

ارزیابی عملکرد کمی و برخی خصوصیات فیزیکی خاک در تناوب سه ساله کشت مخلوط ماشک علوفه‌ای (*Vicia sativa*) - جو خرم در شرایط دیم

نصرت الله حیدرپور^۱، امین نامداری^۱، ابوالفضل باغبانی آرانی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۰

۱- استادیار و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران

۲- استادیار و عضو هیأت علمی گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: abolfazlbaghbani@yahoo.com

چکیده

به منظور تعیین ترکیب مناسب کشت مخلوط ماشک علوفه‌ای و جو از نظر حصول عملکرد کمی و نیز تاثیر بر متغیرهای فیزیکی خاک، پژوهشی سه ساله (۱۳۹۰-۱۳۹۳) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران انجام شد. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ماشک و جو شامل ۷۵ درصد ماشک + ۲۵ درصد جو، ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد جو، ۲۵ درصد ماشک + ۷۵ درصد جو و کشت خالص هر یک از دو گونه بودند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه‌تر، علوفه خشک و عملکرد دانه از تیمار کشت خالص جو و پس از آن، کشت مخلوط ۲۵ درصد ماشک + ۷۵ درصد جو به دست آمدند. به طوری که این مقادیر برای کشت خالص جو، به ترتیب برابر با ۱۷/۲، ۵/۹ و ۳/۵ تن در هکتار و برای تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد ماشک + ۷۵ درصد جو ۴/۹، ۱۵/۵ و ۲/۵ تن در هکتار بودند. بالاترین نسبت برابری زمین نیز از کشت مخلوط ۲۵ درصد ماشک + ۷۵ درصد جو با ۱/۰۳ به دست آمد که نشانگر افزایش سه درصدی عملکرد کشت مخلوط ماشک و جو نسبت به کشت خالص آن‌هاست. از لحاظ درصد رطوبت وزنی خاک، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت. در حالی که الگوهای مختلف کشت مخلوط به سبب وجود تناوب جو و علوفه و بهبود شرایط خاک در هر سه عمق نمونه‌برداری (۱۰-۱۰، ۲۰-۲۰ و ۳۰-۳۰ سانتی‌متر)، جرم مخصوص ظاهری خاک را نسبت به قبل از اجرای تحقیق، کاهش دادند. در مجموع، کشت مخلوط جو و ماشک با نسبت ۷۵ به ۲۵ درصد به دلیل تاثیر مثبت بر کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک در بلندمدت و نیز حصول عملکرد علوفه مشابه با کشت خالص جو و متنوع نمودن تولیدات کشاورزی، برای منطقه گچساران قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جرم مخصوص ظاهری خاک، رطوبت خاک، عملکرد علوفه، کشت دیم، نسبت برابری زمین

Evaluation of Quantitative Yield and Some Physical Properties of Soil in Three Years Mixed Barley (Khorram)-Vetch Forage (*Vicia sativa*) Cropping System under Rain-Fed Conditions

Nosratollah Heydarpour¹, Amin Namdari¹, Abolfazl Baghbani-Arani^{2*}

Received: January 24, 2018 Accepted: September 11, 2018

1- Assist. Prof., and Faculty Member of DIMA Agricultural Research Station, Gachsaran Agricultural Research Station, Iran.

2- Assist. Prof., and Faculty Member, Dept. of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: abolfazlbaghbani@yahoo.com

Abstract

The current investigation was carried out in order to compare the different ratio combinations of intercropping vetch, barley regarding forage quantitative yield and soil physical properties. The study was conducted in Gachsaran dryland research station from 2010 for 3 growing seasons based on a randomized complete block design with three replications. The treatments included different intercropping combinations of vetch and barley: 75% + 25%, 50% + 50%, 25% + 75% and sole culture of each plant species. The results showed that the highest forage fresh yield, forage dry yield and grain yield were obtained from barley monoculture (17.2, 5.9 and 3.5 t.ha⁻¹, respectively) and 25% vetch + 75% barley (15.5, 4.9 and 2.5 t.ha⁻¹, respectively). Maximum land equivalent ratio (LER) was achieved from 25% vetch + 75% barley intercropping treatment with 1.03 which exhibits a slight improvement in forage production compared with monoculture system. Intercropping ratios didn't affect soil moisture content within soil 0-30 cm depth. Intercropping of barley and vetch improved soil bulk density within three depths of sampling (0-10, 10-20 and 20-30 cm) as soil bulk density after study decreased compared with before the start of experiment. The 10-20 cm layer of soil had the highest bulk density and intercropping treatments particularly with 75% barley + 25% vetch caused significant decline in bulk density in this layer compared with mono-culture (either barley or vetch) treatments. In general, intercropping barley and vetch with combination of 75%:25% is recommended for Gachsaran region due to the positive effect on soil bulk density in long term, producing a yield similar to barley monoculture and increasing variety in agricultural productions. .

Keywords: Bulk Density, Dry-Land Farming, Forage Yield, Land Equivalent Ratio, Soil Moisture

منزله سیستمی از تولید است که مبتنی بر بهره‌گیری از نهاده‌های زیستی و حفظ تنوع گونه‌ای در نظام‌های تولیدی می‌باشد. یکی از راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی پایدار، کشت مخلوط گونه‌های مختلف و یا رقم‌های گوناگون گیاهان زراعی می‌باشد (استریدس

مقدمه

در سال‌های اخیر نظام‌های تولیدی کشاورزی به‌منظور بهبود هم‌زمان عملکرد و پایداری آن، دچار تغییر شده‌اند. کشاورزی پایدار با الگوگیری از طبیعت، به

کمبود علوفه (چوی و دایمون ۲۰۰۸) از مهمترین مزایای کشت مخلوط لگوم‌های علوفه‌ای و غلات می‌باشند. سالانه حدود نیمی از اراضی دیم کشور (دو تا سه میلیون هکتار) تحت شرایط آیش بوده و گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله در تناوب زراعی دیم‌زارها سهم بسیار ناچیزی را به خود اختصاص داده‌اند (علیزاده ۲۰۱۱). در همین راستا گزارش شده‌است که از حدود ۵۵۰۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت دیم کشور، حدود ۸۹۰۰۰ هکتار به کشت گیاهان علوفه‌ای اختصاص یافته که کمتر از ۱/۵ درصد مساحت دیم‌زارهای کشور است (لامعی هروانی ۲۰۱۲). از جمله راهکارهای افزایش تولید علوفه در کشور و کاهش فشار بر مراتع، افزایش تولید علوفه در دیم‌زارها می‌باشد. کشت لگوم‌های علوفه‌ای یک‌ساله در دیم‌زارها، مزایای متعددی دارد. نتایج مطالعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه نشان داد که مجموع عملکرد علوفه تر و خشک و دانه در تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ ماشک و ۵۰٪ جو بیشترین میزان و در کشت خالص ماشک و نسبت ۷۵٪ ماشک و ۲۵٪ جوبه ترتیب کمترین مقدار بوده است (اصغری میدانی ۲۰۱۰).

یکی از محدودیت‌های مطالعه سیستم‌های چند کشتی این است که عموماً این سیستم‌ها مزیت نسبی خود را در مقایسه با سیستم‌های متداول در طی زمان و به تدریج بروز می‌دهند. حال آنکه عمده مطالعات انجام پذیرفته در رابطه با این سیستم‌های کشت، به صورت یک یا دو ساله و عمدتاً تحت کشت آبی اجرا شده‌اند. با لحاظ کردن اهمیت بهره‌برداری مناسب از زمین‌های دیم به ویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهت تامین علوفه مورد نیاز کشور و نیز با در نظر گرفتن اهمیت کشت مخلوط در ایجاد تنوع گونه‌ای در راستای نیل به کشاورزی پایدار، نیاز به مطالعه بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. از این رو، پژوهش حاضر با هدف مقایسه سیستم‌های تک کشتی جو و ماشک با الگوهای گوناگون کشت مخلوط این دو گونه علوفه‌ای در رابطه با تغییر در ویژگی‌های فیزیکی خاک و حصول عملکرد کمی،

هورت و همکاران ۲۰۰۸). هدف از آزمایش‌های کشت مخلوط، به ویژه کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای، افزایش عملکرد در واحد سطح و کیفیت محصول می‌باشد و در اغلب موارد از گیاهان خانواده بقولات و غلات استفاده می‌شوند. غلات از نظر ماده خشک در سطح بالایی قرار دارند، ولی از حیث پروتئین فقیرند و در نقطه مقابل، بقولات از نظر میزان پروتئین در سطح بالایی قرار دارند. از این رو، مخلوط غلات و بقولات منجر به تولید علوفه‌ای با کیفیت بالا خواهد شد (کنتراس و همکاران ۲۰۰۹).

کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها به عنوان راهکاری سازگار با محیط زیست در زمینه ارتقای کمی و کیفی علوفه پیشنهاد شده است. گزارش شده است که کشت مخلوط جو با نخود در مقایسه با کشت خالص جو، با افزایش عملکرد و محتوای پروتئین علوفه همراه بوده است (چن و همکاران ۲۰۰۴). در کشت مخلوط غلات با لگوم، به خاطر استفاده بهتر از نور و بهره‌گیری از نیتروژن تولید شده لگوم توسط غلات، عملکرد کشت مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش می‌یابد (پلزر و همکاران ۲۰۱۲). کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات به عنوان یکی از راه‌های افزایش تولید علوفه و پروتئین از مزرعه در مناطق خشک و نیمه خشک توصیه شده‌است (لیتورگیدیز و همکاران ۲۰۰۷). در این مناطق لگوم‌ها یکی از سودآورترین محصولات بوده و کشت مخلوط آن‌ها با غلات یکی از قدیمی‌ترین فعالیتهای کشاورزی برای تولید علوفه و دانه می‌باشد (سارونایت و همکاران ۲۰۰۹). نظام‌های تولیدی در برگیرنده لگوم‌ها، احتمالاً باعث افزایش عملکرد اقتصادی و کاهش هم‌زمان اثرات مضر زیست محیطی می‌گردند (پلزر و همکاران ۲۰۱۲). کنترل فرسایش خاک، حفاظت از منابع تولید، غنی‌سازی خاک به سبب قابلیت تثبیت همزیستی نیتروژن (لی و همکاران ۲۰۰۹)، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها (بودریو ۲۰۱۳ و لیتورگیدیز و همکاران ۲۰۱۱)، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و جبران بخشی از

طی سه سال زراعی در شرایط دیم منطقه نیمه گرمسیری گچساران اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران (با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۶۶۸ متری از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه ۴۵۰ میلی‌متر) در سال زراعی ۱۳۹۰ به مدت سه سال اجرا شد.

بررسی برخی عوامل اقلیمی مؤثر بر اندازه‌گیری متغیرها

جدول ۱، عوامل اقلیمی مؤثر در طول سه سال ارزیابی را نشان می‌دهد. بر اساس مندرجات این جدول در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۳-۱۳۹۲، میزان بارندگی نسبت به میانگین طولانی مدت (۴۳۱ میلی‌متر) کمتر و در سال ۹۲-۱۳۹۱ بیشتر می‌باشد. در هر سه سال، در ماه فروردین که زمان گل‌دهی ماشک و مرحله خمیری دانه جو می‌باشد، بارندگی مؤثر وجود داشت. در اردیبهشت ماه سال ۹۲-۱۳۹۱ نیز که تقریباً زمان رسیدگی محصولات بود، بارندگی سنگین ۴۹/۲ میلی‌متری وجود داشت.

جدول ۱ - برخی از عوامل اقلیمی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران در سال‌های ۹۳-۱۳۹۰

سال ماه	بارندگی (میلی‌متر)			متوسط دما (درجه سانتی‌گراد)			
	۱۳۹۰- ۹۱	۱۳۹۱- ۹۲	۱۳۹۲- ۹۳	طولانی‌مدت	۱۳۹۰- ۹۱	۱۳۹۱- ۹۲	۱۳۹۲- ۹۳
مهر	۰	۰/۴	۰	۳	۲۵/۳	۲۳/۹	۲۴/۹
آبان	۹۲/۱	۵۸/۷	۱۱۷/۳	۳۲/۵	۱۸/۶	۱۹/۰	۱۸/۶
آذر	۶۱/۱	۲۱۱	۵۶/۲	۹۲/۱	۱۲/۲	۱۳/۹	۱۳/۲
دی	۵۴/۳	۱۰۸/۹	۱۶۱/۶	۱۱۴/۵	۱۱/۹	۹/۸	۱۰/۷
بهمن	۱۲۰/۷	۳۸/۹	۳۲/۳	۷۷/۱	۱۰/۷	۱۱/۳	۱۱/۳
اسفند	۴۷/۵	۲۳/۶	۲۴/۰	۵۳/۲	۱۲/۰	۱۵/۷	۱۴/۷
فروردین	۴۴/۸	۱۳	۱۸/۰	۴۴/۳	۱۷/۹	۱۸/۷	۱۸/۶
اردیبهشت	۰/۱	۴۹/۲	۱/۰	۱۴/۳	۲۶/۲	۲۵/۰	۲۵/۴
جمع	۴۲۰/۶	۵۰۳/۷	۴۱۰/۴	۴۳۱	۱۶/۸۵	۱۸/۰۳	۱۶/۹۱

نمونه خاک از هر کدام از تیمارها در ۳ تکرار تهیه و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد که در جدول ۲ ارائه شده‌اند. قابلیت هدایت الکتریکی محلول خاک با استفاده از روش هس (۱۹۷۱) و pH به روش گل اشباع و با استفاده از pH متر تعیین گردید. جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه‌برداری دست نخورده (بلک و هارتگ ۱۹۸۶) با تهیه نمونه‌های خاک و توزین

پس از خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس محاسبه شد. درصد نیتروژن با روش کج‌لدال (برمر و مولوانسی ۱۹۸۲)، فسفر قابل جذب با روش اولسن (اولسن و سامرز ۱۹۸۲)، پتاسیم قابل جذب با روش فلیم فتومتری و کربن آلی به روش والکی بلک (نلسون و سامرز ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شدند.

ماشک + ۵۰٪ جو، ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو و کشت خالص دو گونه گیاهی بود.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل الگوهای مختلف کشت گیاه جو و ماشک به صورت ۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو، ۵۰٪

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	درصد وزنی اشباع	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH (۱:۱)	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر پتاسیم (mg.kg ⁻¹)
۰-۳۰	لوم رس سیلتی	۴۴	۰/۵	۷/۶	۰/۵	۰/۰۶۱	۱۵/۵ ۲۶۶

کرت‌هایی به ابعاد ۸ × ۳ متر انجام گردید. کشت مخلوط به‌طور درهم و به‌صورت جایگزینی انجام شد. در طول اجرای پروژه اندازه‌گیری‌های مختلف به شرح زیر انجام گرفت:

الف) جرم مخصوص ظاهری خاک: برای تعیین جرم مخصوص ظاهری نمونه‌های دست نخورده خاک از اعماق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متری توسط استوانه‌هایی با حجم مشخص تهیه شد و به مدت ۲۴ ساعت در آونی با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس توزین گردید. جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$BD = \frac{W_s}{V} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$BD = \text{جرم مخصوص ظاهری خاک (g.cm}^{-3}\text{)} = W_s = \text{جرم خاک خشک آون (g)} = V = \text{حجم استوانه (cm}^3\text{)}$$

درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و مجدداً توزین شدند. برای محاسبه درصد رطوبت وزنی خاک از رابطه (۲) استفاده گردید:

$$M_c = 100 \left(\frac{W_w - W_D}{W_D} \right)$$

$$M_c = \text{درصد رطوبت وزنی خاک} \quad W_w = \text{وزن خاک مرطوب (g)} \quad W_D = \text{وزن خاک خشک (g)}$$

برای تهیه بستر بذر از پنجه غازی و هرس بشقابی استفاده گردید. میزان کود مصرفی بر اساس تجزیه خاک محل اجرای پروژه و با در نظر گرفتن نیاز غذایی هر یک از محصولات جو و ماشک (نیاز غذایی جو N₂₀P₂₀ و نیاز غذایی ماشک N₂₀P₂₅) قبل از کشت برای تمامی تیمارها به‌صورت یکنواخت اعمال شد و ماشک از نوع گل خوشه‌ای و جو از نوع خرم انتخاب گردید. میزان بذر مصرفی با تراکم بذری ۳۰۰ بوته در مترمربع برای جو و ۲۰۰ بوته در مترمربع برای ماشک و بر مبنای وزن هزار دانه آن‌ها محاسبه گردید. کشت در پاییز توسط بذرکار (وینتراشتایگر) با خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر در

ب) درصد رطوبت وزنی خاک در زمان گل‌دهی ماشک و خمیری دانه جو: پس از برداشت نمونه‌هایی از خاک از عمق‌های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی‌متری و توزین آنها، به مدت ۲۴ ساعت در آونی با دمای ۱۰۵

(رابطه ۱)

برداشت علوفه تر ماشک زمانی انجام شد که اولین غلاف‌های آن‌ها به‌خوبی توسعه یافته بود. در این زمان

ج) تعیین میزان علوفه تر و خشک تیمارهای کشت مخلوط و کشت‌های خالص ماشک و جو در زمان گل‌دهی.

د) برداشت محصول تمامی تیمارها با حذف حاشیه آنها و تعیین میزان عملکرد دانه مربوط به هر یک از تیمارها پس از رسیدگی کامل محصول

ه) اندازه‌گیری نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio یا LER) برای ماشک و جو نسبت برابری زمین در این آزمایش بر مبنای عملکرد دانه در کشت‌های خالص جو و ماشک و نیز در کشت مخلوط با استفاده از معادلات ۳، ۴ و ۵ محاسبه گردید.

$$LER = LER_{VETCH} + LER_{BARLEY}$$

$$LER_{Barley} = \frac{Y_{BV}}{Y_{Barley}} \quad (\text{رابطه ۵})$$

۹۳-۱۳۹۲ بر نسبت برابری زمین معنی‌دار گردید. به دلیل تفاوت در میزان بارش‌ها و پراکندگی آنها، اثر تیمارها بر متغیرها نیز به تبع شرایط اقلیمی متفاوت بود، به طوری که عملکرد علوفه تر و خشک در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ با میزان بارندگی (۴/۴۱۰ میلی‌متر) و متوسط دمای طولانی مدت نسبت به بقیه سال‌ها افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت. در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ تیمارهای کشت خالص جو و کشت مخلوط ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو با قرار گرفتن در یک مرتبه آماری نسبت به بقیه تیمارها، به‌ویژه کشت خالص ماشک، برتری قابل ملاحظه‌ای داشتند (جدول ۳). در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بین تیمارها اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. در حالی که در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ جهش قابل ملاحظه‌ای در تمام تیمارها به وجود آمد (جدول ۳). به طوری که کشت خالص جو با مقدار ۲۵/۲۱۱ تن در هکتار و کشت خالص ماشک با ۱۶/۱ تن در هکتار به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را به خود اختصاص دادند که در مقایسه با تیمارهای مشابه در دو سال زراعی دیگر به ترتیب و به‌طور متوسط ۵۵/۸ و ۹۰/۵ درصد رشد نشان داد (جدول ۳). این تفاوت عملکرد می‌تواند در اثر شرایط اکولوژیکی، رقابت بین محصولی

جو در انتهای مرحله شیری و ابتدای مرحله خمیری بود (لامعی ۱۳۸۹). برای این منظور بوته‌های دو ردیف میانی با رعایت فاصله نیم (۰/۵) متر از ابتدا و انتهای هر کرت، از ارتفاع دو سانتی‌متری سطح خاک قطع و وزن تر آن ثبت گردید. نیم کیلوگرم علوفه تر از هر تیمار به صورت تصادفی در کیسه قرار داده شد و جهت خشک کردن به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آونی با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عملکرد ماده خشک آنها محاسبه گردید.

(رابطه ۳)

$$LER_{VETCH} = \frac{Y_{VB}}{Y_{VETCH}} \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در آنها Y_{Barley} و Y_{VETCH} به ترتیب عملکرد ماشک علوفه‌ای و جو خالص و Y_{BV} و Y_{VB} عملکردهای آنها در سیستم کشت مخلوط است (کابالرو و همکاران ۱۹۹۵).

داده‌های حاصل از هر سال با استفاده از نرم افزار MSTAT-C (1.0.0) تجزیه گردید و مقایسه میانگین پارامترها و صفات اندازه‌گیری شده، با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار انجام گرفت. در نهایت، تجزیه مرکب روی داده‌های مربوط به سال‌های مختلف اجرای آزمایش انجام و میانگین‌ها با هم مقایسه شدند. با توجه به متغیر بودن شرایط اقلیمی و متعاقب آن اختلاف زیاد در میزان عملکرد تیمارها در سال‌های مختلف، آزمون بارتلت متغیرهای عملکرد علوفه تر و خشک و نیز نسبت برابری زمین را غیرقابل تجزیه نشان داد، لذا تجزیه واریانس این متغیرها به صورت ساده انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

صفات زراعی (عملکرد علوفه تر)

اثر تیمارهای آزمایشی در سال ۹۱-۱۳۹۰ بر عملکردهای تر و خشک و نسبت برابری زمین و در سال

خالص جو حاصل شده است (نخ رزی مقدم ۲۰۱۳). یافته‌های این پروژه با نتایج کسب شده توسط برخی محققین دیگر (لی و همکاران ۲۰۰۹ و بودریو ۲۰۱۳) مشابهت دارد. در یافته‌های این محققین نیز در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جو با سایر گونه‌ها، بیشترین عملکرد علوفه تر از کشت خالص جو به‌دست آمده بود.

در استفاده از شرایط موجود و مصرف آب و مواد غذایی خاک، دمای هوا در مراحل مختلف رشد، میزان و پراکنش باران (جدول ۱) و برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک (جدول ۲) باشد. گزارش شده است که بیشترین عملکرد علوفه‌تر بعد از کشت خالص جو، متعلق به کشت مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای بوده‌است (علیزاده ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای دیگر، بالاترین عملکرد علوفه تر در کشت

جدول ۳- اثرات اصلی نسبت‌های مختلف ماشک، جو و کشت خالص آن‌ها بر عملکرد علوفه تر و خشک به تفکیک سال زراعی

مجموع عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)				مجموع عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)				تیمار
میانگین سه سال	۱۳۹۲-۹۳	۱۳۹۱-۹۲	۱۳۹۰-۹۱	میانگین سه سال	۱۳۹۲-۹۳	۱۳۹۱-۹۲	۱۳۹۰-۹۱	
۳/۵	۵/۵b	۲/۹a	۲/۱b	۱۲/۲	۱۶/۱b	۱۱/۸a	۸/۸b	کشت خالص ماشک
۴/۷	۸/۵ab	۲/۹a	۲/۹ab	۱۴/۷	۲۱/۷ ab	۱۲/۱ a	۱۰/۵b	۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو
۳/۹۷	۶/۴b	۲/۸a	۲/۷b	۱۲/۷	۱۶/۸ b	۱۱/۲ a	۱۰/۱b	۵۰٪ ماشک + ۵۰٪ جو
۴/۹۸	۸/۱ab	۳/۰a	۳/۸a	۱۵/۵	۲۰/۸ ab	۱۱/۹ a	۱۳/۹a	۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو
۵/۹	۱۰/۶a	۳/۳a	۳/۸a	۱۷/۲	۲۵/۲a	۱۱/۸a	۱۴/۶a	کشت خالص جو

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در هر یک از سال‌های زراعی است.

مثبت جو در کشت‌های مخلوط بر عملکرد ماده خشک می‌باشد. در مطالعه‌ای جداگانه‌ای در شرایط دیم و در مناطق دیگر، نتایج مشابه با نتایج این مطالعه گزارش شده‌است (آتیس و همکاران ۲۰۱۲). اگرچه در تحقیقات انجام شده دیگر نیز با افزایش سهم غلات دانه ریز در نسبت‌های کشت مخلوط، مقادیر عملکرد ماده خشک روند افزایشی داشته است (کورسوان و همکاران ۲۰۱۴ و لی و همکاران ۲۰۰۹)، در عین حال گزارش شده‌است که به‌دلیل غالبیت غلات دانه ریز در رقابت با گیاهان علوفه‌ای و کاهش واقعی سهم این گیاهان از عملکرد ماده خشک، کیفیت علوفه حاصل از نسبت‌های زیاد غلات در کشت مخلوط، از ارزش غذایی پایینی برخوردار است

عملکرد خشک علوفه

عملکرد علوفه خشک نیز روندی مشابه عملکرد علوفه تر داشت. به‌نحوی که در بین سال‌های مختلف اجرای پروژه، سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ شرایطی به‌مراتب مطلوب‌تر از دو سال دیگر داشت. نتایج ارائه شده در جدول ۳، حاکی از قابلیت بالای کشت خالص جو و کشت مخلوط با حداقل نسبت ماشک (۲۵٪)، نسبت به دیگر تیمارها در تولید ماده خشک می‌باشد. همچنین در این مطالعه متناسب با افزایش مقدار جو در نسبت کشت مخلوط، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. این در حالی است که در تیمارهای حاوی نسبت ۵۰٪ و بالاتر ماشک، میزان عملکرد علوفه نسبت به کشت خالص جو و نسبت ۲۵٪ ماشک به‌طور معنی‌داری پایین‌تر بود که نشانگر تأثیر

برهمکنش سال در تیمار در سطح آماری یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین سالانه عملکرد دانه (جدول ۴) نیز نشان داد که سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ با بارندگی ۴/۱۰ میلی متری (جدول ۱) و تولید ۳/۱ تن در هکتار نسبت به دو سال دیگر عملکرد قابل ملاحظه‌ای داشته است. این افزایش عملکرد در ادامه روند افزایش مقادیر به دست آمده از سایر متغیرهای زراعی همچون عملکردهای علوفه تر و خشک در سال زراعی یاد شده می باشد.

(لامعی هروانی ۲۰۱۲). در کشت مخلوط جو و ماشک، بوته‌های ماشک از نظر فیزیکی توسط جو پشتیبانی می‌شوند که این موضوع به استقرار و نمو بهتر بوته و نهایتاً عملکرد بالاتر منجر می‌گردد (کاراژیک و همکاران ۲۰۱۱).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نشان داد که اثر سال، تیمار و

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمار در سال بر عملکرد دانه (تن در هکتار)

میانگین	سال زراعی			تیمار
	سه ساله تیمار	۱۳۹۲-۹۳	۱۳۹۱-۹۲	
۱/۱	۱/۵fg	۱/۰gh	۰/۸h	کشت خالص ماشک
۱/۹	۳/۳bc (۱/۳+۲)	۱/۲gh (۰/۷+۰/۵)	۱/۲gh (۰/۳+۰/۹)	۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو
۱/۶	۱/۹ef (۰/۶+۱/۳)	۱/۳gh (۰/۴+۰/۹)	۱/۴fgh (۰/۱+۱/۳)	۵۰٪ ماشک + ۵۰٪ جو
۲/۵	۳/۷b (۰/۴+۳/۳)	۱/۷fg (۰/۷۵+۰/۹۵)	۲/۰ef (۰/۰۶+۱/۹۵)	۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو
۳/۵	۵/۲a	۲/۴de	۲/۷cd	کشت خالص جو
-	۳/۱	۱/۴	۱/۶	میانگین

حروف مشترک در هر سال، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در آن سال زراعی است.

با ادامه کشت با این ترکیب و اثرات مثبتی که ماشک بر حاصلخیزی خاک دارد، به تدریج سیستم کشت مخلوط نسبت به کشت خالص جو در همه زمینه‌ها از جمله عملکرد دانه برتری داشته باشد (لامعی هروانی ۲۰۱۲ و بودریو ۲۰۱۳). گزارش شده است که در سیستم کشت مخلوط غلات- لگوم تحت تاثیر رقابت ایجاد شده برای آب و مواد غذایی، سیستم ریشه غله گسترش یافته و توانایی جذب گیاه افزایش می‌یابد (کاروما و همکاران ۲۰۱۴). در مطالعه‌ای مشابه در اقلیم مدیترانه‌ای ترکیه،

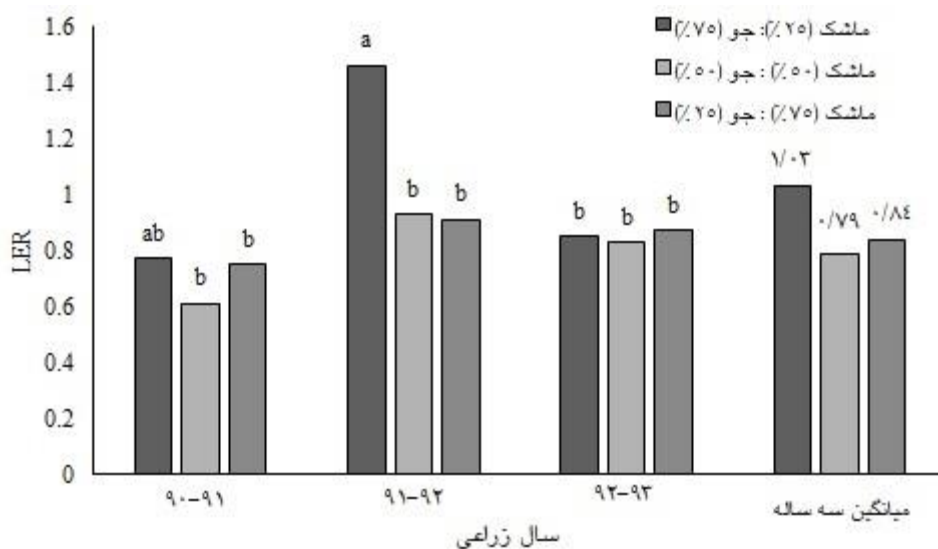
افزایش تقریبی دو برابری عملکرد دانه در سال ۱۳۹۲ نسبت به دو سال دیگر می‌تواند ناشی از مناسب بودن شرایط اقلیمی و استفاده مؤثر تیمارها از این شرایط باشد. نتایج مندرج در جدول ۴، حاکی از تغییر در میزان عملکرد دانه و ایجاد روند افزایشی در آن به نسبت تغییر در نسبت‌های کشت مخلوط ماشک و جو است. به واسطه همین تغییر نسبت ترکیبی، تیمار ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو با ۲/۴۹۲ تن در هکتار، قابلیت خود را در نزدیک شدن به تیمار کشت خالص جو نشان داده است. به نظر می‌رسد

مزیت این سیستم بر کشت خالص محصولات جو و ماشک بوده است. گزارش شده است که کشت مخلوط عموماً از نسبت برابری زمین مساوی و یا کمتر، نسبت به کشت خالص برخوردار است (آتیس و همکاران ۲۰۱۲). از آنجایی که نسبت برابری زمین جهت تصدیق ادعای برتری نسبی نسبت عملکرد کشت مخلوط به کشت خالص در واحد سطح مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد، تیمار کشت مخلوط ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو، این برتری نسبی را تا حدی نشان می‌دهد. در حالی که نتایج مربوط به واکنش عملکرد گیاهان زراعی به کشت مخلوط بسیار متنوع و بعضاً متناقض بوده و تحت تاثیر محیط و گونه‌های کشت شده متفاوت است، پیشنهاد شده است که شاخص برابری زمین، می‌تواند نتایج قاطع در رابطه با کارایی کشت مخلوط ارائه دهد (صادقپور و جهانزاد ۲۰۱۲). در موردی مشابه گزارش شده است که کشت مخلوط جو با یونجه یک‌ساله به حصول بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۰۷) منجر شد (صادقپور و همکاران ۲۰۱۳).

بیشینه عملکرد از نسبت ۸۰٪ جو به همراه ۲۰٪ از رقم‌های گوناگون ماشک مجاری حاصل شده است (ایداریسیت و همکاران ۲۰۱۶).

نسبت برابری زمین

در سال‌های زراعی ۱۳۹۰-۹۱ و ۱۳۹۲-۹۳ تیمارهای کشت مخلوط در شرایطی مشابه قرار داشته و نسبت برابری زمین در آن‌ها کمتر از یک بود؛ اما در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ کشت مخلوط جایگزینی ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو با مقدار ۱/۴۶ نسبت به دیگر تیمارها افزایش چشم‌گیری داشت (شکل ۱). به‌طور متوسط بیشترین مقدار در نسبت برابری زمین تیمارها از همین سیستم کشت مخلوط ۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو (۱/۰۳) بوده که بیانگر افزایش سه درصدی نسبت کشت مخلوط در این تیمار نسبت به دیگر تیمارها می‌باشد. بزرگ‌تر بودن این عدد از عدد یک که حد بحرانی مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص اعلام گردیده (کادزیولین و همکاران ۲۰۱۱)، نشان‌دهنده



شکل ۱- مقایسه میانگین سالانه بین تیمارها و متوسط سه ساله آن‌ها در رابطه با نسبت برابری زمین (LER)

حروف مشترک در هر سال، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در آن سال زراعی است.

شاخص‌های فیزیکی خاک

رطوبت وزنی خاک

تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط نشان داد که رطوبت خاک در هیچ‌یک از سه عمق یاد شده تحت تاثیر نسبت کشت مخلوط، سال و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۵٪ قرار نگرفت. در تحقیق حاضر، احتمالاً به سبب وجود بارندگی در فروردین ماه هر سال که نزدیک به زمان نمونه برداری رطوبت بوده است، اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود و از این رو تیمارها در جذب رطوبت موجود شرایط مشابهی داشتند. اسکندری و جوانمرد (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از نظر درصد رطوبت وزنی خاک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جرم مخصوص ظاهری خاک

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر اصلی تیمارهای آزمایشی بر جرم مخصوص ظاهری در اعماق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ و برهمکنش سال و تیمار تنها بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۰-۱۰ سانتیمتری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. برهمکنش تیمار و سال، نشان داد تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو با ۱/۱۴ گرم بر سانتی مترمکعب در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ از کمترین تراکم خاک و تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ ماشک + ۵۰٪ جو با ۱/۴۰ گرم بر سانتی مترمکعب در سال ۹۲-۱۳۹۱ از بیشترین تراکم خاک برخوردار بودند (جدول ۵). یکی از مناسب‌ترین روش‌های ارزیابی تراکم خاک، اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری است (چلیک ۲۰۱۱) که میزان کمتر آن در خاک‌های کشاورزی، مفید می‌باشد. در هر سه سال، عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری خاک، بیشترین مقدار تراکم را داشته و مقدار آن به طور متوسط ۱/۳۲ گرم بر سانتی مترمکعب بوده است (جدول ۶).

تیمارها در هر سه عمق نمونه برداری نسبت به قبل از اجرای پروژه، جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش داده‌اند. به طوری که میانگین کلی آن‌ها در نیم رخ ۳۰-۰ سانتی متری خاک از مقادیر به دست آمده در قبل از اجرای آزمایش کمتر است (جدول ۶). در این میان کشت خالص ماشک با ۱/۲۵ گرم بر سانتی مترمکعب، کمترین جرم مخصوص ظاهری خاک را نشان داد.

کاهش تراکم خاک در این مطالعه، احتمالاً به دلیل افزایش نفوذپذیری در اثر حفظ بقایای گیاهی، سست و پوک شدن خاک و افزایش تدریجی مواد آلی می‌باشد. در این راستا، غنی‌سازی و بهبود ویژگی‌های خاک بدون کاربرد مقادیر بالاتر نهاده‌های شیمیایی به عنوان یکی از مزیت‌های اصلی کشت مخلوط جو با گونه‌های ماشک، پیشنهاد شده است (بیلماز و همکاران ۲۰۱۴). گزارش‌ها در رابطه با تاثیر سیستم‌های چند کشتی بر جرم مخصوص ظاهری خاک بعضاً متناقض و تحت تاثیر سایر متغیرها بوده‌اند. در کشت مخلوط لوبیا و ذرت با اجرای سیستم خاکورزی حفاظتی تحت شرایط دیم، جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش یافته است (موهانتی و همکاران ۲۰۱۵). همچنین کشت بادام زمینی به عنوان یک گیاه زراعی از خانواده بقولات به صورت مخلوط با ذرت، با کاهش ۳۵ درصدی جرم مخصوص ظاهری خاک همراه بوده است (ایدراستیت و همکاران ۲۰۱۶). در تناقض با نتایج پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در شرایط متفاوت خاک‌ورزی، تغییر معنی‌داری در جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک ایجاد نمی‌نمایند (کاروما و همکاران ۲۰۱۴). در همین راستا گزارش شده است که نسبت‌های گوناگون کشت مخلوط ذرت و سویا در مقایسه با کشت خالص هر یک از این گونه‌ها تفاوت معنی‌داری در جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۸۰-۰ سانتیمتری ایجاد نمی‌کنند (رگهر ۲۰۱۴).

جدول ۵- اثر برهمکنش سال و تیمار بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۰-۰ سانتیمتری خاک

سال زراعی	تیمار		
	۱۳۹۲-۹۳	۱۳۹۱-۹۲	۱۳۹۰-۹۱
۱/۲۱cd	۱/۲۰cd	۱/۲۱cd	کشت خالص ماشک
۱/۲۱cd	۱/۲۷c	۱/۱۴d	۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو
۱/۲۹abc	۱/۴۰a	۱/۱۷d	۵۰٪ ماشک + ۵۰٪ جو
۱/۲۱cd	۱/۲۲cd	۱/۲۰cd	۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو
۱/۲۷c	۱/۳۷ab	۱/۱۷d	کشت خالص جو

حروف مشترک در هر سال، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در آن سال زراعی است.

جدول ۶- اثر تیمار (نسبت‌های گوناگون کشت مخلوط جو و ماشک) بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های مختلف.

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)				تیمار
۰-۳۰	۲۰-۳۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	
۱/۲۵	۱/۲۸abc	۱/۲۷c	۱/۲۱b	کشت خالص ماشک
۱/۲۹	۱/۳۳ab	۱/۳۲abc	۱/۲۱b	۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو
۱/۳۰	۱/۲۶bc	۱/۳۴ab	۱/۲۹a	۵۰٪ ماشک + ۵۰٪ جو
۱/۳۱	۱/۳۴a	۱/۳۸a	۱/۲۱b	۲۵٪ ماشک + ۷۵٪ جو
۱/۲۷	۱/۲۵c	۱/۲۸abc	۱/۲۷ab	کشت خالص جو
-	۱/۲۹	۱/۳۲	۱/۲۴	میانگین در طول ۳ سال اجرای پروژه
-	۱/۶۰	۱/۶۴	۱/۵۴	میانگین قبل از اجرای پروژه

حروف مشترک در هر سال، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در آن سال زراعی در سطح ۵٪ است.

نتیجه‌گیری

در این ارزیابی تیمار کشت خالص جو و کشت مخلوط ۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو بیشترین مقادیر را از نظر عملکردهای علوفه تر و خشک و عملکرد دانه و نیز نسبت برابری زمین به خود اختصاص دادند. در عین حال تمام تیمارها توانستند به واسطه رعایت تناوب و استفاده مطلوب از مزایای کشت ماشک علوفه‌ای، در هر سه عمق نمونه‌برداری، جرم مخصوص ظاهری خاک را نسبت به قبل از اجرای پروژه کاهش دهند. این کاهش در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر بود. به‌طور کلی دو تیمار کشت

خالص جو و کشت مخلوط ۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو توانستند از شرایط اقلیمی منطقه به نحو مطلوب‌تری استفاده نمایند. اما نظر به اینکه هدف از اجرای این پروژه، عمدتاً افزایش هم‌زمان عملکرد و بهبود خصوصیات خاک و نیز صرفه اقتصادی می‌باشد و در این مسیر کشت ماشک علوفه‌ای ممکن است در درازمدت منجر به افزایش مواد آلی، تثبیت نیتروژن خاک و نیز کاهش مصرف کودهای شیمیایی گردد، تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ ماشک + ۲۵٪ جو مناسب‌تر بوده و برای اجرا در مناطق نیمه گرمسیری کشور با شرایطی مشابه منطقه گچساران انتخاب و توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Alizadeh KH, 2011. Evaluation of some legume crops intercropping with barley under rain fed conditions. Dry land agricultural research institute. Code: 88/1079.
- Asghari- Meidani J, 2010. Comparison of quantitative and qualitative yield of Vetch and Barley mono culture and their mixed in cereal and forage rotation. Final report, Dry land agricultural research institute. Code: 87/215.
- Atis I, Kokten K Hatipoglu R, Yilmaz S, Atak M and Can E, 2012. Plant density and mixture ratio effects on the competition between common vetch and wheat. Australian Journal of Crop Science, 6: 498–505.
- Blake GR, and Hartge KH, 1986. Bulk density. Pp. 363-375. In: Klute A (Ed). Methods of Soil Analysis Part 1, Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Boudreau MA, 2013. Diseases in intercropping systems. Annual Review of Phytopathology, 51: 499-519.
- Bremmer JM and Mulvaney CS, 1982. Total nitrogen. Pp. 599-622. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (ed.). Method of Soil Analysis. Part II. Aragon Monogram, 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
- Caballero R, Goicoechea EL, 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.
- Çelik I, 2011. Effects of tillage methods on penetration resistance, bulk density and saturated hydraulic conductivity in a clayey soil conditions. Journal of Agriculture Science, 17: 143–156.
- Chen C, Westcott M, Nriell K, Wichman D and Knox M, 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. Agronomy Journal, 96: 1730-1738.
- 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: 211-216.
- Contreras- Govea FE, Muck RE, Armstrong KL and Albrecht KA, 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. Animal Feed Science and Technology, 53: 37-49.
- Eskandari H and Javanmard A, 2014. Evaluation of forage yield and quality in intercropping patterns of Maize (*Zea mays*) and Cow pea (*Vigna sinensis*). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23: 101-110.
- Hesse PR, 1971. A text book of soil chemical analysis. John Murray, London.
- Idaresit A, Ernest E and Etebom W, 2016. Assessment of groundnut/maize intercropping system on soil bulk density and volumetric moisture content grown in typic paleudult soils of Southeastern Nigeria. Direct Research Journal of Agriculture and Food Science, 4: 228-232.
- Kadziulienė Z, Sarunaite L and Deveikyte I, 2011. Effect of pea and spring cereals intercrop in the organic farming systems. Agronomy Research, 7 (2): 606-611.
- Karagic D, Vasiljevic, S, Katic S, Mikic A, Milic D, Milosevic B and Dusanic N, 2011. Yield and quality of winter common vetch (*Vicia sativa* L.) haylage depending on sowing method. Biotechnology in Animal Husbandry, 27: 1585–1594.
- Karuma A, Mtakwa P, Amuri, N Gachene C and Gicheru P, 2014. Tillage effects on selected soil physical properties in a maize-bean intercropping system in Mwala district, Kenya. International Scholarly Research Notices, 2014: 1-12.
- Kursuvan A, Kaplan M and Nazli A, 2014. Intercropping of hungarian vetch and barley under different plant varieties and mixture rates. Legume Researches, 37: 590-599.
- Lameie hervani G, 2012. Evaluation of mono culturing and intercropping three annual forage legumes with barley under rain fed conditions. Final report, Dry land agricultural research institute. Code: 89/664.

- Li Y, Ran W, Zhang R, Sun S and Xu G. 2009. Facilitated legume nodulation, phosphate uptake and nitrogen transfer by arbuscular inoculation in an upland rice and mango bean intercropping system. *Plant and Soil*, 315: 285-296.
- Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD, 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy for Sustainable Development*, 27: 95-99.
- 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.
- Mohanty A, Mishra KN, Roul PK, Dash SN and Panigrahi A, 2015. Influence of conservation agriculture production system on soil organic carbon, bulk density and water stable aggregates in a tropical rainfed agro ecosystem. *Environmental and Engineering Consultants*, 21(4): 111-114.
- Nakhzari-Moghaddam A, 2013. The yield and forage quality of intercropping barley and mustard in different planting dates. *Electronic Journal of Crop Production*, 5 (4): 173-189.
- Nelson DW and Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539-579. In: Page AL (Ed). *Method of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Methods, Part 2*. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Olsen SR and Sommers LE, 1982. Phosphorus. In: *Methods of Soil Analysis, part 2*, page. A.L., R.H. Miller and R.D. Keeney. *Soil Science Society of American Journal*. pp. 404.
- Pelzer E, Bazot M, Makowski D, Corre- Hellou G, Naudin C, Al rifai M, Baranger E, Bedoussac L, Biarnes V, Boucheny P, Carrouee B, Dorvillez D, Foissy D, Gailard B, Gouchard L, Mansard MC and Oman B, 2012. Pea- wheat intercrops in low- input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *European Journal of Agronomy*, 40: 39-53.
- Regehr A. 2014. Evaluation of maize and soybean intercropping on soil quality and nitrogen transformations in the Argentine Pampa. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Master of Environmental Studies in Environment and Resource Studies. Waterloo, Ontario, Canada.
- Sadeghpour A and Jahanzad E, 2012. Seed yield and yield components of intercropped barley (*Hordeum vulgare* L.) and annual medic (*Medicago scutellata* L.). *Australian Journal of Agriculture Engineering*, 3: 47-50.
- 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 Crop Research*, 148: 43-48.
- Sarunaite L, Deveikyte I, Semaskiene R and Kadziulienė Z, 2009. The influence of grain legumes on spring wheat yield formation and phytosanitary state. *Agronomy Research*, 7(1): 465-470.
- Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Neil Harker K, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100: 182-190.
- Yilmaz S, Ozel A, Atak M and Erayman M, 2014. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 135-143.