropping. In Agro-ecology, McGraw – Hill publishing Co., pp: 481 - 516.
- Watiki JM, Fukai S, Band JA and Keating BA, 1993. Radiation interception and growth of maize – cowpea intercrop as affected by maize plant – density and cowpea cultivar. Field Crops Research, 35: 123-133.
- 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*) with particular references to plant population. Journal of Agricultural Sciences, 79: 519-529
- Yolcu H, Polat M, Aksakal V, 2009. Morphologic, yield and quality parameters of same annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. Journal of Food Agriculture and Environment, 7: 594-599.