Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 51, No 3, Autumn 2020 (139-149)
DOI: 10.22059/ijfcs.2019. 269565.654546

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۹ (ص۱۴۹-۱۳۹)

تاثیر کودهای آلی و شیمیایی فسفر بر عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی درکشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و خلر (*Lathyrus sativus* L.) در شرایط دیم

آرش دودمان[۱]، بهرام میر شکاری[۲*]، مهدی طاهری[۳]، فرهاد فرح وش[۲]، پرویز مرادی[۳]

۱و۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد تبریز، ۳- به ترتیب دانشیار و استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط جو و خلر، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار، طی دو سال ۹۴-۹۳ و۹۵-۹۴ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ابهر استان زنجان به اجرا درآمد. تیمارها شامل پنج الگوی کشت مخلوط به روش جایگزینی، شامل کشت خالص جو و خلر و نسبت‌های ۷۵:۲۵،۵۰:۵۰،۲۵:۷۵ از جو و خلر و چهار سطح کود فسفر شامل کود فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتار فسفات بارور دو) و مصرف ترکیبی ۵۰ درصد فسفر زیستی به‌علاوه ۵۰ درصد فسفر شیمیایی و شاهد(عدم مصرف کود) بودند. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها و مقایسه صفات مورد مطالعه نشان داد که بیشترین عملکرد مخلوط علوفه تر (٦٤٠٣/٢١ کیلوگرم در هکتار)، خشک (٢١٠١/٦٧کیلوگرم در هکتار)، درصد پروتئین و قابلیت هضم ماده خشک، تحت تاثیر نسبت‌های کشت قرار گرفت و در نسبت کشت ۷۵:۲۵ از خلر و جو بدست آمد. همچنین بررسی تاثیر منابع کود فسفر نشان داد که ترکیب کود زیستی و شیمیایی، منجر به بیشترین تولید مخلوط علوفه و بالاترین کیفیت شد. بیشترین مقادیر نسبت برابری زمین (۱/۲۱)، مزیت پولی (۱۲٤/۳۲) و شاخص بهره وری سیستم (۲/۵)، از ترکیب کود زیستی و شیمیایی در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۲۵ از خلر و جو به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری سیستم، دیم کاری، فسفر زیستی، مزیت مالی، نسبت برابری زمین.

Effects of P organic and chemical fertilizers on yield and productivity indicators in barley and grass pea intercropping under rainfed conditions

Arash Doodeman[1],Bahram Mirshekari[*1], Mehdi Taheri[2], Farhad Farahvash[1], Parviz Moradi[2]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University of Tabriz, 2. Research Division of Natural Resources, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre,AREEO, Zanjan, Iran.
(Received: November 19, 2018 - Accepted: July 25, 2019)

ABSTRACT

To investigate the effect of phosphorus bio and chemical fertilizers on forage yield and useful indices in barley and grass pea intercropping, an experiment was conducted during growing seasons (2014-2015) at the Agricultural Jihad Research Farm of Abhar, Zanjan province, Iran. The experiment was performed in factorial based on randomized complete block design with three replications. The investigated factors included five replacement intercropping patterns consist of solo crop of barley and grass pea, various ratio of barley and grass pea (75:25, 50:50 and 25:75) and four levels of phosphorus fertilizer (100 g.ha^{-1} of phosphorus bio fertilizer,100 kg.ha^{-1} phosphorus chemical fertilizer, 50% bio fertilizer+50% chemical fertilizer and control). The results of combined analysis showed that the year, various intercropping ratio and phosphorus fertilizers had significant effects ($p\leq0.01$) on dry yield and fresh forage. Mane comparison showed that the highest fresh (6403.21 kg ha^{-1}) and dry (2101.67 kg ha^{-1}) forage yields, protein percentage and digestibility of dry matter were also affected by crop ratios and were obtained at 75:25 barley and grass pea. Besides, the study of the effect of different phosphorus fertilizer showed that the combination of 50% of bio + 50% of chemical phosphorus resulted in the highest fresh (5689.44 kg ha^{-1}) and dry (1726 kg ha^{-1}) forage productions and quality. The highest Land Equivalent Ratio (LER = 1.21), Monetary Advantage Index (MAI = + 124.32) and System Productivity index (SPI = 2.500) were obtained from 50 % of bio and 50% of chemical phosphorus and 75:25 mixture of barley and grass pea.
Keywords: Bio phosphorus, dry land, Land Equivalent Ratio, Monetary Advantage, System Productivity.

* Corresponding author E-mail: mirshekari@iaut.ac.ir

مقدمه

از آن‌جا که مراتع و چراگاه‌های کشور به دلیل کمبود علوفه، تحت فشار بیش از حد قرار دارند و کشاورزان جهت به‌دست آوردن سود بیشتر، به تغییر کاربری اراضی مرتعی به زراعی و در نتیجه اعمال خاکورزی و شخم و تخریب مراتع می‌پردازند، ارائه راهکارهایی پایدار برای تأمین علوفه مورد نیاز، ضروری است. از این رو، توجه به کشت محصولات علوفه‌ای با روش‌های علمی و خصوصاً کشت مخلوط، همراه با مصرف کودهای زیستی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Backiyavathy & Vijayakumar,2006).

حفظ تنوع زیستی، مسئله‌ای بنیادین در حفاظت از محیط زیست است و کاهش آن، خطر انقراض گونه‌ها را افزایش می‌دهد و از پایداری بوم نظام‌ها به میزان زیادی می‌کاهد (Franco *et al*., 2015). مهم‌ترین امتیاز نظام چندکشتی آن است که مواد مختلف در این نظام‌ها، حرکت چرخه‌ای دارند، که موجب افزایش کارآئی سیستم خواهد بود. از این رو، تنوع یکی از مهم ترین اجزای یک نظام با ثبات و پایدار کشاورزی است (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2009). در این راستا، انتخاب گیاهانی که کمترین رقابت را برای اشغال آشیان اکولوژیکی از نظر عوامل محیطی و زمانی با هم ایجاد می‌کنند، عامل عمده‌ای در دستیابی به عملکرد مطلوب محسوب می‌شود.

یکی از مرسوم‌ترین انواع کشت مخلوط، ترکیب غلات و بقولات می‌باشد، زیرا غلات به لحاظ کربوهیدرات و لگوم‌ها از نظر میزان پروتئین و مواد معدنی غنی می‌باشند (Dawo *et al*., 2007). همچنین افزایش کارائی استفاده از زمین (Dhima *et al*., 2007)، پایداری عملکرد (Lithoargidis *et al*., 2011) و کاهش خسارت علف‌های‌هرز(Yolcu *et al*., 2009) از جمله مزایای کشت مخلوط بقولات با غلات در مقایسه با کشت خالص این گیاهان به شمار می‌آیند. استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط در تولید علوفه، برخی از مشکلات برداشت مکانیزه را نیز منتفی می‌کند زیرا در کشت مخلوط، زمانی‌که تولید علوفه مدنظر باشد، برداشت اجزا به‌صورت همزمان انجام می‌شود (Mazaheri, 1998). زمان برداشت این گیاهان در کشت مخلوط با غلات، جهت تولید علوفه و یا مصرف کود سبز، هنگامی است که غلاف‌های آن‌ها به خوبی توسعه یافته است و در این مرحله، غلات در مرحله شیری و ابتدای خمیری می‌باشند (Cho and Daiman., 2008; Lamei *et al*., 2012).

جو (*Hordeum vulgare* L.) به‌دلیل دامنه وسیع سازگاری با شرایط محیطی و تولید مطلوب در شرایطی نامناسب برای سایر غلات ، می‌تواند انتخاب مناسبی برای کشت مخلوط باشد. خلر (*Lathyrus sativus* L.) نیز به جهت تثبیت زیستی نیتروژن (۳۰ تا۴۰ کیلوگرم در هکتار)، دوره رشد کوتاه و توانایی رشد در خاک‌های غیربارور و فرسایش یافته، برای تولید علوفه و مدیریت واحد زراعی مناسب است (Lazanyi, 2000).

همچنین بروز مشکلات زیست محیطی موجب شده است تا در سال‌های اخیر، توجه به کودهای زیستی به عنوان جایگزین برای کودهای شیمیایی و برای افزایش حاصلخیزی خاک و پایداری زیست‌بوم، مطرح شوند. استفاده از کودهای زیستی را می‌توان روشی برای احیای فلور طبیعی خاک و مسیری در جهت رسیدن به کشاورزی پایدار دانست. کاربرد میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات، با مقادیر مناسبی از کود شیمیایی، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دارد (Yazdani *et al*., 2009).

شاخصی که اغلب جهت بررسی کشت مخلوط مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، نسبت برابری زمین[1] می‌باشد. این معیار نسبت سطح زمینی است که عملکرد تک کشتی در آن، مشابه یک هکتار کشت مخلوط باشد (Vandermeer, 1990). تحقیقات دو ساله در کشور سوریه نشان داد که در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای در شرایط دیم، شاخص نسبت برابری زمین بیشتر از یک می‌باشد (Kurdali, 1996). این پژوهش، به‌منظور بررسی اثر کود زیستی به عنوان جانشین کود فسفر معدنی در راستای برنامه کشاورزی پایدار و کم

[1] Land Equivalent Ration

نهاده، بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط جو و خلر، نسبت به کشت خالص در شرایط دیم به اجرا درآمد.

مواد و روش ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۹۴ – ۹۳ و ۹۵ – ۹۴ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ابهر در استان زنجان (با عرض ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول ۴۹ درجه و ۳ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۷۳۳ متر از سطح دریا)، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بافت خاک از نوع لومی رسی بود (جدول۱).

جدول۱- بارندگی ماهیانه (میلی‌متر) درشهرستان ابهر در دوسال زراعی ۹۴-۱۳۹۳و ۹۵-۱۳۹۴

Table1. Monthly rainfall (mm) in Abhar in 2013-14 and 2014-2015 growing seasons.

	November	December	January	February	March	April	May
2013-14	2.7	23.2	34.3	16.8	32.2	52.4	34.1
2014-15	7.5	18.4	30.1	24.1	20.9	45.0	27.8

استان زنجان جزو مناطق سرد و نیمه سرد محسوب می‌شود که میانگین بارندگی آن در سال اول و سال دوم در مدت اجرای طرح، به‌ترتیب ۱۹۷/۷۲ و ۱۷۳/۸۶ میلی‌متر بود (جدول ۲).

جدول۲- تجزیه خاک مزرعه آزمایشی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر)

Table 2. Soil analysis of the experimental site (0-30 cm of soil depth)

Texture	pH	Salinity ($dS.m^{-1}$)	Available K (ppm)	Available P (ppm)	Total N(%)
Silty clay	8.3	1.2	290	8	0.07

تیمارها شامل پنج الگوی کشت مخلوط (نسبت‌های جایگزینی ۲۵ : ۷۵، ۵۰ : ۵۰ و ۷۵ : ۲۵ و کشت خالص جو و خلر) و چهار سطح کودی شامل فسفر زیستی (۱۰۰ گرم در هکتارفسفات بارور ۲)، فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار)، ۵۰ درصد فسفر شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار) به همراه ۵۰ درصد فسفر زیستی (۵۰ گرم در هکتار فسفات بارور ۲) و شاهد (عدم مصرف کود) بود. کود زیستی فسفاته بارور دو، حاوی 10^7 تا 10^8 باکتری حل کننده فسفات[1] در هر گرم از محصول است که با تولید اسیدهای ارگانیک و آنزیم‌های فسفاتاز در اطراف ریشه، باعث آزاد شدن یون فسفات می‌شوند. کود زیستی به‌صورت بذر مال و کود شیمیایی، هنگام کاشت به خاک اضافه شدند. برای کشت جو و خلر در این آزمایش، به‌ترتیب از ارقام (آبیدر) و توده بومی نقده استفاده شد. کشت به‌صورت انتظاری و در اوایل آذر ماه هر سال صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به‌طول سه متر با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و عمق کشت چهار تا پنجسانتی‌متر بود. فاصله کرت‌ها از یکدیگر، یک متر در نظر گرفته شد. وتراکم بذر برای کشت خالص خلر و جو، به‌ترتیب ۲۵۰ دانه ۳۵۰ دانه در متر مربع بود. بذر مورد نیاز برای هر یک از نسبت‌های کشت، براساس قوه‌ی نامیه، وزن صد دانه و مساحت هر کرت، جداگانه توزین و پس از اختلاط، کشت شد. جهت حذف اثر رقابت گیاهان مورد بررسی در کشت مخلوط و علف‌های‌هرز، دو نوبت وجین در بهار هر سال به روش دستی انجام شد. برداشت با هدف تولید علوفه در دهه سوم خرداد هر سال و زمانی که اولین غلاف های لگوم علوفه‌ای به خوبی تشکیل شده بود و در این زمان، جو در اواخر مرحله شیری و ابتدای مرحله خمیری نرم بود، انجام شد. در زمان برداشت، علوفه تر چهار ردیف میانی هر یک از تیمارها، با رعایت فاصله ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت و از ارتفاع دو سانتی‌متری سطح زمین بریده شد و پس از تفکیک به

[1] باسیلوس لنتوس سویه P5 و سودوموناس پوتیدا سویه P13

اجزای تشکیل دهنده مخلوط (جو + خلر)، به طور جداگانه وزن آن‌ها ثبت شد. درصد پروتئین خام، به‌وسیله دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) که دارای دقیق‌ترین و در عین حال، سریع‌ترین تکنیک برای تخمین ترکیبات شیمیایی فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد، اندازه‌گیری شد. برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص برای هر نسبت کاشت، با استفاده از نسبت برابری زمین محاسبه شد (Mead and willey, 1980).

$$LER = LERL + LERB \quad \text{معادله ۱}$$

$$LERL = YLI/YL \quad \text{معادله ۲}$$

$$LERB = YBI/YB \quad \text{معادله ۳}$$

در این معادله‌ها: YL و YB، به‌ترتیب عملکرد خلر و جو در کشت خالص و YLI و YBI، عملکرد خلر و جو در کشت مخلوط می‌باشد. LER<1 نشان دهنده عدم برتری کشت مخلوط، LER>1 برتری کشت مخلوط و LER=1 عدم تفاوت کشت مخلوط با کشت خالص می‌را نشان می‌دهد.

جهت بررسی برتری اقتصادی سیستم کشت مخلوط، از شاخص مزیت پولی[1] استفاده شد که بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شود (Franco *et al*., 2015).

$$MAI = VCI \times \frac{(LER-1)}{LER} \quad \text{معادله ۴}$$

$$VCI = YLIPL + YBI\ PB \quad \text{معادله ۵}$$

در این معادله: VCI[2]، PL و PB، به‌ترتیب ارزش مخلوط، ارزش تجاری علوفه خلر و ارزش تجاری قصیل جو (بهای هر تن علوفه سیلویی خلر و قصیل جو، به‌ترتیب (۲۵۰ و ۱۵۰ دلار) در نظر گرفته شد.

شاخص بهره‌وری سیستم کشت[3] از دیگر شاخص‌های ارزیابی اقتصادی کشت مخلوط است که داده‌های آن با استاندارد کردن محصول زراعت ثانوی، بر مبنایی محصول زراعت اصلی (جو)، از معادله زیر محاسبه می‌شود (Agegnehu *et al*., 2006). در این معادله: SL و SB، به‌ترتیب میانگین عملکرد خلر و جو در کشت خالص و YL و YB، میانگین عملکرد خلر و جو در کشت مخلوط می‌باشد.

$$SPI = (SB/SL)YL + YB \quad \text{معادله ۶}$$

تجزیه مرکب داده‌ها با نرم‌افزار R (نسخه۳/۵/۰) و مقایسه میانگین صفات با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن (LSR) در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد علوفه تر

نتایج تجزیه واریانس صفت عملکرد تر علوفه بیانگر آن بود که اثر سال ($p\leq$۰/۰۵)، نسبت‌های کشت مخلوط و اثر منابع فسفری ($p\leq$۰/۰۱) بر این صفت،از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۳). آن‌چه از مقایسه میانگین‌ها برمی‌آید، عملکرد علوفه تر در سال ۹۳-۹۴ (۵۶۵۲ کیلوگرم در هکتار)، بیشتر بود (جدول ۲). بیشتر بودن عملکرد علوفه‌تر در سال ۹۳-۹۴ را می‌توان به میزان و پراکنش بارندگی و همچنین میزان درجه حرارت در مراحل فنولوژیک طی سال‌های اجرای آزمایش نسبت داد.

در بررسی میانگین‌های نسبت‌های کشت جو و خلر، بالاترین عملکرد، به نسبت ۷۵: ۲۵ از جو و خلر (۶۴۰۳ تن در هکتار) و کمترین آن، به کشت خالص خلر (۳۶۶۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۴). آرایش مناسب، تاج پوشش کامل گیاهی و همچنین فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت توسط لگوم و از طرفی کنترل علف‌های‌هرز را می توان از دلایل بهبود عملکرد عنوان کرد (Hauggard Nielson & Jensen, 2001). نتایج مطالعات انجام شده در فراهان استان مرکزی نشنان داد که کشت مخلوط ۵۰ درصد ماشک پانونیکا (*Vicia panonica*) و خلر با ۵۰ درصد جو، دارای عملکرد علوفه تر بیشتری نسبت به سایر تیمارها بود (Bafandeh Rozbahani, 2010). محققیق دیگری اثر آرایش مختلف کشت مخلوط جو (رقم کاران) با ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa*) و شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum*) بر عملکرد علوفه‌تر و خشک را مطالعه کردند و اعلام داشتند که مخلوط جو با شبدر برسیم به نسبت ۷۵ : ۲۵، عملکرد بیشتری را به خود اختصاص داد (Rahnama & Poori, 1995).

[1] Monetary Advantage Index
[2] Value of combined intercrops
[3] System Productivity Index

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منابع فسفر و نسبت‌های کشت مخلوط بر عملکرد تر و خشک علوفه و ویژگی‌های کیفی مخلوط جو و خلر

Table 3. Variance analysis (mean of squares) of the effects of phosphorus fertilizers and intercropping ratios on forage fresh and dry weights and qualitative characteristics of barley and grass pea mixture.

Source of variance	df	Forage yield	Dry matter yield	Dry matter digestibility	Crude protein	LER
Year(Y)	1	16120490.74*	130900.33*	149.87*	114.98**	0.01^{ns}
Replication(R*Y)	4	630350.4	63120.83	293.24	5.03	0.00
Phosphorus fertilizers(A)	3	3481546.5**	319609.72**	131.27*	127.85**	0.00^{ns}
Y × A	3	1201.9^{ns}	37.94^{ns}	114.69^{ns}	13.07^{ns}	0.00^{ns}
Intercropping ratios(B)	4	28835113.8**	6069995.83**	507.33**	157.33*	0.18*
Y × B	4	2573031.2^{ns}	46188.33^{ns}	87.57^{ns}	22.14^{ns}	0.01^{ns}
A × B	12	134970.0^{ns}	9573.61^{ns}	140.88**	115.03**	0.00^{ns}
Y × A × B	12	9221.8^{ns}	1370.56^{ns}	10.81^{ns}	11.78^{ns}	0.00^{ns}
Error	76	72186.73	7044.72	43.40	4.51	0.09

*، **، ns: به‌ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و عدم اختلاف معنی دار است.

**,*,^{ns}: Significant at 1% and 5 % of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده سال بر عملکرد جو و خلر و ویژگی‌های کیفی در نسبت‌های کشت مخلوط سری جایگزینی

Table 4. Mean comparisons of the simple effect of year on barley and grass pea yield and qualitative characteristics in the different intercropping ratios in replacement series.

Year	Forage yield (kg.ha^{-1})	Dry matter yield (kg.ha^{-1})	Dry matter digestibility(%)	Crude protein(%)	LER
2013	5652.7 a	1710.33 a	65.72a	15.47a	1.08a
2014	4919.7 b	1500.50 b	52.88b	12.83b	1.05a

بر اساس آزمون دانکن، در هر ستون، میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the similar letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level based on Duncan Multiple Rang Test.

از میان تیمارهای فسفر، تیمار ترکیب ۵۰ :۵۰ از کودهای زیستی و شیمیایی (با میانگین ۵۶۸۹ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تیمارها برتری بود و کمترین آن به شاهد (عدم مصرف کود، با میانگین ۴۸۵۷ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کشت بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی علوفه جو و خلر

Table 5. Mean comparisons of the effects of intercropping ratios on barley and grass pea yield and qualitative characteristics.

Grass pea :barley ratio	Forage yield (kg.ha^{-1})	Dry matter yield (kg.ha^{-1})	Dry matter digestibility(%)	Crude protein (%)	LER
0:100	5777.90 b	2002.08 b	62.31c	10.48c	1c
25 : 75	6403.21 a	2101.67 a	68.45a	11.04c	1.05bc
50 : 50	5875.19 b	1746.67 c	70.06a	13.71b	1.13b
75 : 25	4713.96 c	1251.68 d	69.28a	14.28b	1.20a
100 : 0	3660.78 d	925.00 e	64.89b	17.31a	1c

بر اساس آزمون دانکن، در هر ستون، میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the similar letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level based on Duncan Multiple Rang Test.

یکی از عوامل موثر در حلالیت فسفر، اسیدیته خاک است. می‌توان چنین استدلال کرد که در مصرف ترکیبی کودها، کود بیولوژیک با آزادسازی و امکان جذب بهتر و کود شیمیایی به جهت فراهمی بیشتر فسفر، موجب افزایش میزان فتوسنتز و بهبود عملکرد می‌شود چراکه بیش از ۷۵ درصد فسفر افزوده شده به خاک در قالب کودهای شیمیایی، در خاک تثبیت می‌شود و برای گیاه غیر قابل استفاده می‌باشد (Goldestein, 1999). نتایج یک پژوهش، ترکیب فسفر زیستی و شیمیایی را باعث افزایش عملکرد بابونه

(Maticaria chamomilla) دانست (Falahi *et al*, 2009).

عملکرد علوفه خشک

مهم‌ترین هدف در زراعت، دستیابی به حداکثر عملکرد است. مقدار عملکرد محصول در یک منطقه، تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و ژنتیکی و اثرات متقابل این عوامل می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه خشک، تحت تاثیر سال، نسبت‌های کشت مخلوط و منابع فسفر ($p\leq$ ۰/۰۱) قرار گرفت (جدول۳). در مقایسه میانگین‌ها، در سال ۹۳-۹۴ (سال اول) با عملکرد ۱۷۱۰/۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال ۹۴ – ۹۵ (سال دوم)، با میانگین عملکرد ۱۵۰۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۲۰۹/۱۳ کیلوگرم افزایش نشان داد (جدول۴). عوامل محیطی مانند بارندگی بیشتر و درجه حرارت رشد را می‌توان عامل تغییر دانست. آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در نسبت‌های کشت بیانگر آن بود که تیمار ۷۵ : ۲۵ از جو و خلر، بالاترین عملکرد (۲۱۰۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار) را داشت و کمترین آن در کشت خالص خلر (۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول۵). گراس‌ها و لگوم‌ها، به‌دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیک و مرفولوژیک در نحوه بهره برداری از منابع محیطی، در نقش مکمل هم عمل می کنند؛ بنابراین به‌دلیل استفاده بیشتر از منابع، عملکرد افزایش می‌یابد (Qamar *et al*., 2004). جذب نور بیشتر در مخلوط، دلیلی بر افزایش عملکرد ماده خشک می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان دهنده افزایش عملکرد در کشت مخلوط جو و باقلا نسبت به تک کشتی بود و این امر را به کنترل بهتر علف‌های‌هرز در کشت مخلوط نسبت دادند (Agegnehu *et al*., 2006). بررسی در کشت مخلوط جو و نخود، افزایش تولید علوفه را به تاثیر بیشتر جو نسبت دادند و نقش نخود را کمتر اعلام کردند؛ به جهت آن که نخود در مقابل جو حالت مغلوب داشته است (Jandaghi, 2005). نتایج پژوهش‌های زیادی نشان داد که در کشت مخلوط غلات، عملکرد کمی و کیفی بیشتری نسبت به کشت خالص آن ها تولید می‌شود (Dahmardeh *et al*, 2010). از میان تیمارهای فسفر، ترکیب ۵۰ : ۵۰ از کودهای زیستی و شیمیایی (با میانگین ۱۷۲۶ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تیمارها در گروه برتری قرار گرفت و کمترین آن به شاهد (عدم مصرف کود، با میانگین ۱۴۷۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول۵). محققین دیگری هم فسفات را باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان اعلام کردند (Taha *et al.*, 2011).

قابلیت هضم ماده خشک

قابلیت هضم ماده خشک، اغلب به عنوان انرژی قابل استفاده می‌باشد و بهبود قابلیت هضم، از مهم‌ترین برنامه‌های اصلاحی گیاهان علوفه‌ای است، زیرا قابلیت هضم بالا، راندمان تبدیل عناصر مغذی توسط دام را ارتقا می‌بخشد (Coleman & moore, 2003). با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر سال و کودهای فسفره ($p\leq$ ۰/۰۵) و نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و برهمکنش آن‌ها ($p\leq$ ۰/۰۱) روی قابلیت هضم ماده خشک معنی‌دار بود (جدول۳). در سال ۲۰۱۳ قابلیت هضم ماده خشک ۱۲/۸۴درصد بیشتر از سال ۲۰۱۴ بود (جدول ۴). رشد بهتر خلر در شرایط آب و هوائی و همچنین بارندگی بیشتر در سال ۲۰۱۳ را می‌توان علت این تفاوت دانست. مقایسه میانگین‌ها نشان داد از نظر قابلیت هضم ماده خشک، بین نسبت‌های کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و همه در یک گروه آماری قرار گرفتند، ولی بیشترین قابلیت هضم ماده خشک، در نسبت کشت ۵۰:۵۰ خلر و جو به‌دست آمد که به‌ترتیب ۵/۱۷ و ۷/۷۵ درصد نسبت به کاشت خالص خلر و جو افزایش داشت (جدول۵). بررسی کشت مخلوط لگوم‌های یکساله با جو، بالاترین قابلیت هضم ماده خشک در مخلوط نخود-جو و ماشک-جو به‌دست آمد (Hail *et al*., 2009). نتایج سایر محققان نیز بیانگر قابلیت هضم ماده خشک بیشتر کشت مخلوط در قیاس با کشت خالص می‌باشد (Armstrong *et al*., 2008; Contreras-Govea *et al*., 2009). نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی کودهای آلی و شیمیایی فسفر، تاثیر مثبتی بر قابلیت هضم

ماده خشک داشت؛ به‌طوری‌که نسبت به شاهد، افزایش ۵/۵ درصدی مشاهده شد (جدول۶).

جدول ۶- اثر منابع مختلف فسفر بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی علوفه جو و خلر

Table 6. Mean comparisons of the effects of phosphorus fertilizers on barley and grass pea yield and qualitative characteristics.

Phosphorus resource	Forage yield ($kg.ha^{-1}$)	Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	Dry matter digestibility (%)	Crude protein (%)	LER
Chemical phosphorus fertilizer ($100kg.ha^{-1}$)	5270.66 b	1590.67 b	65.41b	12.74b	1.08a
Biological phosphorus fertilizer ($100g.ha^{-1}$)	5327.07 b	1628.67 b	65.22b	12.61b	1.08a
50%Chemical phosphorus fertilizer+50% Biological phosphorus fertilizer	5689.44 a	1726.00 a	67.38a	13.51a	1.07a
control	4857.67 c	1476.33 c	61.88c	11.94c	1.04b

بر اساس آزمون دانکن، در هر ستون، میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the similar letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level based on Duncan Multiple Rang Test.

سایر تیمارهای کود فسفر نیز بدون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر، افزایش قابلیت هضم ماده خشک نسبت به شاهد را در پی داشتند (جدول۶). در تحقیقی، کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و ریزوباکتری-های محرک رشد، به‌همراه مقادیر مناسبی از کود شیمیایی، تاثیر مثبتی بر کیفیت علوفه ذرت، از طریق افزایش میزان قابلیت هضم ماده خشک داشته است (Yazdani *et al*., 2009).

پروتئین خام

میزان پروتئین خام، به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سال، نسبت‌های کشت و اثر متقابل تیمارها (۰/۰۱ ≥p) و کودهای فسفره (۰/۰۵ ≥p) قرار گرفت (جدول۳). با در نظر گرفتن بارندگی بیشتر، میزان پروتئین در سال ۲۰۱۳ به میزان ۲/۶۴ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۴ بود (جدول ۴). شرایط مطلوب آب و هوایی در سال ۲۰۱۳، موجب افزایش تعداد غلاف‌ها و رشد بیشتر خلر نسبت به جو شد و به‌سبب بالا بودن پروتئین خام و کمتر بودن فیبر آن در مقایسه با جو، افزایش یافت که با نتایج Reta *et al*. (2010) مشابه بود. همچنین کودهای آلی، موجب افزایش شاخص-های کیفی گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum L.*)، شد (Mohammad Abadi *et al*., 2012). تحقیقاتی که بر روی کشت مخلوط یولاف و شبدر (Ross *et al*, 2005) و ذرت و لوبیا (Kevin *et al*., 2008) انجام شد، حاکی از افزایش میزان پروتئین خام در کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها است. مصرف کودهای فسفر، خصوصا ترکیب کودهای آلی و شیمیایی، سبب افزایش میزان پروتئین خام نسبت به شاهد شد (جدول۶) که با سایر تحقیقات مطابقت داشت (Yazdani *et al*., 2009; Mehrvarz & Chichi, 2008). در زراعت رایج، منابع شیمیایی فسفر، به جهت ترکیب با یون‌های خاک، به‌شکل غیر قابل جذب برای گیاه در می‌آیند که در این شرایط کاربرد، باکتری‌های حل کننده فسفات موجب افزایش دسترسی گیاه به فسفر و از سویی موجب فزونی محتوای نیتروژن و پتاسیم در بافت گیاهی و در نهایت افزایش کمی و کیفی عملکرد خواهند شد (Peix *et al*., 2001). بررسی اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان پروتین خام (۱۹/۰۸ درصد) در کشت خالص خلر و کاربرد همزمان کود آلی و شیمیایی و کمترین آن در کشت خالص جو و عدم مصرف کود (۱۰/۵۰ درصد) مشاهده شد ولی از نظر آماری، تفاوتی در کاربرد کودهای فسفر و تیمار شاهد وجود نداشت (جدول۷).

جدول ۷- برهمکنش نسبت‌های مختلف کشت و منابع مختلف کودهای فسفر بر ویژگی‌های کیفی علوفه جو و خلر
Table7. Interaction effects of different planting ratio and phosphorus fertilizers on forage qualitative characteristics of barley and grass pea.

Phosphorus resource	Grass pea :barley ratio	Dry matter digestibility (%)	Crude protein (%)
Control	0:100	60.20d	14.59c
	25:75	64.01c	14.13d
	50:50	64.27c	13.01d
	75:25	62.13c	11.88e
	100:0	59.61d	10.50f
Biological phosphorus fertilizer (100g.ha^{-1})	0:100	67.34b	15.15bc
	25:75	67.11b	14.11d
	50:50	67.22b	12.68d
	75:25	66.71b	11.58e
	100:0	64.05bc	10.61f
Chemical phosphorus fertilizer (100kg.ha^{-1})	0:100	64.47bc	17.29a
	25:75	66.69b	14.51c
	50:50	66.53b	13.70d
	75:25	66.91b	11.27f
	100:0	63.88bc	11.20f
50%Chemical phosphorus fertilizer+50% Biological phosphorus fertilizer	0:100	66.38b	19.08a
	25:75	69.02a	15.61b
	50:50	68.44a	15.41b
	75:25	68.87a	11.72e
	100:0	66.56b	10.66f

بر اساس آزمون دانکن، در هر ستون، میانگین‌های که دارای حداقل یک حرف مشابه، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with the similar letters in the same columns are not significantly different at 5% of probability level based on Duncan Multiple Rang Test.

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری کل، نشان دهنده کارآئی سیستم کشت مخلوط است و بیانگر آن است که چه نسبی از مخلوط، عملکرد بیشتری را نسبت به کشت خالص تولید می‌کند (Park *et al*., 2003). نتایج تجزیه واریانس مقادیر LER نشان داد که نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، اختلاف معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) با یکدیگر داشتند (جدول ۳). بیشترین میانگین نسبت‌های کشت، از تیمار ۲۵:۷۵ جو و خلر، به میزان ۱/۲۰ به‌دست آمد که در گروه برتری از لحاظ آماری قرار گرفت (جدول ۵). هرچند همانطور که در جدول مشخص است، با افزایش نسبت جو در مخلوط، مقادیر جزء خلر در نسبت برابری زمین کاهش یافت که علت را می‌توان به تشدید رقابت بین گونه‌ای و قابلیت برتر گیاه جو در کشت مخلوط نسبت داد. استقرار سریع‌تر جو به دلیل بالا بودن سرعت رشد، باعث می‌شود که این گیاه در جذب رطوبت، نور و مواد معدنی خاک سطحی، موفق تر از خلر عمل کند و رشد آن را تحت تاثیر قرار دهد. در بررسی کشت مخلوط، جذب بیشتر نیتروژن و مواد معدنی در غلات را به سرعت رشد ریشه آن‌ها نسبت دادند (Kardage, 2004).

نتایج مشابهی در خصوص کارایی بیشتر استفاده از زمین در سیستم‌های کشت مخلوط عدس و جو (kallu and Erhabor, 1990) و ذرت و باقالا (Li *et al*., 1999) اعلام شده است. وجود تفاوت‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیک بین لگوم‌ها و غلات، یکی از دلایل بروز همزیستی دو جانبه مثبت (یا تسهیل) است (Agegnehu *et al*., 2006). تفاوت در عمق ریشه، پراکنش عرضی ریشه و تراکم طول ریشه، از عوامل موثر بر رقابت دو جزء کشت مخلوط برای جذب آب و عناصر غذائی است و سبب افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شود (Fan *et al*., 2016).

شاخص مزیت پولی و بهره‌وری سیستم

مقادیر به‌دست آمده از میانگین دو ساله، بیانگر افزایش سود مالی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود، به‌طوری‌که در تمام تیمارها، کشت مخلوط، بجز نسبت کشت ۷۵ درصد خلر+ ۲۵ درصد جو در عدم مصرف کود، مقدار مزیت پولی مثبت بود و بیشترین مزیت مالی (MAI = +۱۲۴/۳۲) به مصرف ۵۰ درصد فسفر زیستی + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی در نسبت

کشت ۲۵ درصد خلر + ۷۵درصد جو تعلق داشت (جدول ۸). نتایج دیگر مشاهدات با این تحقیق هم خوانی داشت (Dhima *et al*., 2007; Lithourgidis *et al*., 2011;). شاخص دیگری که در نهایت، باروی و کارایی یک سیستم کشت مخلوط را نمایان می‌سازد، شاخص بهره وری سیستم است که بالاتر بودن آن، نشانگر افزایش کارایی سیستم مخلوط می‌باشد. بررسی دو ساله نشان داد که این شاخص در تمامی تیمارهای کشت مخلوط، دارای مقادیر مثبت بود. تحقیقات، عامل بالا رفتن شاخص بهره‌وری سیستم کشت مخلوط را استفاده بهینه از منابع موجود همانند نور، آب و مواد غذائی معرفی کرده‌اند (Li *et al*.,1999). برترین تیمار برای این شاخص (SPI = ۲/۵)، نسبت کشت ۲۵ درصد خلر + ۷۵ درصد جو و استفاده همزمان ۵۰ درصد فسفر زیستی و ۵۰ درصد فسفر شیمیایی بود (جدول ۸). در اصل، کشت مخلوط به جهت وجود اختلافات مورفولوژیک و نیاز غذائی متفاوت، از منابع استفاده بهتری می‌کند (Tanwar, 2014).

جدول ۸- اثر منابع فسفر بر نسبت برابری زمین، شاخص مزیت پولی و شاخص بهره وری سیستم در نسبت های کشت مخلوط جو و خلر

Table 8. Effect of phosphorus fertilizers on the Land Equation Ratio (LER), Monetary Advantage Index (MAI) and the System Productivity Index (SPI) at different ratio of barley and grass pea intercropping.

Treatments	Grass pea : barley ratio	LER Barley	LER Grass pea	LER total	MAI	SPI
control	0 : 100	1	0	1	-	-
	100 : 0	0	1	1	-	-
	25 : 75	0.24	0.74	0.99	-10.09	1.82
	50 : 50	0.61	0.47	1.08	26.99	2.05
	75 : 25	0.89	0.31	1.20	92.30	2.28
Chemical phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1	-	-
	100 : 0	0	1	1	-	-
	25 : 75	0.26	0.77	1.03	3.80	2.04
	50 : 50	0.63	0.49	1.12	48.41	2.26
	75 : 25	0.92	0.29	1.21	104.26	2.42
50%Chemical phosphorus fertilizer+50% Biological phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1	-	-
	100 : 0	0	1	1	-	-
	25 : 75	0.29	0.8	1.09	27.37	2.22
	50 : 50	0.69	0.48	1.18	84.17	2.41
	75 : 25	0.92	0.29	1.21	124.32	2.50
Biological phosphorus fertilizer	0 : 100	1	0	1		
	100 : 0	0	1	1		
	25 : 75	0.28	0.79	1.07	17.60	2.16
	50 : 50	0.65	0.49	1.14	55.42	2.29
	75 : 25	0.92	0.30	1.19	104.31	2.43

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و خلر، تحت تاثیر منابع مختلف کود فسفر و نسبت‌های متفاوت کشت مخلوط قرار گرفت. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در نسبت کشت ۷۵:۲۵ خلر و جو به‌دست آمد. همچنین بررسی تاثیر منابع کود فسفره نشان داد که ترکیب کود زیستی و شیمیایی، علاوه بر محاسن زیست محیطی، منجر به تولید بیشترین علوفه تر و خشک شد و کیفیت علوفه را افزایش داد. بیشترین مقادیر نسبت برابری زمین، مزیت پولی و شاخص بهره‌وری سیستم، از ترکیب کود زیستی و شیمیایی در کشت مخلوط ۷۵:۲۵ خلر و جو به‌دست آمد.

REFERENCES

1. Agegnehu, G. Ghizaw, A and Sinebo, W. (2006).Yield performance and land use efficiency of barley and faba beanmixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal Agronomy*, 25, 202-207.
2. Armstrong, K. L., Albrecht, K. A., Lauer, J. G. and Riday, H. (2008). Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Science*, 48, 371–379.
3. Backiyavathy, M. R. and Vijayakumar, G. (2006). Effect of vermicompost, inorganic and bio fertilizer application on fodder yield and quality in maize + cowpea Intercropping system. *18th World Congress of Soil Science July9-15. Philadelphia, Pennsylvania USA*.
4. Bafandeh Rozbahani, A., Alizade, K. and Mirabdolhagh, A. (2010). Study of forage and seed yield on some feed legumes and barley mixed-cropping in dryland conditions in Markazi province. Pp. 271. In: *Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress*.(In Persian).
5. Coleman, S. E. and Moore, J. E. 2003. Feed quality and animal performance. *Field Crops Research,* 84, 17- 29.
6. Cho, B. and Daimon, H. (2008). Effect of hairy vetch incorporated as green manure on growth and N uptake of sorghum crop. *Plant Production Science*,11(2): 211-216.
7. Contreras-Govea, R. E., Muckb, K., Armstronga, L. and Albrecht, K. A. 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology Journal,* 150: 1-8.
8. Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Seahsar, B. and Ramroudi, M. (2010). Effect of planting and harvest time on forage quality of corn grown in mixtures with Black Eye Beans. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 3: 633-642. (In Persian with English Summary).
9. Dawo, M. I., Wilkinson, J. M., Sanders, F. E. T., and Pilbeam, D. J. (2007). The yield and quality of fresh and ensiled plant material from intercropping maize *(Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Science Food Agriculture,* 87, 1391–1399.
10. Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B. and Dordas, C. A .(2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research*, 100, 249–256.
11. Fan, Z., An, T., Wu, K., Zhou, F., Zi, S., Yang, Y., Xue, G and Wu, B. (2016). Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on the water balance and surface runoff. *Agricultural Water Management*. 166, 9–16.
12. Falahi, J., Kouchaki, A. R. and Rezvani Moghadam, P. (2009). Effects of bio-fertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 7(1),127-135.
13. Franco, J. G., King, S. R., Masabni, J. G. and Volder, A. (2015).Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture. Ecosystems & Environment*, 203, 1–10.
14. Ghosh, P. K. (2004) . Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88, 227-237.
15. Goldstein, A. H., Braverman, K. and Osorio, N. (1999). Evidence mutualism between a plant growing in a phosphate-limited desert environment and a mineral phosphate solubilizing (MPS) bacterium. *FEMS Microbiological Ecology*, 30(4), 295-300.
16. Hail. Y., Daci, M. and Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding. Yield and quality. *Journal Animal Advance,* 8(7), 1337-1342.
17. Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. and Jensen, E. S. (2009) .Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N_2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crop Research.* 113, 64–71.
18. Jandaghi, R. (2005). Evaluation of water stress effect on forage and seed yield in chickpea – barley intercropping system. MS thesis in Agronomy, Islamic Azad University of Saveh.(In Persian).
19. Kardage,Y.(2004). Forage yields, seed yields and botanical compositions of some legume–barley mixtures under rain fed condition in semi–arid regions of Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences,* 3,295- 299.
20. Kevin, L., Kenneth, A., Albrecht, A., Lauer, J. G. and Riday, H. 2008. Intercropping corn with lablab bean, velvet bean, and scarlet runner bean for forage. *Crop Science*, 48, 371-379.
21. Kallu, B. A. and Erhabor, P. O. (1990). Barley, lentil and flax yield under different intercropping systems. *Agronomy Journal*, 82, 1066–1068.
22. Kurdali, F., Sharabi, N. E. and Arslan, A. (1996). Rain fed vetch- barely mixed cropping in the Syrian semi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using N15 isotopic dilution. *Plant and Soil*, 183,137-148.

23. Lamei, J., Alizadeh, K., Teixeira da Silva, J. A. and Taghadisi, M. V. (2012). *Vicia panonica*: a suitable cover crop for winter fallow in cold regions of Iran. *Plant Stress,* 6, 73-76.
24. Lazanyi, J. (2000). Grass pea and green manure effects in the great Hungarian plain. *Lathyrus lathyrism Newsletter,* 1, 28-30.
25. Li, L., Yang, S. C., Li, X. L., Zhang, F. S. and Christie, P. (1999). Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant and Soil*, 212(2),105–114.
26. Lithourgidis, A. S., Vlachostergios, D. N., Dordasc, C. A. and Damalas, C. A. (2011). Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy,* 34, 287-294.
27. Mazaheri, D. (1998). Intercropping. Tehran University Publications. Tehran. 262 pp. (In Persian).
28. Mead, R. and Willey, R. W. (1980). The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Experimental Agriculture,* 16, 217-228.
29. Mehravarz, S. and chaichi, M.R. (2008). Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Science*, 3, 85-860.
30. Mohammad Abadi, A. A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J. and Bromand Rezazadeh, Z. (2012). Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) forage. *Agroecology,* 3(4), 491-499. (In Persian with English Summary).
31. Park, S. E., Benjamin, L. R. and Watkinson, A. R. (2003). Comparing biological productivity in cropping system competition approach. *Journal of Applied Ecology,* 39, 416-426.
32. Peix, A., Rivas-Boyere, A. A. and Mateos, P. F. (2001). Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(1), 103-110.
33. Qamar, I. A., Keatinge, J. D. H, Noor Mohammad, A. A. and Ajmal Khan, M. (2004). Introduction and management of vetch/barely forage mixtures in the rain fed areas of Pakistan.2. Forage quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50(1), 11-20.
34. Rahnama, A. and Poori, A. (1995). The effect of mixing different amounts of seed get planted clover and oat mixture in the Barley Karun in a *Vicia sativa*. Information and Documentation Center, Agricultural Research Organization. Project No, 73-12-40110
35. Reta Sanchez, D. G., Espinosa Silva, J. T., Palomo Gil, A., Serrato Corona, J. S., Cueto Wong, J. A. and Gaytan Mascorro, A. (2010). Forage yield and quality of intercropped corn and soybean in narrow strips. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 713-721.
36. -Ross, S. M., King, J. R., and Spanner, D. (2005). The productivity of oats and berseem clover intercrop. Primary growth characteristics and forage quality at four densities of oats. *Journal British Grassland Society and Forage Science,* 60, 74-86.
37. Tanwar, S. P. S., Rao, S. S., Regar, P. L., Datt, S., Kumar, P., Jodha, B. S., Santra, P., Kumar, R. and Ramb, R. (2014). Improving water and land use efficiency of fallow-wheat system in shallow Lithic Calciorthid soils of arid region: Introduction of bed planting and rainy season sorghum–legume intercropping". *Soil and Tillage Research*, 138, 44–55.
38. Taha, Z. S., Ghurbat, H. M. and Jiyana, A. T. (2011). Effect of bio and organic fertilizers on growth, yield and fruit quality of summer squash. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(3), 377-383.
39. Vandermeer J. (1990). Intercropping. In Agroecology, Mc Graw – Hill publishing Co.
40. Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H. and Esmaili, M .A. (2009). Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). *Proceedings of World Academy of Sciences, Engineering and Technology* 2070-3740.
41. Yolcu, H., Turan, M., Lithourgidis, A. and Çakmakçi, R. K. A. (2011). Effects of plant growth-promoting rhizobacteria and manure on yield and quality characteristics of Italian ryegrass under semi-arid conditions. *Australian Journal of Crop Science,* 5(13), 1730-1736.