

Research Article

Plant Prod., 2020, 43(3), 363-374
DOI: 10.22055/ppd.2019.27838.1689

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Evaluation of Yield and Advantages of Forage Legumes with Cereals Intercropping as Second Crop in Paddy Fields

Mohammad Rabiee^{1*} and Fatemeh Farahdahr²

- 1- ***Corresponding Author:** Instructor Researcher of Rice Researcher Institute of Iran, Agricultural research Education and Extension Organization, Theran, Iran (Rabiee_Md@yahoo.co.uk)
- 2- Ph.D. Student of Crop Ecology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 22 December, 2018

Accepted: 24 April, 2019

Abstract

Background and Objectives

One of the key strategies in sustainable agriculture is to restore diversification into agricultural ecosystems and its effective management. The results of various studies have shown that the ecological advantage of intercropping is due to the efficient use of environmental resources. The purpose of mixed cultivation experiments, especially forage plants, is to increase the yield of forage in quantitative and qualitative terms, maintain the ecological balance and stabilize the system.

Materials and Methods

In order to compare the forage yield and determine the best planting ratio in mixed cropping of Triticale, Barley, Crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.), and *Vicia sativa*, an experiment was conducted based on the complete randomized block design with sixteen treatments and three replications in paddy fields of Rice Research Institute of Iran (Rasht) during 2012-2014 for two years. Experimental treatments included pure planting of Triticale, Crimson clover, *Vicia sativa*, and Barley, planting mixtures of Triticale and Crimson clover with ratios of 70:30, 50:50 and 30:70, planting mixtures of Triticale and *Vicia sativa* with ratios of 70:30, 50:50 and 30:70, planting mixtures of Barley and Crimson clover with ratios of 70:30, 50:50 and 30:70 as well as planting mixtures of Barley and *Vicia sativa* with ratios of 70:30, 50:50 and 30:70. The studied traits included plant height, number of stems, number of tillers, number of plants per m², fresh forage yield, dry forage yield as well as land equivalent ratio (LER) values for fresh and dry forages. The obtained data were analyzed by SAS software and mean comparisons were performed using LSD test.

Results

The results of analysis of the variance showed significant differences between the experimental treatments in most traits. Mean comparison showed that planting ratio of 30% *Vicia sativa* + 70% Triticale had maximum fresh and dry forage yields with averages of 48844 and 15269 kg. ha⁻¹, respectively. Most treatments had LER of greater than one. Planting ratio of 70% Triticale and 30% *Vicia sativa* showed LER values of 1.31 and 1.54 for fresh and dry forage yields. The

treatment is recommended for planting in paddy fields of Guilan area due to its relative advantage with respect to other planting ratios.

Discussion

Considering that the main objectives of crop forage production in rice paddy fields are the optimum use of paddy fields, sustainability of rice production, production of forage for livestock, and increasing farmers' incomes, the cultivation of all treatments tested as pure and mixed crops in rotation with rice has no problem with regard to the interference of harvesting of the forages with the time of cultivating the seedling rice.

Keywords: Crimson clover, Cropping pattern, Land equivalent ratio, Triticale ,Vicia sativa

ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای با گرامینه‌ها به عنوان کشت دوم در شالیزار

محمد ربیعی^{۱*} و فاطمه فرح‌دهر^۲

۱- *نویسنده مسئول: مربی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (Rabiee_Md@yahoo.co.uk)

۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده علوم ومهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱

چکیده

به منظور مقایسه عملکرد علوفه و تعیین بهترین نسبت کاشت در کشت مخلوط تریتیکاله، جو، شبدر لاکي و ماشک علوفه‌ای، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل شانزده تیمار در سه تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص تریتیکاله، شبدر لاکي، ماشک علوفه‌ای و جو و کشت مخلوط تریتیکاله و شبدر لاکي به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک علوفه‌ای به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط جو و شبدر لاکي به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰ بودند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر اکثر صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کشت مخلوط ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک علوفه‌ای، با میانگین عملکرد ۴۸۸۴۴ و ۱۵۲۶۹ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را دارا بود. نسبت برابری زمین در اغلب تیمارهای کشت مخلوط بزرگتر از یک به دست آمد. تیمار کشت مخلوط ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک علوفه‌ای با نسبت برابری زمین ۱/۳۱ و ۱/۵۴ به ترتیب برای علوفه تر و خشک نسبت به سایر نسبت‌های کشت از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار بود و به عنوان مناسب‌ترین الگوی کشت مخلوط در اراضی شالیزاری استان گیلان قابل توصیه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: الگوی کشت، تریتیکاله، شبدر لاکي، ماشک علوفه‌ای، نسبت برابری زمین

مقدمه

امروزه نظام‌های کشاورزی در راستای پایین آوردن استفاده از نهاده‌های خارجی، اصلاح روش‌های مدیریتی با رویکرد کاهش آثار مخرب زیست‌محیطی ناشی از مصرف بیش از حد مواد شیمیایی، حفظ حاصلخیزی خاک و جبران هزینه‌های رو به افزایش تولید بر ضرورت

تجدیدنظر و استفاده از شیوه‌های جدید مدیریتی تولید محصول تأکید دارند (Vrignon-Brenasa et al., 2015;). یکی از راه‌کارهای کلیدی در کشاورزی پایدار، بازگرداندن تنوع به بوم‌نظام‌های کشاورزی و مدیریت مؤثر آن است. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که برتری اکولوژیک کشت

مطلوب، از عمده‌ترین عواملی محسوب می‌شوند که موجبات تداوم کشت و تولید جو را فراهم آورده است. کشت مخلوط ماشک با جو، یولاف، گندم، چاودار و تریتیکاله ضمن حفاظت فیزیکی بوته‌ها از خطر خوابیدگی، در کنترل رشد علف‌های هرز، کاهش زمان رسیدگی و افزایش عملکرد بذور این گیاهان به دلیل جلوگیری از خوابیدگی مؤثر می‌باشد (Ceglarek et al., 2004).

با توجه به نقش کشت مخلوط در دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و همچنین نتایج امیدبخش و قابل قبول کشت مخلوط بقولات و غلات در سایر مناطق کشور و عدم وجود تحقیقات مدون در خصوص کشت مخلوط چهار نوع گیاه مورد آزمایش در شرایط آب و هوایی استان گیلان و به منظور مطالعه بیشتر جهت تعیین بهترین نسبت کشت جهت تولید علوفه، این آزمایش با هدف ارزیابی عملکرد علوفه و برخی شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط گرامینه با لگوم علوفه‌ای در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به صورت کشت دوم پس از برداشت برنج طراحی و به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص تریتیکاله، شبدر لاکسی (*Trifolium incarnatum*)، ماشک علوفه‌ای و جو و کشت مخلوط تریتیکاله و شبدر لاکسی به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک علوفه‌ای به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط جو و شبدر لاکسی به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰، کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای به نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۳۰:۷۰ و به صورت ردیفی و با توجه به مقادیر بذر ذکر شده به‌طور جداگانه برای هر تیمار محاسبه و کشت شدند. مقدار

مخلوط، نتیجه استفاده کارآمد از منابع محیطی است (Wang et al., 2015). در صورتی که اجزای کشت مخلوط از نظر استفاده از منابع محیطی رشد تفاوت داشته باشند، استفاده مؤثرتری از نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت جداگانه خواهند داشت (Doroudian and Fateh, 2012). به عبارت دیگر برتری بیولوژیک زراعت مخلوط به کشت خالص وقتی است که رقابت بین گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون گونه‌ای کمتر باشد (Banik et al., 2006). به علاوه امکان کنترل علف‌های هرز، کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها و افزایش تنوع زیستی، کاهش ریسک تولید، موازنه در امر تغذیه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش مقدار تولید در واحد سطح نسبت به کشت خالص، ویژگی‌های کارکردی منحصر به فردی را فراهم می‌سازد (Maoa et al., 2014; Nassiri Mahallati et al., 2015; Vrignon Brenasa et al., 2014). که موجب شده است تا این نوع نظام‌های زراعی قرن‌ها در کشاورزی معیشتی نقش مهمی در تأمین مواد غذایی داشته باشند و در حال حاضر نیز جایگاه خاصی را در طراحی بوم نظام‌های زراعی پایدار به خود اختصاص دهند (Mikic et al., 2014).

اکثر آزمایشات کشت مخلوط علوفه، شامل گیاهان خانواده بقولات و غلات می‌باشد. گیاهان غلات از نظر سرعت رشد و تولید ماده خشک دارای برتری بوده ولی از نظر میزان پروتئین و بسیاری از مواد مغذی موردنیاز دام، ضعیف هستند که این نقص با کشت توأم با بقولات قابل اصلاح می‌باشد (Javanmard et al., 2009).

از جمله گیاهانی که کشت مخلوط آن‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته، می‌توان گیاهانی چون تریتیکاله (*Triticosecale Wittmack*)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) و ماشک علوفه‌ای (*Vicia sativa*) را نام برد. جو در بین گیاهان دانه‌ای از وسیع‌ترین دامنه سازگاری برخوردار بوده و در مقابله با شرایط تنش محیطی نسبت به سایر غلات متحمل تر می‌باشد. سازگاری اکولوژیکی وسیع، قابلیت استفاده متعدد در تغذیه انسان و دام و تولید مالت با کیفیت

میانگین آن‌ها به‌عنوان تراکم بوته هر یک از کرت‌ها تعیین شد. برداشت شبدر لاک‌ی و ماشک در ابتدای گلدهی که مصادف با شیری شدن دانه در تریتیکاله و جو بود، در اواخر فروردین انجام شد. جهت تعیین عملکرد علوفه تر در واحد سطح با حذف خطوط کناری و نیم متر از بالا و پائین هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، عملیات برداشت صورت گرفته و بلافاصله توزین شدند. برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه خشک یک کیلوگرم علوفه تر از هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین شدند. عملکرد علوفه بر اساس رطوبت ۱۵ درصد تعیین شد. جهت ارزیابی سودمندی محصول علوفه مخلوط و تک‌کشتی از شاخص نسبت برابری زمین ((LER Land Equivalent Ratio) استفاده شد که بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Mazaheri, 1998).

$$LER = \frac{Y_{ij}}{Y_{ii}} + \frac{Y_{ji}}{Y_{jj}}$$

که در معادله فوق Y_{ij} = عملکرد گیاه اول در کشت مخلوط، Y_{ii} = عملکرد گیاه اول در کشت خالص، Y_{ji} = عملکرد گیاه دوم در کشت مخلوط و Y_{jj} = عملکرد گیاه دوم در کشت خالص است.

قبل از انجام تجزیه مرکب برای هر دو سری تجزیه، جهت اطمینان از یکنواختی واریانس خطای آزمایشی از آزمون بارتلت استفاده گردید. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات موردنظر صورت گرفت. به دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات برای تمامی آن‌ها تجزیه مرکب به عمل آمد. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.1) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

مصرف بذر شبدر لاک‌ی (رقم البرز ۱) ۴۰ کیلوگرم در هکتار و میزان بذر تریتیکاله (رقم ژوانیلو-۹۲) و جو (رقم به‌رخ) ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ماشک علوفه‌ای (رقم مراغه) ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد (Rabiee, 2015). هر کرت در ده خط به فاصله ۲۰ سانتی‌متر و به طول ۶ متر به‌صورت ردیفی و با توجه به مقادیر بذر لازم و نوع گیاه برای هر تیمار کشت شد. کاشت بذور به‌صورت دستی و در اواسط آبان‌ماه صورت پذیرفت. فواصل بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که زمین مورد نظر زیر کشت برنج بوده و بعد از برداشت علوفه از تیمارهای آزمایشی در هر دو سال مورد آزمایش، کشت برنج رقم هاشمی صورت گرفت. بعد از برداشت برنج در شهریور ماه، به‌منظور آماده‌سازی زمین جهت کشت گیاهان علوفه‌ای موردنظر، عملیات شخم حداقل با استفاده از رتیواتور طی دو مرحله در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، نمونه مرکبی تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین شد (جدول ۱). مقدار کود نیتروژن تخصیص‌یافته برای هر تیمار به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، کود فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات پتاسیم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس توصیه بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور به مزرعه داده‌شده و عملیات دیسک‌زدن صورت گرفت. ۵۰ کیلوگرم کود اوره نیز به‌صورت سرک در مرحله ساقه رفتن به مزرعه داده شد. به دلیل کفایت نزولات جوی در طول فصل رشد گیاه، آبیاری صورت نگرفت و زراعت به‌صورت دیم انجام شد. قبل از برداشت جهت محاسبه تعداد بوته در واحد سطح (تراکم بوته در مترمربع) در چهار نقطه از هر کرت کادر چوبی مربعی (در ابعاد ۰/۵ متر) انداخته و پس از شمارش بوته‌ها،

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil in experimental site

Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Available K (mg.kg ⁻¹)	Available P (mg.kg ⁻¹)	Total N (%)	O.C (%)	pH	EC (ds.m ⁻¹)	Soil depth (cm)
Clay	51	38	11	163	13	0.102	1.14	6.7	0.58	0-30

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین مرکب داده‌ها بیانگر آن بود که اثر سال بین چهار گیاه مورد مطالعه تنها بر ارتفاع شبدر لاکی معنی‌دار شد (جدول ۲). ارتفاع شبدر لاکی در سال اول و دوم به ترتیب برابر با میانگین ۷۳/۰ و ۶۷/۱ سانتی‌متر بوده و در گروه‌های مجزای آماری قرار داشتند (جدول ۲). یکی از دلایل ارتفاع بیشتر شبدر لاکی در سال اول را می‌توان به سبز شدن سریع‌تر شبدر لاکی در سال اول آزمایش مرتبط دانست. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که ارتفاع بوته در کلیه تیمارهای ترکیبی کشت مخلوط شبدر لاکی و ماشک علوفه‌ای نسبت به تک‌کشتی آن بیشتر بوده و در گروه‌های مجزای آماری قرار داشتند (جدول ۲). به نظر می‌رسد کاهش نفوذ نور به کانوپی و لایه‌های پائین سبب کاهش تجزیه اکسین و در نتیجه افزایش میزان اکسین در اندام ساقه شبدر لاکی و ماشک شده و در نتیجه افزایش ارتفاع در تیمارهای کشت مخلوط را ایجاد کرده است (Rabiee and Rajabian, 2011). از سوی دیگر افزایش ارتفاع بوته در تیمار ۳۰ درصد ماشک و ۷۰ درصد گیاهان غله به دلیل دارا بودن فاصله مناسب بوته‌ها از یکدیگر و عدم رقابت بین گونه‌ای و استفاده بوته‌های ماشک از گیاهان غله

به‌عنوان قیم باعث افزایش ارتفاع در این تیمار به‌ویژه در مقایسه با کشت خالص ماشک گردید. نتایج همچنین بیانگر این مطلب است که رقابت درون‌گونه‌ای لگوم مورد کشت در مقایسه با این رقابت در غلات، نسبت به افزایش سهم کشت آن بیشتر بود که این امر می‌تواند به دلیل فرم رشد این دو گیاه مرتبط باشد. نتایج پژوهش‌های (Sebahtin et al, 2004) نیز مؤید این مطلب است که استفاده از کشت مخلوط ماشک با غلات، به‌ویژه در مورد گونه‌هایی که دارای ساقه‌های ضعیف هستند مفید بوده و از خوابیدگی آن‌ها جلوگیری می‌کند.

تراکم بوته در واحد سطح

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین شبدر لاکی و ماشک علوفه‌ای از نظر صفت تراکم بوته در واحد سطح تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). در مجموع تراکم بوته شبدر لاکی با میانگین ۳۷۶/۹ نسبت به ماشک با میانگین ۳۶۱/۹ بوته در گروه آماری متفاوت قرار داشت (جدول ۴). همچنین نتایج بیانگر آن بود که بین ترتیکاله و جو از نظر تراکم بوته تفاوت آماری معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین نشان داد که ترتیکاله با میانگین ۴۱۰ بوته در مقایسه با جو با میانگین ۳۵۳ بوته دارای برتری بود (جدول ۴).

Table 2. Mean comparison of the morphological traits of four plants in all planting ratios during 2012-2013 and 2013-2014 cropping seasons

Treatments	Height (cm)				No. of stems		No. of tillers		
	Crimson clover	Vetch	Triticale	Barley	Crimson clover	Vetch	Triticale	Barley	
Year	2012-2013	73.0 ^a	96.2 ^a	128.3 ^a	85.2 ^a	5.5 ^a	3.5 ^a	7.2 ^a	7.8 ^a
	2013-2014	67.1 ^b	95.9 ^a	129.0 ^a	85.1 ^a	5.4 ^a	3.5 ^a	7.1 ^a	7.7 ^a
Planting ratio	1	63.7 ^b	77.5 ^b	120.4 ^c	77.7 ^b	6.2 ^a	3.8 ^a	8.3 ^a	9.0 ^a
	2	70.3 ^a	101.6 ^a	127.4 ^b	85.9 ^a	5.8 ^{ab}	3.2 ^b	7.2 ^b	7.9 ^b
	3	71.6 ^a	100.7 ^a	131.4 ^{ab}	86.3 ^a	5.0 ^b	3.7 ^a	6.8 ^{bc}	7.5 ^b
	4	74.5 ^a	104.4 ^a	135.3 ^a	90.8 ^a	4.9 ^b	3.2 ^b	6.4 ^c	6.7 ^c
Average	70.0	96.1	128.6	85.2	5.5	3.5	7.2	7.8	

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD test.

The order of treatments for the traits measured in crimson clover and forage vetch plants:

(1) Net cultivation of forage legumes, (2) 70% forage legumes + 30% forage cereals, (3) 50% forage legumes + 50% forage cereals, (4) 30% forage legumes + 70% forage cereals.

The order of treatments for the traits measured in triticale and barley plants:

(1) 30% forage cereals + 70% forage legumes, (2) 50% forage cereals + 50% forage legumes, (3) 70% forage cereals + 30% forage legumes, (4) Net cultivation of forage cereals.

Table 3. Combined analysis of variance of the effect of planting ratios on the studied traits in all planting ratios of forage legume and gramineae during 2012-2013 and 2013-2014 cropping seasons

S.O.V	Means of squares			
	df	No of plant per m ²	Fresh forage yield	Dry forage yield
Orthogonal (Crimson clover/ forage vetch)	1	4725**	30195257 ^{ns}	2360880 ^{ns}
Orthogonal (Triticale/ Barley)	1	67150**	427859040**	38017910**
Year	1	88.1 ^{ns}	293783740**	15567416*
Replication/ Year	4	88.6	42363558	7850666
Planting ratio	15	19391.4**	91263840**	30347520**
Planting ratio× Year	15	1056.6**	48462652 ^{ns}	2846901 ^{ns}
Error	60	399.4	26654631	3524285
C.V (%)	-	5.37	12.47	14.63

ns: not significant., * and **: significant at 5% and 1% Probability levels, respectively.

Table 4. Mean comparison of the studied traits of legume plants and gramineae plants during 2012-2013 and 2013-2014 cropping seasons

Treatment	Planting ratio	No of plant per m ²	Fresh forage yield (kg/ha)	Dry forage yield (kg/ha)
Legume	Crimson clover	376.9 ^a	41171 ^a	12759 ^a
	forage vetch	361.9 ^b	42371 ^a	12424 ^a
Gramineae	Triticale	410.0 ^a	44353 ^a	14202 ^a
	Barley	353.0 ^b	39840 ^b	12857 ^b

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using LSD test.

حرارت بالا و میزان بارندگی کم به ویژه در ابتدای کشت در سال اول آزمایش باعث عدم ایجاد شرایط غرقابی در شالیزار و ایجاد پوشش گیاهی مناسب تر و رشد رویشی بیشتر شده که از جمله دلایل افزایش عملکرد علوفه تر در سال اول آزمایش محسوب می شود (جدول ۳). Lamieh Hervani and Alizadeh (2012) گزارش نمودند که اختلاف سطوح عملکرد علوفه تر بین سالها را می توان به میزان و پراکنش بارندگی و همچنین میزان درجه حرارت در مراحل مختلف رویشی طی سالهای اجرای آزمایش نسبت داد.

مقایسه میانگین تیمارها مشخص کرد که تیمار نسبت ۳۰ درصد ماشک علوفه ای به اضافه ی ۷۰ درصد تریتی کاله با میانگین عملکرد ۴۸۴۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد علوفه تر را به خود اختصاص داده و کمترین عملکرد نیز از کشت خالص ماشک علوفه ای با میانگین ۳۴۴۶۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵).

از جمله دلایل برتری عملکرد علوفه تر در تیمار نسبت ۳۰ درصد ماشک علوفه ای + ۷۰ درصد تریتی کاله را می توان به بیشتر بودن تراکم بوته در این تیمار نسبت داد. به طور کلی افزایش عملکرد در این تیمار

نتایج تجزیه مرکب اثر نسبت کاشت بر تراکم بوته را در سطح یک درصد معنی دار نشان داد (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، نسبت ۳۰ درصد ماشک علوفه ای + ۷۰ درصد تریتی کاله و کاشت خالص ماشک علوفه ای به ترتیب با میانگین های ۴۷۲/۶ و ۲۳۲/۱ بوته بیشترین و کمترین تراکم بوته را به دست آوردند (جدول ۵). به طور کلی با توجه به اصل اکولوژیکی تأثیر بیشتر رقابت درون گونه ای در مقایسه با رقابت بین گونه ای و به دلیل فرم سایه انداز، زاویه برگ ها و شاخص سطح برگ در بقولات علوفه ای همچون ماشک علوفه ای و شبدر، تراکم بوته نسبت به غلات کمتر گرفته شده و در صورتی که تراکم زیاد باشد با خود تنظیمی حاصل از رقابت درون گونه ای، تراکم آنها به حد مطلوب می رسد. از این رو در کشت مخلوط در نسبت هایی که از نسبت بیشتر بقولات در مقایسه با غلات استفاده شود از تراکم بوته کاسته خواهد شد (Rabiee, 2012).

عملکرد علوفه تر

نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال و نسبت کشت بر عملکرد علوفه تر در سطح یک درصد معنی دار بود. شرایط آب و هوایی مناسب مانند درجه

Table 5. Mean comparison of the studied traits in all ratios of forage legume and gramineae during 2012-2013 and 2013-2014 cropping seasons

Treatment		No of plant per m ²	fresh forage yield (kg/ha)	Dry forage yield (kg/ha)	
Year	2012-2013	369.8 ^a	43154 ^a	13229 ^a	
	2013-2014	370.5 ^a	39656 ^b	12423 ^b	
Planting ratio	Legume (%)	Gramineae (%)			
	-	Triticale (100%)	413.3 ^{bc}	40534 ^{c-f}	14556 ^{ab}
	Crimson Clover (100%)	-	326.0 ^{hi}	38664 ^{d-g}	8278 ^e
	Crimson Clover (30%)	Triticale (70%)	443.5 ^b	44779 ^{abc}	15085 ^a
	Crimson Clover (50%)	Triticale (50%)	419.0 ^c	46534 ^{ab}	14554 ^{ab}
	Crimson Clover (70%)	Triticale (30%)	367.3 ^{ef}	43030 ^{a-f}	12324 ^{cd}
	Vetch (100%)	-	232.1 ^j	34469 ^g	7534 ^f
	Vetch (30%)	Triticale (70%)	472.6 ^a	48844 ^a	15269 ^a
	Vetch (50%)	Triticale (50%)	406.0 ^{cd}	45536 ^{abc}	14803 ^{ab}
	Vetch (70%)	Triticale (30%)	348.0 ^{fgh}	41214 ^{b-f}	12824 ^{bcd}
	-	Barley (100%)	317.3 ⁱ	37151 ^{fg}	14384 ^{abc}
	Crimson Clover (30%)	Barley (70%)	359.0 ^{fg}	40146 ^{c-g}	12843 ^{bcd}
	Crimson Clover (50%)	Barley (50%)	388.0 ^{de}	37818 ^{d-g}	13906 ^{abc}
	Crimson Clover (70%)	Barley (30%)	335.3 ^{hi}	37229 ^{efg}	12325 ^{cd}
	Vetch (30%)	Barley (70%)	369.3 ^{ef}	43115 ^{a-e}	12722 ^{bcd}
	Vetch (50%)	Barley (50%)	368.7 ^{ef}	43427 ^{a-d}	11452 ^d
	Vetch (70%)	Barley (30%)	336.3 ^{ghi}	39990 ^{c-g}	12365 ^{cd}

Means in each column, followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level using LSD test.

معنی داری برخوردار بود (جدول ۴) که این برتری می تواند به دلیل بیشتر بودن تراکم بوته و ارتفاع تریتیکاله مرتبط باشد.

بر اساس نتایج تجزیه مرکب بین سال‌های مورد آزمایش از نظر عملکرد علوفه خشک اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد وجود داشت و سال اول با میانگین ۱۳۲۲۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال دوم با میانگین ۱۲۴۲۳ کیلوگرم در هکتار از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار بود. درجه حرارت بالا و میزان بارندگی کم به ویژه در ابتدای کشت از دلایل اصلی افزایش عملکرد علوفه خشک در سال اول آزمایش محسوب می شود (جدول ۵). نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر نسبت کاشت بر عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد که تیمار نسبت ۳۰ درصد ماشک علوفه‌ای + ۷۰ درصد تریتیکاله با میانگین ۱۵۲۶۹ کیلوگرم در هکتار

را می توان به کاهش میزان کل رقابت به واسطه کاهش رقابت درون گونه‌ای در کشت مخلوط مرتبط دانست. افزایش عملکرد در تیمارهای با نسبت‌های بیشتر غله نشان‌دهنده این مطلب است که غلات به دلیل تراکم مطلوب، ارتفاع زیاد، پنجه‌دهی مناسب و استفاده بهتر از عوامل محیطی، رشد مطلوبی را به دست آورده و در نتیجه دارای عملکرد علوفه بیشتری بودند. (2012) Nakhzari Moghaddam نیز نتایج مشابهی را از کشت مخلوط ماش و ذرت علوفه‌ای گزارش نمود که با نتایج به دست آمده از آزمایش حاضر مطابقت دارد.

عملکرد علوفه خشک

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای تریتیکاله و جو اختلاف معنی داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳). تیمار تریتیکاله با میانگین عملکرد علوفه خشک ۱۴۲۰۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به جو با میانگین ۱۲۸۵۷ کیلوگرم در هکتار از برتری

نسبت برابری زمین (LER)

بررسی شاخص نسبت برابری زمین نشان داد که کلیه تیمارهای کشت مخلوط به جز تیمار (۳۰ درصد جو + ۷۰ درصد شبدر لاکي با میانگین ۰/۹۸ و ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد شبدر لاکي با میانگین ۱)، دارای نسبت برابری زمین بزرگ تر از یک هستند و این موضوع حاکی از مزیت کشت مخلوط به کشت های خالص دو گونه است (جدول ۶). هر چند نسبت برابری زمین مزیت کشت مخلوط به کشت خالص گونه های مورد کشت را نشان می دهد، اما نسبت ۳۰ درصد جو + ۷۰ درصد شبدر لاکي با میانگین ۰/۹۸ تحت تأثیر توانایی کشت خالص قرار می گیرد. به گونه ای که به دلیل عملکرد مطلوب شبدر لاکي در تک کشتی نسبت به کشت خالص ماشک علوفه ای (جدول ۵)، در عملکرد علوفه تر و خشک میزان نسبت برابری زمین برای تیمارهای کشت مخلوط شبدر لاکي (به ترتیب با میانگین ۱/۰۷ و ۱/۲۸ درصد) کم تر از ماشک علوفه ای (به ترتیب با میانگین ۱/۲۰ و ۱/۳۴) شد (جدول ۶).

بیشترین عملکرد علوفه خشک را دارا بوده و کمترین عملکرد علوفه خشک نیز از تیمار کشت خالص ماشک علوفه ای با میانگین ۷۵۳۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵). این افزایش عملکرد علوفه خشک در تیمار ۳۰ درصد ماشک علوفه ای + ۷۰ درصد تریتی کاله نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط می تواند ناشی از افزایش تراکم و همچنین الگوهای مکمل استفاده از منابع و اثرات متقابل تسهیل کنندگی بین دو گونه باشد. به نظر می رسد که در این ترکیب، از عوامل محیطی مؤثر در رشد از جمله نور خورشید، استفاده بهتری گردیده و نوری که در مراحل اولیه رشد از کانوپی گیاه تریتی کاله به دلیل فاصله مناسب برگ ها از یکدیگر عبور می نمود به درون پوشش گیاهی نفوذ کرده و به خوبی توسط ماشک علوفه ای در جهت گسترش کانوپی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مبنی بر افزایش عملکرد علوفه خشک در کشت مخلوط توسط (Assefa and Ledin (2001 و Ansar et al. (2010 نیز گزارش شده است.

Table 6. Land Equivalent Ratio (LER) in all planting ratios of forage legume and gramineae during 2012-2013 and 2013-2014 cropping seasons

Planting ratio		LER for fresh forage	LER for dry forage
Triticale	Crimson clover		
70%	30%	1.13	1.43
50%	50%	1.18	1.38
30%	70%	1.09	1.17
Triticale	Vetch		
70%	30%	1.31	1.54
50%	50%	1.22	1.49
30%	70%	1.11	1.29
Barley	Crimson clover		
70%	30%	1.06	1.22
50%	50%	1.00	1.32
30%	70%	0.98	1.17
Barley	Vetch		
70%	30%	1.21	1.29
50%	50%	1.21	1.16
30%	70%	1.12	1.25
Cultivated species			
Triticale		1.17	1.38
Barley		1.10	1.24
Crimson clover		1.07	1.28
Vetch		1.20	1.34

نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی، تیمار به کارگیری ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک علفه‌ای با شاخص برابری زمین ۱/۳۱ و ۱/۵۴ به ترتیب برای علفه تر و خشک نسبت به سایر نسبت‌های کشت از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار است که نشان می‌دهد این تیمار دارای بیشترین مزیت نسبت به تک کشتی می‌باشد. این میزان نسبت برابری زمین نشان می‌دهد که برای به دست آوردن ۱۵۲۶۹ کیلو گرم در هکتار محصول علفه خشک (مجموع عملکرد ۷۰ درصد تریتیکاله + ۳۰ درصد ماشک علفه‌ای) در سیستم تک کشتی ۵۴ درصد زمین بیشتر مورد نیاز است. به عبارت دیگر سیستم کشت مخلوط نسبت به تک کشتی ۵۴ درصد محصول بیشتری تولید کرده است. (2012) Namdari et al. نیز، برتری کشت مخلوط ارقام نسبت به کشت خالص آن را گزارش نمودند. اختلافات مورفولوژیک گراس و لگوم و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و استفاده مکملی از منابع، بهره‌برداری بهتر از نور و یا افق‌های مختلف خاک می‌تواند دلیل نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک باشد. نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به نسبت برابری زمین بالاتر و در نتیجه سودمندی کشت مخلوط توسط Yilmaz et al. (2008) در کشت مخلوط ذرت - لگوم، (Ghosh, 2004) در مخلوط ذرت - بادام‌زمینی و مخلوط سورگوم - بادام‌زمینی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کشت هر چهار گیاه علفه‌ای چه به صورت خالص و چه به صورت مخلوط در تناوب با برنج امکان‌پذیر می‌باشد. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از آن‌ها داشت. بالاترین میزان نسبت برابری زمین از تیمار به کارگیری ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک علفه‌ای با شاخص برابری زمین ۱/۳۱ و ۱/۵۴ به ترتیب برای علفه تر و خشک نسبت به سایر نسبت‌های کشت به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود و از این‌رو، این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری، ثبات تولید و افزایش درآمد اقتصادی و افزایش بهره‌وری از اراضی شالیزاری به‌طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کشت هر چهار گیاه علفه‌ای چه به صورت خالص و چه به صورت مخلوط در تناوب با برنج امکان‌پذیر می‌باشد. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از آن‌ها داشت. بالاترین میزان نسبت برابری زمین از تیمار به کارگیری ۷۰ درصد تریتیکاله و ۳۰ درصد ماشک علفه‌ای با شاخص برابری زمین ۱/۳۱ و ۱/۵۴ به ترتیب برای علفه تر و خشک نسبت به سایر نسبت‌های کشت به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود و از این‌رو، این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری، ثبات تولید و افزایش درآمد اقتصادی و افزایش بهره‌وری از اراضی شالیزاری به‌طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر باشد.

سپاس‌گزاری

نگارندگان مقاله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور که اعتبارات لازم را جهت انجام این پژوهش فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

- Amossea, C., Jeuffroy, M. H. and David, C. (2013). Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: Effects on performance and resource availability. *Journal of Field Crops Research*, 145, 78-87.
- Ansar, M., Ahmed, Z. I., Malik, M. A., Nadeem, M., Majeed, A. and Rischkowsky, B. A. (2010). Forage yield and quality potential of winter cereal-vetch mixtures under rainfed conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22(1), 25-36.
- Assefa, G. and Ledin, I. (2001). Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetch cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Science and Technology*, 92(1), 95-111.
- Banik, P. A. Midya, B. K. Sarkar, S. and Ghose, S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24(4), 326-332.
- Ceglarek, F., Rudzinski, R. and Buraczynska, D. (2004). The effect of the amount of seeds sown on the crop structure elements and seed yields of common vetch grown as pure and mixed crops with

- supporting plants. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Sectio E, Agricultura*, 59(3), 1147-1154.
- Doroudian, H. and Fateh, E. (2012). Effect of different planting patterns on ler, yield and yield components of peanut and two corn hybrids in intercropping system. *Plant Productions*, 35(3), 69-80. [In Farsi]
- Ghosh, P. K. (2004). Growth, yield, competition and economics of groundnut / cereal fodder intercropping systems in the semi- arid tropics of India. *Journal of Field Crops Research*, 88(2), 227-237.
- Haugaard-Nielsen, H., Ambus, P. and Jensen. E. S. (2003). The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystem*, 65(3), 289-300.
- 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 double-cropped. *Journal of Food, Agricultural and Environment*, 7(1), 163-166. [In Farsi]
- Lamieh Hervani, J. and Alizadeh, Kh. (2012). The selection of most suitable combination in mixed cropping of hairy vetch with barley or triticale under Zanjan rainfied conditions. *Iranian Journal of Agriculture*, 1(1), 17-39. [In Farsi]
- Maoa, L., Zhang, L., Zhaoc, X., Liuc, S., Werfd, W. V., Zhangc, S., Spiertzd, H. and Lia, Z. (2014). Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator. *Journal of Field Crops Research*, 155, 67-76.
- Mazaheri, D. (1998). *Intercropping*. Tehran: Tehran University Press. [In Farsi]
- Mikic, A., Cupinax, B., Rubiales, D., Mihailovi, V., Sarunaitek, L., Fustec J., Antanasovicx, S., Krsticx, D., Bedoussac, L., Zoricx, L., DorCevic, V., Peric, V., Srebri, M. (2014). Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Journal of Advances in Agronomy*, 130(6), 1-83.
- Nakhzari Moghaddam, A. (2012). The yield and forage quality of intercropping barley and mustard in different planting dates. *Journal of Crop Production*, 5(4), 173-189. [In Farsi]
- Namdari, M., Behdani, M. A. and Arab, Gh. (2012). Effect of yield, yield components and seed quality of intercropping soybean cultivars in gaem shahr weather conditions. *Plant Productions*, 34(3), 13-25. [In Farsi]
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. (2014). Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. *Journal of Cleaner Production*, 106, 343-350.
- Rabiee, M. and Rajabian, M. (2011). Effect of tillage systems and rice residues management on morphological traits and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop after rice in Rasht. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(4), 105-121. [In Farsi]
- Rabiee, M. (2015). *Investigation of quantitative and qualitative effects of annual forage legume - cereal intercropping as second crop in paddy fields*. Jihad-e-Agriculture Ministry, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rice Research Institute of Iran, Final Report of Research Experiment, 40 pp. [In Farsi]
- Sebahttin, A., Gular, M. and Ozgur Tongel, M. (2004). Effect of seed rates on forage production and hay quality of vetch-triticale mixtures. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(6), 752-756
- Vrignon-Brenasa, S., Celettea, F., Amossec, C. and David, C. (2016). Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. *European Journal of Agronomy*, 73, 73-82.
- Wang, Z., Zhao, X., Wu, P., He, J., Chen, X., Gao, Y. and Cao, X. (2015). Radiation interception and utilization by wheat/maize strip intercropping systems. *Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, 204, 58-66.

Yilmaz, S., Atak, M. and Erayman, M. (2008). Identification of advantages of maize -legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the east Mediterranean region. *Turkish Journal of Agriculture of Forestry*, 32(2), 111-119.



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)