Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 49, No 2, Summer 2018 (1-9)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.222722.654225

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷ (ص۹-۱)

تعیین شاخص سودمندی کشت خالص و مخلوط ماشک برگ درشت (*Vicia narbonensis* L.) با جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت تأثیر کمپوست

خسرو عزیزی[1*]، علیرضا دارائی مفرد[2]، بهروز نصیری[3] و محمد فیضیان[4]

۱.دانشیار اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ۲. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ۳. استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان و ۴. استادیار خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۰۱)

چکیده

ارزیابی تأثیر کشت مخلوط افزایشی جو (رقم آبیدر) و ماشک برگ درشت (رگه یا لاین ۲۵۶۱) در شرایط کاربرد کود کمپوست بر عملکرد علوفهٔ خشک و شاخص‌های سودمندی، در ایستگاه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ با آزمایش فاکتوریل ۵×۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در یک مکان و در شرایط دیم انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: چهار سطح کود کمپوست (شاهد، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) و ۵ سطح اجزای مکمل مخلوط شامل: ۰:۱۰۰ (کشت خالص ماشک)، ترکیب ۴۰:۱۰۰ (ماشک:جو)، ۷۰:۱۰۰، ۱۰۰:۱۰۰ و ۰:۱۰۰ (کشت خالص جو) بود. در این آزمایش، زیست‌تودهٔ (بیوماس) تولیدشده در برهمکنش شاهد×۴۰:۱۰۰ (ماشک برگ درشت:جو) در سال‌های اول و دوم، برابر ۵/۰۳ و ۵/۲۸ تن در هکتار بود و برتری ۴/۷۷ درصدی زیست‌توده در سال دوم به‌دست آمد. نتایج نشان داد، با افزایش کاربرد کمپوست (۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) و ترکیب جزء مخلوط ماشک برگ درشت (۱۰۰:۱۰۰)، نسبت برابری زمین کل (TLER) به سمت ۲ و حتی بیش از آن میل می کند. نسبت برابری زمین-زمان (ATER) در همهٔ برهمکنش‌های سال×کمپوست×کشت مخلوط، بیش از ۱ بود. بیشترین بازدهٔ استفاده از زمین (LUE) جو نیز متعلق به نسبت بذری ۱۰۰:۱۰۰ در همهٔ سطوح کاربرد کمپوست بود. کمترین نسبت معادل زمان–سطح زیر کشت (E) در سال اول و دوم به برهمکنش تیمار شاهد×۴۰:۱۰۰ به ترتیب معادل ۱/۲۵ و ۱/۲۶ تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: کارایی، کشت افزایشی، کود آلی، جو، کمپوست.

Study of efficiency indices in sole cropping and intercropping of broad leaf vetch (*Vicia narbonensis* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) in affected to compost

Khosrow Azizi[1*], Alireza Daraeimofrad[2], Behrouz Nasiri[3] and Mohammad Feizian[4]

1. Associate Professor of Crop ecology, Agricultural faculty, Lorestan University,2. Ph.D student of Crop ecology, Agricultural faculty, Lorestan University, 3. Assistant Professor of climatology, geography faculty, Lorestan University and 4, Assistant Professor of soil science, Agricultural faculty, Lorestan University

(Received: December 15, 2016 - Accepted: eptember 23, 2017)

ABSTRACT

In order to study the effect of intercropping and sole cropping of barley (Abidar cultivar) with broad leaf vetch (Line 2561) under conditions of used compost on yield of dry forage and utility indices, this experiment in cropping years 2014-15 and 2015-16 was conducted with four levels of compost (control, 20, 40 and 60 ton.ha^{-1}) and five levels of complementary components of intercropping, 100:0 (sole cropping of broad leaf vetch), 40:100 (broad leaf vetch: barley), 70:100, 100:100 and 0:100 (sole cropping of barley) in additive series intercropping in dry land conditions of khorramabad in the college of Agriculture of Lorestan University in the form of factorial in RCBD with three replicates. Results showed that biomass produced in the interaction control×100:40 (broad leaf vetch: barley) in the first and second years, was equal to 5.03 and 5.28 ton.ha^{-1} and the second year was 4.77 percent lead. The results showed that by increasing the use of compost (40 and 60 ton.ha^{-1}) and broad leaf vetch seed ratio (100: 100), Total Land Equivalent Ratio (TLER) to 2 and even more than it does the desire, Area Time Land Equivalent Ratio (ATER), in all interactions of year×compost×intercropping, was more than 1 (ATER> 1). The max of Land Use Efficiency (LUE) of barley was obtained in the seed ratio of 100:100 and at all levels of the compost and the lowest The E in the first and second year was belonged to the interaction of control×40:100 that was equal to 1.25 and 1.26, respectively.

Keywords: Additive Series Intercropping, Efficiency, Organic Fertilizers, barley, compost.

* Corresponding author E-mail: azizi_kh44@yahoo.com

مقدمه

نقطهٔ مقابل کشاورزی فشرده (رایج یا متداول) استفاده از نظام‌های متنوع کشاورزی، مانند افزایش شمار گونهٔ زراعی (کشت مخلوط) در واحد سطح است که راه‌حل مناسبی برای برخی مسائل کشاورزی مدرن به شمار می‌آید (Altieri, 1999). در کشاورزی، چشم‌اندازهای متفاوتی در بیان تولید و تقلید از طبیعت وجود دارد که یک نمونه از آن، کشاورزی پایدار است. توصیف کشاورزی پایدار با مدیریت بهینهٔ منابع، یعنی افزون بر اثر رضایت بخش برای انسان، مدیریت و مهار (کنترل) آفات، سلامت محیط و استفاده از ظرفیت منابع آب و خاک نیز فراهم شود (Reijntjes & Haverkortand, 1992). نگاه تک‌بعدی به استفادهٔ بی‌رویه از کودهای شیمیائی اثرگذاری‌های زیانبار مانند کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک، محدود شدن رشد ریشه و در نهایت تخریب خاک و کاهش رشد را در پی دارد. اما، کودهای آلی موجب افزایش هوموس خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران می‌شوند (Mazinni & Said, 2004; Alidoost, 2001). این مادهٔ ارزشمند (آلی)، قرن‌ها توسط کشاورزان از مواد رایج گیاهی و دامی تولید شده است (Gamroth, 2012) و همین بس که آن را قلب کشاورزی پایدار نام نهاده و نقش آن را در خاک همانند نقش خون در بدن دانسته‌اند (Ajami *et al*., 2006). بنابراین، تولید موفقیت‌آمیز محصولات کشاورزی، مستلزم وجود خاک مناسب، میزان کافی و قابل استفادهٔ عنصرهای غذایی برای گیاه است (Mahmoodi & Hakimian, 1998).

در راستای کشاورزی ارگانیک، کشت مخلوط لگوم×غله یک راه‌حل مناسب برای تولید محصول در واحد سطح، تنوع غذایی و کاهش خطرهای تولید در شرایط دیم است که با افزایش بازدهٔ استفاده از منابع (مانند نسبت برابری زمین) عمل می‌کند (Marer *et al*., 2007). بنابراین، اجرای نظام‌های کشت مخلوط در خود تنظیمی بوم‌نظام (اکوسیستم)های زراعی با کاهش آشفتگی‌های محیطی و استفادهٔ بهینه از منابع آلی موجود در خاک (به‌دلیل تقلید از طبیعت و افزایش شمار گونه در واحد سطح) نقش مهمی دارند (Molatudi & Mariga, 2012; Geren *et al*., 2008).

در بررسی کشت مخلوط (ذرت×سویا×هندوانه) و کود مرغی نتیجه گرفته شد، بیشینه عملکرد در کاربرد بیشترین میزان کود به دست می‌آید. همچنین، بیشترین عملکرد در کشت مخلوط ذرت نسبت به خالص بین ۴۵ تا ۶۶ درصد و در مخلوط سویا بین ۳۴ تا ۳۵ درصد با ۴۰ تن کود مرغی (بیشترین سطح کود) به دست آمد (Sharaiha & Hattar, 2008). تأثیر کاربرد کود اسبی×بقایای گیاهی (زراعی و باغی) در کشت خالص و مخلوط یولاف×نخود بیانگر افزایش سرعت نورساخت (فتوسنتز) و تثبیت زیستی (بیولوژیکی) نیتروژن به میزان ۱۷ و ۱۲ درصد و در نتیجه افزایش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به خالص بود (Joergensen & Bruns, 2014).

در بررسی شاخص‌های سودمندی (تریتیکاله×ماشک برگ درشت) به‌منظور کسب کارایی در نظام کشت مخلوط، باید به نسبت کاهش تراکم یک جزء، تراکم جزء دوم افزایش یابد (Azizi *et al*., 2014).

در سطوح مختلف کشت مخلوط، نسبت برابری زمین (LER) بیش از ۱ و این امر بیانگر برتری کشت مخلوط بر کشت خالص است (Seyedi *et al*., 2012). در بررسی قابلیت (پتانسیل) سودمندی کشت مخلوط تریتیکاله×جو×ماشک معمولی×خلر نتایج نشان داد، غلات در شاخص‌های رقابتی برتر از لگوم‌ها هستند (Rakieh *et al*., 2008). هدف از اجرای این تحقیق، بررسی کشت ارگانیک لگوم و غله برای تولید علوفه در قالب نظام کشت مخلوط افزایشی و تأثیر آن در بهره برداری از منابع با تعیین شاخص‌های سودمندی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل ۵×۴ در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار و در یک مکان برای بررسی تأثیر کشت مخلوط و کود کمپوست بر عملکرد و شاخص-های سودمندی در شرایط دیم اجرا شد. در این آزمایش از دو گیاه لگوم و غله (ماشک برگ درشت رگه یا لاین ۲۵۶۱ و جو رقم آبیدر) در قالب نظام کشت مخلوط افزایشی (Additive Series Intercropping) استفاده شد.

عامل اول کاربرد چهار سطح کود کمپوست (شاهد، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) و عامل دوم سطوح مختلف اجزای مکمل مخلوط در ۵ سطح، ۱۰۰:۰ (کشت خالص ماشک)، ۱۰۰:۴۰ (ماشک:جو)، ۱۰۰:۷۰، ۱۰۰:۱۰۰ و ۱۰۰:۰ (کشت خالص جو) بودند. با توجه به مصرف کود دامی (جداول ۱ تا ۶) و در راستای دستیابی به تولید محصول سالم و ارگانیک در این آزمایش از کاربرد سم و کود شیمیایی خودداری شد (Najafi *et al*., 2012).

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ شیمیایی کود کمپوست (سال اول)

Table 1. Results of chemical analysis of compost fertilizer (first year)

S	O.M	Moisture	Cu	Mn	Fe	Zn	Mg	Ca	Na	K2O	P2O5	N	E.C	pH
0.17	60.24	3.63	53.23	270.25	720.25	321.53	0.74	4.25	1.30	1.572	1.210	1.710	1.400	7.56

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ فیزیکوشیمیائی خاک مزرعهٔ آزمایشی پیش از کاربرد کمپوست (سال اول)

Table 2. Results of physicochemical analysis of experimental farm soil before compost using (first year)

O.C %	Total N %	CEC Cmol(+).kg^{-1}	Clay %	Silt %	Sand %	Sp %	b.d gr.cm^{-3}	p.d gr.cm^{-3}	T.N.V %	pH of past	E.C ds.m^{1}
0.621	0.051	23.2	36.0	48.0	16.0	45	1.21	2.72	26.3	7.52	0.600

جدول ۳. نتایج تجزیهٔ فیزیکوشیمیائی خاک مزرعهٔ آزمایشی پس از کاربرد کمپوست (سال اول)

Table 3- Results of physicochemical analysis of experimental farm soil after compost using (first year)

O.C %	Total N %	CEC Cmol(+).kg^{-1}	Clay %	Silt %	Sand %	Sp %	b.d gr.cm^{-3}	p.d gr.cm^{-3}	T.N.V %	pH of past	E.C ds.m^{1}	Compost level
1.04	0.100	26.5	36.0	48.0	16.0	42	1.24	2.54	25.0	7.61	0.887	20 (ton.ha)
1.263	0.123	28.3	36.0	46.5	17.5	45	1.22	2.48	25.3	7.61	1.256	40
1.426	0.157	31.6	36.0	45.5	18.5	45	1.26	2.35	26.1	7.62	1.200	60

جدول ۴. نتایج تجزیهٔ شیمیائی کود کمپوست (سال دوم)

Table 4. Results of chemical analysis of compost fertilizer (second year)

S	O.M	Moisture	Cu	Mn	Fe	Zn	Mg	Ca	Na	K2O	P2O5	N	E.C	pH
0.15	62.14	3.50	52.33	289.17	745.39	341.03	0.79	4.33	1.25	1.572	1.430	1.902	1.501	7.68

جدول ۵. نتایج تجزیهٔ فیزیکوشیمیائی خاک مزرعهٔ آزمایشی پیش از کاربرد کمپوست (سال دوم)

Table 5. Results of physicochemical analysis of experimental farm soil before compost using (second year)

O.C %	Total N %	CEC Cmol(+).kg^{-1}	Clay %	Silt %	Sand %	Sp %	b.d gr.cm^{-3}	p.d gr.cm^{-3}	T.N.V %	pH Of past	E.C ds.m^{1}
0.644	0.062	24.6	36.0	48.0	16.0	46	1.15	2.61	27.5	7.64	0.635

جدول ۶. نتایج تجزیهٔ فیزیکوشیمیائی خاک مزرعهٔ آزمایشی پس از کاربرد کمپوست (سال دوم)

Table 6. Results of physicochemical analysis of experimental farm soil after compost using (second year)

O.C %	Total N %	CEC Cmol(+).kg^{-1}	Clay %	Silt %	Sand %	Sp %	b.d gr.cm^{-3}	p.d gr.cm^{-3}	T.N.V %	pH of past	E.C ds.m^{1}	Compost level
1.053	0.104	27.4	36.0	48.0	16.0	44	1.18	2.61	26.0	7.60	0.997	20 (ton.ha)
1.326	0.139	29.4	36.0	46.5	17.5	47	1.21	2.58	26.5	7.60	1.272	40
1.560	0.176	32.1	36.0	45.5	18.5	47	1.29	2.41	27.0	7.61	1.230	60

تهیهٔ کمپوست با استفاده از روش ارائه‌شده توسط بخش خاک و زراعت مرکز تحقیقات داوائو فیلیپین بر پایهٔ مراحل زیر انجام شد (Bago, 2004).

۱- انتخاب محل مناسب برای تهیهٔ کود آلی: محل مطلوب برای تهیهٔ کمپوست سایه، خشک و نزدیک به یک منبع آب باشد. در این آزمایش از فضای باز به ابعاد ۶×۴ مترمربع استفاده شد (البته می‌توان از محل سر پوشیده نیز استفاده کرد).

۲- آماده‌سازی مواد خام: مرحلهٔ اول: برای تهیهٔ کود آلی از بقایای گیاهی ماشک برگ درشت و جو با کود گوسفندی استفاده شد. در آغاز یک‌سوم بقایای ماشک برگ درشت و جو به‌صورت لایه‌ای روی زمین پخش (محتوای رطوبتی بقایا در حدی بود که در نتیجهٔ فشار دادن نمونه‌ها، آب به آسانی از آن خارج نمی‌شد) و آنگاه با استفاده از آب‌پاش

میزانی آب روی آن پاشیده شد. مرحلهٔ دوم: پخش کردن یکسان کود گوسفندی روی بقایای گیاهی، اضافه کردن میزانی آب و مخلوط کردن آن.

مرحلهٔ سوم: تکرار مرحلهٔ اول و دوم. مرحلهٔ چهارم: اضافه کردن یک لایه بقایای گیاهی (پخش یکسان) بدون اینکه با لایه‌های زیرین مخلوط شوند. این لایه برای جلوگیری از خروج بوی بد کود دامی به کار رفت.

مرحلهٔ پنجم: پوشاندن کپه کود با پلاستیک، برای حفظ رطوبت و انجام فرآیند تخمیر (به‌مدت ۴ تا ۷ روز).

مرحلهٔ ششم: پس از ۴ تا ۷ روز، مواد با یکدیگر مخلوط شدند (در صورت نیاز باید میزانی آب به آن اضافه کرد). این عمل (مخلوط کردن همهٔ لایه‌ها) یک هفته در میان انجام گرفت.

مرحلهٔ هفتم: برداشت کود آلی، الک کردن و فرآوری بیشتر آن، پس از ۳ تا ۴ هفته مواد را برداشت و کمپوست رسیده دارای رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه شد. رطوبت با استفاده از آون نزدیک به ۴۲ درصد برآورد شد (پس از توزین نمونهٔ کمپوست و تعیین وزن تر آن، نمونه را در آون قرار داده و پس از خشک شدن کامل، از تفاوت وزن تر و خشک میزان رطوبت به دست آمد).

مرحلهٔ هشتم: کمپوست به‌مدت سه روز در سایه نگهداری شد. مرحلهٔ نهم: پخش کردن کمپوست در سطح مزرعهٔ آزمایشی و مخلوط کردن آن با خاک (با استفاده از بیل با خاک مخلوط شد). در این آزمایش از نسبت ۱:۱ کود دامی×بقایای گیاهی استفاده شد (بر پایهٔ وزن خشک) (Ghosh *et al*., 2004). پس از تهیه، کود کمپوست سه هفته پیش از کشت در مزرعهٔ آزمایشی به‌کار برده شد (Zerihun *et al*., 2013).

همچنین برای بررسی سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص، برخی از مهم‌ترین شاخص‌ها با استفاده از رابطه های زیر محاسبه شد.

نسبت برابری زمین جزئی یا یک‌طرفه[1] (PLER)

(معادلهٔ ۱)

$LERv = Yvc / Yv$ که $LERv$ = نسبت برابری زمین برای ماشک

Yvc = عملکرد در کشت مخلوط ماشک – غلات (در واحد سطح)

Yv = عملکرد در کشت خالص ماشک (در واحد سطح) است.

(معادلهٔ ۲)

$LERc = Ycv / Yc$ که $LERc$ = نسبت برابری زمین برای غلات

Ycv = عملکرد در کشت مخلوط غلات – ماشک (در واحد سطح)

Yc = عملکرد در کشت خالص غلات (در واحد سطح) است

(معادلهٔ ۳)

$LERt = LERv + LERc$ که $LERt$ = نسبت برابری زمین کل[2]

$LERv$ = نسبت برابری زمین برای ماشک

$LERc$ = نسبت برابری زمین برای غلات است (Dhima *et al*., 2006; HauggaardNielsen *et al*., 2009).

نسبت برابری زمان–سطح زیر کشت[3] $ATER$

(معادلهٔ ۴)

$$ATER = \left[(Ya / Sa \times Ta + (Yb / Sb) \times Tb\right] / T$$

Ya = عملکرد گونهٔ a در کشت مخلوط

Sa = عملکرد گونهٔ a در کشت خالص

Yb = عملکرد گونهٔ b در کشت مخلوط

Sb = عملکرد گونهٔ b در کشت خالص

Ta = مدت زمان حضور گونهٔ a در زمین

Tb = مدت زمان حضور گونهٔ b در زمین

T = مجموع زمان نظام کشت مخلوط

$ATER \rangle 1$ نشان‌دهندهٔ بازدهٔ بالا در استفاده از زمان و سطح زمین است (Ghosh *et al*., 2005).

میانگین نسبت برابری زمین و نسبت معادل زمان–سطح زیر کشت (E)، چون ممکن است LER بیش از اندازهٔ واقعی و ATER کمتر از عدد حقیقی، سودمندی کشت مخلوط را نشان دهند بهتر است، میانگین دو شاخص برای ارزیابی کشت مخلوط را به‌کار برد (Mazaheri, 1998).

(معادلهٔ ۵)

$$E = LER + ATER / 2$$

(معادلهٔ ۶)

$LUE = (LER + ATER/2) \times 100$[4] (Mead & Willey, 1980).

(Sanginga & Woomer, 2009).

نتایج و بحث

عملکرد کل علوفهٔ خشک

به تناسب افزایش کود کمپوست و سهم بذر ماشک در نظام

1. Partial Land Equivalent Ratio

2. Total Land Equivalent Ratio (TLER)
3. Area-Time Equivalent Ratio
4. Land Use Efficiency

کشت مخلوط افزایشی، تغییر (افزایش) قابل توجه در عملکرد مادهٔ خشک رخ داد. تأثیر دو عامل کمپوست و اجزای مکمل مخلوط (نسبت بذر) بر تولید زیست‌توده (بیوماس)، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). همچنین، مقایسهٔ میانگین‌ها بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف بین تیمارها را از بعد آماری و عددی نشان داد (جدول ۸). نتایج نشان داد، افزون بر نقش حمایتی ماشک برگ درشت در بهبود عملکرد علوفهٔ جو، سهم جو نیز در افزایش کمیت علوفه قابل توجه است. این افزایش در همهٔ سطوح اجزای مکمل مخلوط مشاهده شد. همچنین، کاربرد میزان بذر پایه در مخلوط دو گیاه (ماشک و جو) بر پایهٔ سهم کشت خالص هر یک از این اجزا مؤثرتر بود. به‌عبارتی در این نظام کشت (مخلوط افزایشی) با ثابت نگهداشتن جزء غله (جو) و افزایش مناسب جزء لگوم می‌توان تولید محصول را ارتقاء داد. محققان در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، اجزای نظام کشت مخلوط در خود تنظیمی بوم‌نظام زراعی با کاهش آشفتگی محیطی و استفادهٔ بهینه از منابع آلی موجود در خاک (در راستای تقلید از طبیعت و افزایش شمار گونه در واحد سطح) نقش مهمی دارند (Molatudi & Mariga, 2012; Geren *et al*., 2008). افزایش سهم لگوم در مخلوط با غله، به‌دلیل تثبیت زیستی نیتروژن و بدون رقابت، حاصلخیزی خاک را افزایش داده و در جهت تولید بیشتر عمل خواهند کرد. بنابراین می‌توان پایداری بوم‌نظام زراعی را برای تولید بلندمدت ایجاد کرد.

جدول ۷. خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب داده‌های دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به‌دست‌آمده از تیمارهای آزمایشی

میانگین مربعات

Table 7. Summary of the results of variance analysis of combined of data in two cropping years 2014-15 and 2015-16 related to experimental treatments

Mean of Squares

Source of variation	df	Total Hay	Stem Weight of Barley	Leaf Weight of Barley	Stem Weight of Vetch	Leaf Weight of Vetch
Year	1	1169659.623 **	38485.026 ^{ns}	256159.578 **	52611.347 **	22451.610 ^{ns}
Replication (R×Y)	4	520487.277 *	70253.598 *	37768.485 *	16778.011 *	33139.759 *
Compost	3	621253.627 **	148588.512 **	12503.638 ^{ns}	41906.091 **	10410.673 ^{ns}
Year×Compost	3	7356.687 ^{ns}	12882.645 ^{ns}	1758.124 ^{ns}	682.170 ^{ns}	179.108 ^{ns}
Intercropping	4	53825106.339 **	24588911.473 **	2498458.817 **	13846447.513 **	8317029.943 **
Year×Intercropping	4	59252.469 ^{ns}	16306.144 ^{ns}	21900.797 *	9539.817 *	2614.030 ^{ns}
Compost×Intercropping	12	36632.689 ^{ns}	18449.524 ^{ns}	1344.042 ^{ns}	5279.606 ^{ns}	1137.765 ^{ns}
Year×Compost×Intercropping	12	14722.123 ^{ns}	10961.779 ^{ns}	444.096 ^{ns}	1296.756 ^{ns}	795.802 ^{ns}
Error	76	63120.861	30597.638	8521.126	3090.256	9352.224
C.V (%)		5.32	9.68	17.60	4.13	9.23

**، *، ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**, *, ns significant at 1 and 5% level and non-significant, respectively.

ماشک برگ درشت= Broad Leaf Vetch که در جداول به‌اختصار از کلمهٔ Vetch استفاده شده است.

جدول ۸. مقایسهٔ میانگین داده‌های دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به‌دست‌آمده از کاربرد کمپوست و اجزای مکمل مخلوط

Table 8. Mean Comparisons of data in two cropping years 2014-15 and 2015-16 related to used compost and complementary components of intercropping

Treatments (Compost)	Total hay (ton.ha^{-1})	Treatments (Intercropping)	Total hay (ton.ha^{-1})
Control (non-Compost)	4.562 ^{b}	100:0 (Sole cropping of vetch)	3.701 ^{d}
20 (ton.ha^{-1})	4.659 ^{b}	40:100 (vetch: barley)	5.429 ^{c}
40	4.803 ^{a}	70:100	5.764 ^{b}
60	4.883 ^{a}	100:100	6.210 ^{a}
		0:100 (Sole cropping of barley)	3.158 ^{d}

در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف لاتین مشترک با آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

In each column, the means have at least one common Latin letters with Duncan's test no significant difference.

نتایج بررسی عملکرد علوفهٔ خشک نشان داد، وزن برگ و ساقه (اجزای عملکرد علوفه) متأثر از سطوح مختلف کمپوست×اجزای مکمل مخلوط است (این تغییرها در سال دوم مشهودتر از سال اول بود). وزن ساقه و برگ در سال

دوم به‌ترتیب ۹/۱۵ و ۴۸/۲۳ درصد نسبت به سال اول برتری داشت (این عملکرد و تفاوت‌ها مربوط به سطوح مخلوط است). در سال دوم، وزن برگ و ساقه در تک‌کشتی جو بیش از مخلوط آن بود. این اجزای عملکرد با افزایش میزان کاربرد کمپوست از ۲۰ به ۶۰ تن در هکتار افزایش تدریجی نشان دادند. بنابراین، تولید بوم‌شناختی (اکولوژیک) محصول با افزایش سهم ماشک و کمپوست بهبود یافت (در سال اول نیز همین تغییرها مشاهده شد).

شاخص سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص

در این آزمایش، نسبت برابری زمین (LER) در راستای تعیین سودمندی نظام کشت مخلوط و مدیریت کاربرد کود اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی‌های دیگر نشان داد، کشت مخلوط بازدۀ بیشتری نسبت به کشت خالص دارد (جدول ۹). در دو سال آزمایش، در جو با افزایش نسبت بذر ماشک و کمپوست، نسبت برابری زمین جزئی (یک‌طرفه) افزایش یافت. تیمار شاهد (بدون کاربرد کود کمپوست) کمترین نسبت برابری زمین جزئی (PLER) را نشان داد. اما، در همین تیمار، جزء مکمل مخلوط ماشک، یک عامل جبران‌کننده در جهت افزایش LER بود. در سال اول و دوم، بیشترین نسبت برابری زمین جزئی جو به تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار و نسبت بذر ۱۰۰:۱۰۰ (ماشک×جو) معادل ۰/۹۸ و ۰/۹۷ تعلق داشت (البته این تیمار در هر دو سال آزمایش و در همۀ سطوح کاربرد کمپوست، بیشترین LER را داشت). در سال اول و دوم، کمترین LER جزئی جو، به شاهد و ۲۰ تن کمپوست در هکتار با نسبت بذری ۱۰۰:۴۰ معادل ۰/۸۱ تعلق داشت (این تیمار در هر دو سال آزمایش و در همۀ سطوح کاربرد کمپوست، کمترین LER را داشت) (جدول ۹). اما، LER جزئی ماشک برگ درشت در هر دو سال و در مقایسه با LER جزئی جو، بیشتر بود. نتایج نشان داد، تأثیر سطوح مختلف مخلوط و کمپوست، از کمترین تا بیشترین سطح (۱۰۰:۴۰، ۱۰۰:۷۰، ۱۰۰:۱۰۰ و ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن کمپوست در هکتار) بر LER جزئی ماشک، همانند جو است. کمترین نسبت برابری زمین در ماشک برگ درشت به شاهد، ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست و نسبت بذری ۱۰۰:۴۰ به ترتیب معادل ۰/۸۹ و ۰/۸۸ تعلق داشت. درحالی‌که بیشترین LER، نتیجۀ ترکیب ۱۰۰:۱۰۰ بود (در هر دو سال، LER جزئی ماشک در نسبت بذری ۱۰۰:۱۰۰ بزرگ‌تر از ۱ محاسبه شد). نسبت برابری زمین کل در همۀ تیمارها بزرگ‌تر از ۱ بود (TLER>1). که این به معنای برتری کشت مخلوط گیاهان مورد آزمایش (ماشک و جو) نسبت به کشت خالص است. در دو سال آزمایش (۹۵-۱۳۹۳) نتایج نشان داد، افزایش نسبت بذر و کمپوست در نظام کشت مخلوط افزایشی، قابلیت بازدۀ استفاده از زمین را افزایش خواهند داد. به‌طور مثال ۶۰ تن کود کمپوست در هکتار با ترکیب (نسبت بذری) ۱۰۰:۱۰۰ بیشترین نسبت برابری زمین کل (TLER) را داشت. در دو سال آزمایش، کمترین نسبت برابری زمین کل به تیمار شاهد×۱۰۰:۴۰ به‌ترتیب معادل ۱/۷ و ۱/۷۱ تعلق داشت که بین آن‌ها ۰/۵۸ درصد اختلاف محاسبه شد (برتری متعلق به سال دوم آزمایش است). همچنین، با افزایش کاربرد کمپوست (۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) و نسبت بذر ماشک (۱۰۰ درصد) نتایج گویای تمایل TLER به سمت ۲ و حتی بیش از آن بود.

نسبت برابری زمین-زمان (ATER) نیز متأثر از LER و مدت زمان رشد گیاهان در نظام کشت مخلوط بود. در این آزمایش، شاخص نسبت برابری زمین-زمان، به‌طور عمده تحت تأثیر ماشک قرار گرفت (به‌دلیل اهمیت، سهم و نقش ماشک در مکمل بودن برای جو) و در همۀ برهمکنش‌های سال×کمپوست×کشت مخلوط، بیش از ۱ بود (ATER>1). بنابراین، این امر بیانگر مؤثر بودن کشت مخلوط نسبت به خالص است. همچنین، سطوح مختلف کود کمپوست و نسبت بذر ماشک در دو سال زراعی، سبب افزایش تدریجی ATER شدند. در دو سال آزمایش، کمترین نسبت برابری زمان-زمین به تیمار شاهد×۲۰ تن کمپوست در هکتار×۱۰۰:۴۰ (ماشک و جو) و بیشترین آن به برهمکنش تیمارهای ۴۰ و ۶۰ تن کمپوست در هکتار×۱۰۰:۱۰۰ برابر با ۲/۰۲ تعلق داشت.

بازدۀ استفاده از زمین (LUE) برای سطوح مختلف اجزای مخلوط و کود کمپوست، همانند تغییرهای LER و ATER بود (جدول ۹). کمترین و بیشترین LUE برای جو به نسبت بذری ۱۰۰:۱۰۰ تعلق داشت. اما، LUE ماشک برگ درشت در سال اول و دوم به‌مراتب بیش از جو محاسبه شد (به‌دلیل توان ماشک در تغییر LER و ATER). کمترین آن (۱۷۴) به تیمار شاهد×۱۰۰:۴۰ و تیمار ۲۰ تن کمپوست در هکتار×۱۰۰:۴۰ و بیشترین آن

نیز در هر دو سال، به ترکیب ۱۰۰:۱۰۰ تعلق داشت (البته سطوح کمپوست، قادر به تغییر اثر اجزای مخلوط در LUE بودند). برتری سال دوم نسبت به سال اول در شاخص‌های سودمندی از جمله LUE بنا بر نتایج جدول ۹ مشهود است. شاخص E که برای ایجاد و بیان تعادل در شاخص-های سودمندی استفاده می‌شود، در نظام کشت مخلوط افزایشی بزرگ‌تر از ۱ بود. این امر بیانگر سودمند بودن کشت مخلوط نسبت به خالص بود. همچنین، E در ماشک، همانند دیگر شاخص‌ها بزرگ‌تر از E در جو بود. برای مثال، کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین E در سال اول و دوم به ترتیب از برهمکنش تیمارهای سال×شاهد×۱۰۰:۴۰ و ۶۰ تن کمپوست در هکتار×۱۰۰:۱۰۰ معادل ۱/۲۵، ۱/۲۹، ۱/۴۹ و ۱/۵۳ محاسبه شد. برای سال دوم نیز بیشترین میزان E به تیمار ۴۰ تن کمپوست در هکتار×۱۰۰:۱۰۰ برابر با ۱/۴۹ و ۱/۵۳ تعلق داشت. نوسان E در دو سال آزمایش، در سطوح مختلف کمپوست و مخلوط، به‌کلی متأثر از LER بود. بنابراین، چنین استنباط شد که به‌رغم تأثیر ATER بر این شاخص (E)، نقش LER به‌مراتب بیش از ATER باشد.

جدول ۹. شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص به‌دست‌آمده از داده‌های دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴

Table 9. Utility indices of intercropping ratio to sole cropping related to data of two cropping years 2014-15 and 2015-16

Treatments	Barley LER	Vetch LER	Total LER	AT ER	Barley LUE	Vetch LUE	Barley E	Vetch E
First year×Control×100:40	0.81	0.89	1.7	1.70	166	174	1.25	1.29
First year×Control×100:70	0.86	0.95	1.81	1.81	176	185	1.33	1.38
First year×Control×100:100	0.95	1.05	2.00	2.00	195	205	1.47	1.52
First year×20 ton.ha^{-1} compost×100:40	0.81	0.89	1.70	1.70	166	174	1.25	1.29
First year×20 ton.ha^{-1} compost×100:70	0.87	0.94	1.81	1.82	178	185	1.34	1.38
First year:20 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.95	1.03	1.98	1.98	194	202	1.46	1.50
First year:40 ton.ha^{-1} compost:100:40	0.85	0.88	1.73	1.74	172	175	1.29	1.31
First year:40 ton.ha^{-1} compost:100:70	0.90	0.94	1.84	1.85	182	186	1.37	1.39
First year:40 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.98	1.02	2.00	2.00	198	202	1.49	1.51
First year:60 ton.ha^{-1} compost:100:40	0.86	0.88	1.74	1.74	173	175	1.30	1.31
First year:60 ton.ha^{-1} compost:100:70	0.92	0.94	1.86	1.87	185	187	1.39	1.4
First year:60 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.97	1.04	2.01	2.02	198	205	1.49	1.53
Second year:Control:100:40	0.82	0.89	1.71	1.71	167	174	1.26	1.30
Second year:Control:100:70	0.90	0.96	1.86	1.86	183	189	1.38	1.41
Second year:Control:100:100	0.96	1.06	2.02	2.02	197	207	1.49	1.54
Second year:20 ton.ha^{-1} compost:100:40	0.84	0.92	1.76	1.77	172	180	1.3	1.34
Second year:20 ton.ha^{-1} compost:100:70	0.91	0.95	1.86	1.86	184	188	1.38	1.4
Second year:20 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.86	1.03	1.89	1.89	180	197	1.37	1.46
Second year:40 ton.ha^{-1} compost:100:40	0.84	0.93	1.77	1.77	172	181	1.30	1.35
Second year:40 ton.ha^{-1} compost:100:70	0.90	0.95	1.86	1.86	184	188	1.38	1.40
Second year:40 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.97	1.05	2.02	2.02	198	206	1.49	1.53
Second year:60 ton.ha^{-1} compost:100:40	0.83	0.93	1.76	1.76	171	181	1.29	1.34
Second year:60 ton.ha^{-1} compost:100:70	0.91	0.93	1.84	1.84	183	185	1.37	1.38
Second year:60 ton.ha^{-1} compost:100:100	0.95	1.03	1.98	1.99	194	202	1.47	1.51

بنابراین تأثیر مثبت کودهای آلی و کشت مخلوط در افزایش بازدهٔ استفاده از منابع به اثبات رسیده است (Lauk and Lauk, 2009; Hauggaard-Nielsen *et al*., 2009; Hauggaard-Nielsen & Jensen, 2005; De Kroon, 2007; Rose *et al*., 2007; Xia *et al*., 2013) که مؤید نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش است.

نتایج نشان داد، نظام کشت مخلوط افزایشی و کود کمپوست ممکن است به افزایش بهره‌برداری از زمین، از طریق حفظ کربن آلی و دیگر ترکیب‌های خاک کمک کند. بنابراین درستی فرضیهٔ سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص را تقویت می‌کند. همچنین استنباط شد که افزون بر اجزای مخلوط و کمپوست، موفقیت در کشاورزی ارگانیک و بهره‌برداری از عامل‌های تولید به‌طور عمده متأثر از شرایط اقلیمی و بوم‌شناختی است و گونه‌های گیاهی ممکن است از منابعی متفاوت در زمان و فضا به راه‌های مختلف استفاده کنند. بنابراین، افزون بر ویژگی فیزیکی-شیمیائی خاک، ساختار هندسی ریشهٔ گیاهان، چیدمان فضائی، پدیدشناختی (فنولوژی)، تاریخ کاشت و برداشت، نیاز غذائی گیاه (به‌طور عمده نیتروژن و فسفر)، قابلیت کانی‌سازی بقایای گیاهی (کمپوست) تحت تأثیر فعالیت میکروبی، pH و دیگر ویژگی‌های خاک بر رشد، نمو و بهره‌برداری از زمین مؤثر هستند. بنابراین، برای دستیابی به هدف‌های کشاورزی پایدار و کاهش استفاده از کودهای شیمیائی، کود کمپوست (گوسفندی+بقایای گیاهی) نه تنها، تأثیر تقویت‌کنندهٔ کود شیمیائی را جبران می‌کند، بلکه قادر به افزایش محصول نیز خواهد بود. در نهایت، استنباط شد که درجهٔ موفقیت در نظام کشت ارگانیک (کشت مخلوط×کمپوست) به گونهٔ گیاهی، ترکیب گونه (اجزای مکمل مخلوط) و همچنین نوع و ترکیب کود (برای تولید کمپوست) بستگی دارد. در مخلوط نخود گاوی×کنجد×کودهای آلی (کمپوست و مرغی) نتایج نشان

داد، شاخص‌های سودمندی از جمله LER، ATER و LUE افزایش قابل توجهی نسبت به کشت خالص دارند و این امر بیانگر درستی نتایج این آزمایش در ارتباط با شاخص‌های سودمندی است (Aminifar *et al*., 2016).

نتیجه‌گیری کلی

کشت مخلوط افزایشی گیاهان علوفه‌ای همراه با کود کمپوست باعث افزایش عملکرد علوفهٔ خشک شد. مقادیر به‌دست‌آمده از شاخص‌های مختلف سودمندی، بیانگر استفادهٔ کارآمد از منابع رشد در کشت مخلوط نسبت به خالص بود. بنابراین، نتایج نشان داد که کود کمپوست و مخلوط لگوم×غله نقش مهمی در اصلاح حاصلخیزی خاک داشته و در راستای کشاورزی آلی عمل خواهند کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از استادان و مسئولین محترم آزمایشگاه‌های دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان که در امر اجرای این تحقیق، همکاری‌های لازم را به عمل آورده‌اند صمیمانه قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Ajami, M., Khormali, F., Ayoubi, S. H. & Amoozadeh Omrani, R. (2006). Changes in Soil quality attrib utes by conversion of land use on a loess hillslope in Golestan Province, Iran. *international soil meeting(ISM) on soil sustaining life on earth, Managing Soil and Technology, sanhurfa ,Turkey*, pp, 501-504.
2. Alidoost, R. (2001). *Studies the effect of different amount of municipal compost, nitrogen and Phosphor on growth and mineral nutrition of forage corn*. M.S.C thesis of Agronomy, Abooreyhan campus of University of Tehran, 125 p.
3. Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Journal of Agricultural Ecosystem Environment*, 74, 19-31.
4. Aminifar, J., Ramroudi, M., Galavi, M. & Mohsenabadi, G. R. (2016). Role of soil fertility management on productivity of sesame and cowpea under different cropping systems. *Iran Agricultural Research*, 35(1), 55-62.
5. Azizi, K. H., Daraeimofrad, A. R., Heidari, S. & Ahmadifard, M. (2014). Studying Utilization Time of Lands under Relay Intercropping of Broadleaf Vetch and Triticale. *Research In Crop Ecosystems*, 1 (4), 105-115. (In Farsi)
6. Bago, O. S. (2004). *Bioorganic fertilizer (BOF) from coir dust and animal manures*. Agronomy and soils division. Davao Research Center / Coconut. Extension Training Center. Philippine coconut Authority. From E-mail: Pcaasd@pldtdsl.com.
7. Butler, T. A., Sikora, L. J., Teeinhilber, P. M. & Douglass, L. W. (2001). Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. *Journal Environment*, 30, 2141-2148.
8. De Kroon, H. (2007). *Ecology: how do roots interact*. *Science*, 318, 1562–1563.
9. Dhima, K V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglu, I. B. & Dordas, C. A. (2006). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research*, 100, 249–256.
10. Fujita, K., Ofosu-Budu, K. G & Ogata, S. (2004). Biological nitrogen fixation mixed legume-cereal cropping system. *Journal of Plant and Soil*, 141, 155-175.
11. Gamroth, M. (2012). *Composting: An Alternative for Livestock Manure Management and Disposal of Dead Animals*. Oregon State University. Extension Service. From https://catalog.extension.oregonstate.edu/em. 8825.
12. Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H. & Kir, B. (2008). Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *Journal of Biotechnology*, 22, 4100-4104.
13. Ghosh, P. K., Ajay, K. K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K. & Hati, K.M. (2004). Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phospho- compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content andenzymeactivity. *Bioresource Technology*, 95, 85–93.
14. Ghosh, P. K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K. K., Painuli, D. K. & Misra AK. (2005). Growth, competition yield advantage and economics in soyebean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India I. Effect of Subsoiling. *Crop Science*, 96, 80-89.
15. Hauggaard-Nielsen, H. & Jensen, E. S. (2005). Facilitative root interactions in intercrops. *Journal of Plant and Soil*, 274, 237–250.
16. Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M & Jensen, E. S. (2009). Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crop Research*, 113, 64–71.

17. Joergensen, R. G. & Bruns, C. (2014). Organic fertilizer effects on growth, crop yield, and soil microbial biomass indices in sole and intercropped peas and oats under organic farming conditions Ramia Jannoura. *Science Direct. European Journal of Agronomy journal homepage*, 52, 259-270.from www.elsevier.com/locate/eja.
18. Lauk, R. & Lauk, E. (2009). Dual intercropping of common vetch and wheat or barley, effects on yields and interspecific competition. *Agronomy Research*, 7, 21-32.
19. Li, L., Sun, J. H., Zhang, F. S., Li, X. L., Yang, S. C. & Rengel, Z. (2006). Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and interspecific interactions on nutrients. *Field Crop Research Journal*, 71, 123−137.
20. Mahmoodi, S. H. and Hakimian, M. (1998). *Pedology principle*. University of Tehran Press.
21. Marer, S. B., Lingaraju, B. S & Shashidhara, G. B. (2007). Productivity and economics of maize and pigeonpea intercropping under rainfed condition in northern transitional zone of karnataka. Karnataka. *Journal of Agricultural Science*, 20(1), 1-3.
22. Mazaheri, D. (1998). *Intercropping*. Tehran University press, pp, 1-116. (In Farsi).
23. Mazinani, H. & Said, G. H. (2004). Short review on transitions on compost production in Tehran. *Recycle Organization press*.
24. Mead, R. & Willey, R. W. (1980). The concept of land equivalent ratio and advantages in yield from intercropping. *Journal of Experimental Agriculture*, 16, 217–218.
25. Molatudi, R. L. & Mariga I. K. (2012). Grain yield and biomass response of a maize/dry bean intercrop to maize density and dry bean variety. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 3139-3146.
26. Najafi, N., Mostafaei, M., Dabbagh Mohammadi Nasab, A. & Oustan, Sh. (2012). Effect of Intercropping and Farmyard Manure on the Growth, Yield and Protein Concentration of Corn, Bean and Bitter Vetch. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. From http://Sustainagriculture.tabrizu.ac.ir, 23 (1), 99-115. (In Farsi)
27. Rakieh, N., Kayyal, H., Larbi, A. & Habib, N. (2008). Forage potential of triticale in mixtures with forage legumes in rainfed regions (Second and Third Stability Zones) in Syria. Tishreen University *Journal for Research and Scientific Studies-Biological Sciences Series*, 30 (5), 1-6.
28. Reijntjes, C. & Haverkortand, W. B. (1992). Farming for the future, an introduction to Low-external-input and sustainable agriculture, *Macmillan Education Ltd*.
29. Rose, T. J., Rengel, Z., Ma, Q. & Bowden, J. W. (2007). Differential accumulation patternsof phosphorus and potassium by canola cuffivars compared to wheat. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170, 404–411.
30. Sanginga, N. & Woomer, P. L. (2009). Integrated Soil Fertility Management in Africa: Principles, Practices and Development Process. (eds.). *Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture. Nairobi*, pp, 263.
31. Seyedi, M., Hamzei, G., Ahmadvand, G. & Abutalebian, M. A. (2012). The Evaluation of Weed Suppression and Crop Production in Barley-Chickpea Intercrops. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. From http://Sustainagriculture.tabrizu.ac.ir, 22 (3), 102-114. (In Farsi)
32. Sharaiha, R. K. & Hattar, B. (2008). Intercropping and poultry manure effects on yields of corn, watermelon and soybean grown in a calcareous soil in the Jordan valley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 171, 4.
33. Xia, H. Y., Wang, Z. G., Zhao, J. H., Sun, J. H., Bao, X. G., Christie, P., Zhang, F. S. & Li, L. (2013). Contribution of interspecific interactions and phosphorus application to sustainable and productive intercropping systems. *Field Crops Research*, 154, 53-64.
34. Zerihun, A., Sharma, J. J., Nigussie, D. & Fred, K. (2013). The effect of integrated organic and inorganic fertilizer rates on performances of soybean and maize component crops of a soybean/maize mixture at Bako, Western Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (29), 3921-3929.