

## ارزیابی نظام‌های خاک‌ورزی بر جنبه‌های زراعی کشت مخلوط چای ترش (*Hibiscus subdariffa*) و ماش (*Vigna radiate*) در سری جایگزینی

عبدالواحد هودیانی مهر<sup>۱</sup>، مهدی ده‌مرده<sup>۲\*</sup>، عیسی خمیری<sup>۳</sup> و محمدرضا اصغری پورچمن<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، استادیاران و دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۳۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۹/۹)

### چکیده

به‌منظور بررسی کشت مخلوط چای ترش و ماش آزمایشی در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، به‌صورت آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل خاک‌ورزی در سه سطح شامل (بدون شخم، شخم کاهش‌یافته، شخم مرسوم گاواهن و دیسک) و عامل فرعی نسبت‌های کشت مخلوط در پنج سطح شامل (خالص چای ترش، خالص ماش، ۵۰ درصد چای ترش + ۵۰ درصد ماش، ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش، ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش) در نظر گرفته شد. از لحاظ آماری تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، شمار شاخه جانبی، شمار میوه، عملکرد کاسبرگ، ارتفاع بوته، شمار نیام در بوته، شمار دانه در نیام و عملکرد اقتصادی در ماش معنی‌دار بود. نظام‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر نسبت برابری زمین نداشت، اما مقایسه میانگین نشان داد بیشترین کارایی استفاده از زمین مربوط به خاک‌ورزی مرسوم (۱/۳۱) بود. بیشترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۱/۳۶) به دست آمد. در مجموع نتایج این تحقیق سودمندی بیشتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص چای ترش و ماش را تأیید کرد.

**واژه‌های کلیدی:** شخم کاهش‌یافته، شمار نیام، عملکرد کاسبرگ، نسبت برابری زمین.

### مقدمه

(Nasiri Mohallati *et al.*, 2011). اما با افزایش دانش کشاورزی استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار بیشتر توجه شده است (Goulding *et al.*, 2008). لزوم به‌کارگیری نظام‌های کشاورزی پایدار به‌ویژه در زمین‌های زراعی قاره‌های آسیا، اروپا و آمریکای شمالی که چالش توسعه زمین‌های قابل‌کشت را دارند اهمیت بیشتری دارد، بنابراین استفاده از کشت مخلوط در چنین کشتزارهایی می‌تواند به‌عنوان رهیافتی کشاورزی بوم‌شناختی (آگرواکولوژیک) مطرح باشد (Koocheki *et al.*, 2007). از اجزای کشاورزی پایدار

با افزایش روزافزون جمعیت جهان، بهره‌برداری بی‌رویه و در نتیجه تخریب منابع طبیعی و محدود بودن اراضی مناسب کاشت و به دنبال آن، نیاز مبرم به افزایش تولیدات غذایی که از چالش‌های اساسی جهان امروز به شمار می‌رود، افزایش عملکرد گیاهان زراعی به‌منظور پاسخ به این تقاضای روزافزون منابع غذایی ضروری است (Javanshir *et al.*, 2000). کشاورزی متداول بر پایه دو هدف در ارتباط با هم یعنی به بیشینه رساندن توأم تولید و درآمد بنا نهاده شده است

*Cicer* (vulgare)، عدس (*Lens culinaris*) و نخود (*arietinum*) (Nilson et al., 2003; Intekab, 2008)، گندم و پنجه (*Banik et al., 2006*) و گندم و پنجه (*Gossypium sp*) (Zhang et al., 2007) بیانگر بهبود کمی و کیفی محصولات مورد بررسی و افزایش نسبت برابری سطح زمین است. خاک ورزی متداول به عنوان عاملی که فرسایش خاک را تسریع کرده، ذخیره کربن را کاهش داده و در تخریب ساختمان خاک نقش دارد امروزه با چالش جدی روبه‌رو شده است. نگهداری میزان کافی از بقایای گیاهی، به عنوان راه حل مؤثری برای رویارویی با تهدیدهای کیفیت خاک، تأکید شد (Zakeri & Kazemi, 2006). خاک ورزی حفاظتی با کاهش انرژی مصرفی و فرسایش خاک و همچنین افزایش توان تولیدی و حاصلخیزی خاک به ویژه در دو دهه اخیر مورد توجه پژوهشگران بوده است (Tobeh, 1999). وجود بقایا در سطح خاک سبب افزایش رطوبت (Mohammadi et al., 2009)، بهبود کارایی مصرف آب (Ghahramanyan et al., 2010)، کاهش دمای خاک (Azad Shahraki et al., 2010)، کاهش تبخیر و رواناب (Ghanaryan-Alavijeh et al., 2014)، افزایش عملکرد (Safari et al., 2013)، افزایش فعالیت قارچ ریشه (میکوریزا) و فسفات قابل جذب گیاه (Mohammadi et al., 2009) و در بلندمدت باعث افزایش ماده آلی خاک به عنوان منبع نیتروژن مورد نیاز گیاه و کاهش هزینه کود نیتروژن می‌شود (Katsvario & Cox, 2000). محققان در بررسی روش‌های مختلف خاک ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب با نخود در شرایط دیم، افزایش میزان کربن آلی خاک را در تیمار خاک ورزی کمینه و بدون خاک ورزی نسبت به خاک ورزی مرسوم گزارش کردند (Rahimzadeh & Navid, 2011). نتایج به دست آمده از نظام‌های شخم و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک بیانگر آن است که میزان کربن در نظام بدون شخم بیشینه است و پس از آن شخم کاهش یافته در رتبه دوم قرار دارد. در حالی که خاک-ورزی مرسوم کمترین میزان کربن را داشت، میزان نیتروژن خاک نیز از روند بالا پیروی کرد در نتیجه تفاوتی بین نسبت کربن و نیتروژن مشاهده نشد

می‌توان نظام جنگل زراعی، مدیریت تلفیقی آفات، تناوب زراعی، شخم حفاظتی و کشت مخلوط را نام برد. با وجود اینکه نظام‌های کشت مخلوط از گذشته‌های دور به عنوان کشت سنتی رواج داشته است، امروزه نیز مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است (Ghanbari, 2000). کاشت همزمان دو یا چند محصول زراعی در یک مزرعه در طول یک فصل زراعی کشت مخلوط نامیده می‌شود. کشت مخلوط ردیفی یکی از روش‌های رایج نظام‌های چندکشتی است که به صورت گسترده برای متنوع ساختن کشت در ابعاد مکانی و زمانی استفاده می‌شود (Agegnehu et al., 2007). از مهم‌ترین سودمندی‌های کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عامل‌های محیطی مانند، آب، نور و مواد غذایی موجود در خاک است (Banik et al., 2006). چای ترش با نام علمی *Malvaceae Hibiscus sabdariffa L.* متعلق به خانواده است و به طور عمده کاسبرگ آن به عنوان دارو قابلیت استفاده دارد. کاسبرگ‌ها اسیدهای آلی اگزالیک، مالتیک، سیتریک و تارتاریک و همچنین، ویتامین C، پروتئین، مواد کانی و آنتوسیانین دارند (Ahmad et al., 2011). پژوهشگران در بررسی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum*) و باقلا (*Vicia faba*) اعلام کردند که الگوهای مختلف کشت مخلوط عملکردهای بالاتری نسبت به کشت خالص این دو گیاه داشتند که این امر می‌تواند به دلیل بهبود بازده (راندمان) کاربرد منابع در کشت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی باشد (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2002). نتایج برخی بررسی‌های انجام شده در زمینه کشت مخلوط و اندازه‌گیری نسبت برابری زمین<sup>۱</sup> در مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) و سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor*) (Zand and Ghafari, 2002) ذرت (*Zea mays*) و لوبیا (Tsubo et al., 2004; Saban et al., 2010)؛ Dahmardeh, 2007)، سویا (*Glycine max*) و کاساوا (*Manihot esculenta*) (Mbah et al., 2008)، جو (*Hordeum*)

1. LER: Land Equivalent Raito

محلی زابل انتخاب شد. بذر چای ترش مورد استفاده از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل تهیه شد. آماده‌سازی زمین در اواسط خردادماه سال ۱۳۹۲ بر پایه سه نوع نظام عملیات شخم، شخم بدون خاک‌ورزی (شخم صفر)، شخم کاهش‌یافته (دیسک)، شخم مرسوم (گاواهن و دیسک) انجام شد. به هنگام آماده‌سازی بستر بذر کاشت، میزان ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع کود اوره در هکتار به زمین اضافه شد. برای کاشت در آغاز توسط فوکا شیاری به عمق ۳-۴ سانتی‌متر در زمین ایجاد و آنگاه با توجه به نقشه کاشت بذر مورد نیاز درون شیار قرار داده شد. سپس روی بذر با خاک نرم پوشیده شد. گیاهان در کرت‌هایی با ابعاد ۳×۲ متر و در ردیف‌هایی با فاصله ۴۰ سانتی‌متر کشت شدند (همه تیمارها به صورت یک ردیف چای ترش و یک ردیف ماش کشت شدند). فاصله بین ردیف‌ها یکسان ولی تراکم در هر ردیف متفاوت بود، به عبارت دیگر نسبت‌های کاشت با تغییر تراکم بوته روی ردیف اعمال شدند. عملیات داشت از جمله واکاری در محل‌هایی از زمین زراعی که بذر سبز نکرده بودند انجام شد. آبیاری بسته به نیاز گیاه و تنک کردن در مکان‌هایی از زمین زراعی که دو گیاه با هم و از یک محل رشد کرده بودند، انجام شد. برداشت گیاه چای ترش در ۲۶ آبان ماه، پس از رسیدگی فیزیولوژیک انجام گرفت (زمان برداشت کاسبرگ‌ها تا حدودی با رسیدن دانه همزمان بود). در مراحل پایانی رشد گیاه چای ترش و با رعایت حذف اثر حاشیه، از هر کرت، پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و ارتفاع (از ناحیه طوقه تا انتهای بلندترین شاخه)، قطر (از ۲ سانتی‌متر بالای سطح خاک با کولیس) اندازه‌گیری و شمار شاخه‌های جانبی شمارش شدند و میانگین آن‌ها برای ارتفاع بوته، قطر ساقه و شمار شاخه جانبی بوته در نظر گرفته شد. در زمان برداشت شمار پنج بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شد و میوه‌های موجود شمارش شد، سپس میانگین آن‌ها به عنوان شمار میوه در بوته برای هر تیمار ثبت شد. به منظور تعیین عملکرد کاسبرگ، پس از رسیدگی کامل و با رعایت

(Bolje et al., 2006). مبنای انتخاب دو گیاه چای ترش و ماش به دلیل اعماق ریشه‌دهی متفاوت، سایه‌دوست و آفتاب‌دوست بودن، تثبیت نیتروژن در ماش و خواص درمانی چای ترش و نیازهای نوری متفاوت این دو گیاه با یکدیگر بود. هدف از این تحقیق ارزیابی عملکرد کمی و کیفی چای ترش و ماش در نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و در شرایط کشت مخلوط جایگزینی بود.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک با موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا اجرا شد. آب‌وهوای منطقه بر پایه طبقه‌بندی کوپن در اقلیم خشک بسیار گرم، با تابستان‌های گرم و خشک است و بر پایه طبقه‌بندی آمبرژه نیز جزء مناطق گرم و خشک قرار می‌گیرد. بر پایه آمار ایستگاه هواشناسی زابل میانگین درازمدت (۳۰ ساله) بارندگی در منطقه ۶۳ میلی‌متر، میزان تبخیر سالانه به‌طور میانگین ۴۵۰۰-۵۰۰۰ میلی‌متر، که میانگین درازمدت دمای منطقه ۲۳ درجه سلسیوس و کمینه دمای مطلق ۷- درجه است. پیش از آغاز آزمایش‌های صحرائی به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نه نمونه به صورت تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد و نمونه‌ها در آزمایشگاه تحقیقات تجزیه شدند. خاک آزمایش بافت لوم-شنی داشت. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد که خاک محل آزمایش هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۲/۹۳ دسی زیمنس بر متر و  $pH=7/80$  دارد. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی شامل انواع خاک‌ورزی بدون شخم، شخم کاهش‌یافته (دیسک)، شخم مرسوم (گاواهن و دیسک) و عامل فرعی شامل کشت خالص چای ترش، خالص ماش، ۵۰ درصد چای ترش + ۵۰ درصد ماش، ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش، ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش بود. بذر ماش از توده

برای محاسبه سودمندی کشت مخلوط و رقابت میان دو گونه از نسبت برابری زمین استفاده شد. برای تعیین این شاخص عملکرد نسبی هر جز محاسبه می‌شود و مجموع آن‌ها میزان LER را نشان می‌دهد (Vandermeer, 1989):

$$LER = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \quad (1)$$

که اُ ران:

$Y_{ab}$ : عملکرد گونه a در کشت مخلوط،  $Y_{ba}$ : عملکرد گونه b در کشت مخلوط،  $Y_{aa}$ : عملکرد گونه a در کشت خالص،  $Y_{bb}$ : عملکرد گونه b در کشت خالص.

در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها بر پایه نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین داده‌ها بر پایه آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

ارتفاع بوته چای ترش و ماش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کشت و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۳). بیشترین ارتفاع بوته چای ترش و ماش مربوط به نظام بدون خاک‌ورزی و کمترین مربوط به نظام خاک‌ورزی مرسوم بود (جدول‌های ۲ و ۴).

حذف اثر حاشیه از هر کرت به اندازه ۲ مترمربع گیاهان از ۲ تا ۳ سانتی متری سطح زمین بریده‌شده قطع و کاسبرگ‌ها از میوه جدا و با ترازو وزن شدند. نمونه‌ها در سایه به مدت دو هفته خشک و سپس وزن شدند.

برداشت گیاه ماش پس از رسیدگی فیزیولوژیک، در تاریخ ۲۳ شهریورماه صورت گرفت. در مراحل پایانی رشد گیاه ماش و با رعایت حذف اثر حاشیه، از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع (از ناحیه طوقه تا انتهای بلندترین شاخه)، قطر (از ۲ سانتی‌متر بالای سطح خاک با کولیس) اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها برای ارتفاع بوته، قطر ساقه در نظر گرفته شدند. پس از رسیدن گیاه به بیشترین رشد و در هنگام رسیدگی کامل نیام‌ها، از هر کرت پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و شمار نیام‌ها شمارش شد و میانگین آن‌ها برای شمار نیام در بوته در نظر گرفته شد، ضمن اینکه از هر بوته سه نیام انتخاب و شمار دانه در نیام شمارش و میانگین آن‌ها برای شمار دانه در نیام مدنظر قرار گرفت.

پس از رسیدن کامل گیاه ماش (نیام قهوه‌ای و دانه سخت) برای ماش با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، بذرها ۲ مترمربع از هر کرت توزین و عملکرد دانه به‌دست‌آمده به هکتار تعمیم داده شد. در این تحقیق

جدول ۱. تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی ماش، تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت  
Table 1. Analysis of variance for quantitative characteristics of the mung bean under the influence of tillage systems and different planting system

S.O.V	d.f	Means square				
		Plant height	NO. Pod per plant	NO. Seed per pod	Stem diameter	Economic yield
Replication	2	25.60 <sup>ns</sup>	2.240	0.358 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	1023.31*
Tillage system(A)	2	4120.26**	1716.73**	63.46**	0.76 <sup>ns</sup>	321759.50**
R*A	4	8.79	6.87	0.193	0.41	60.44
(B) Planting system	3	245.24**	490.75**	6.675**	1.18*	27393.39**
(A×B)	6	616.29**	395.25**	1.72**	6.11**	19698.11**
Error	18	8.21	50.08	0.216	0.26	909.82
C.V (%)	-	5.16	10.08	5.77	5.92	6.35

ns, \*, \*\*: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \*, \*\*: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

بیشتر از کمینه خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم است. دلیل افزایش ارتفاع بوته در بدون خاک‌ورزی به‌احتمال با افزایش رطوبت خاک در این نظام‌ها مرتبط است.

Karunatilake *et al.* (2000) افزایش ارتفاع ذرت

را در نظام بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم گزارش کردند. Eskandari (2003) بیان کرد ارتفاع بوته نخود در شرایط دیم در بدون خاک‌ورزی

سانتی‌متر) برای ماش و ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۱۷۵/۵۳ سانتی‌متر) و ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش (۱۵۹/۱۱ سانتی‌متر) برای چای ترش به دست آمد (جدول‌های ۲ و ۴).

مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کشت نشان داد، بیشترین ارتفاع در کشت خالص ماش (۶۰/۱۷ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع در کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش (۴۹/۲۲)

جدول ۲. مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی ماش تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت

Table 2. Means comparison for quantitative characteristics of the mung bean under the influence of tillage systems and different planting system

Treatments	Plant height (Cm)	NO. Pod per plant	NO. Seed per pod	Stem diameter (mm)	Economic yield (Kg. ha-1)
Tillage systems (A)					
No Tillage	76.63a	34.03a	10.58a	8.808a	581.25a
Minimum Tillage	47.71b	22.85b	7.48b	8.800a	556.25b
Conventional Tillage	42.10c	10.13c	6.09c	8.366a	285.95c
LSD%5	3.36	2.97	0.49	0.73	8.81
(B) Planting system					
Sole Mung bean	60.17a	32.53a	8.89a	8.87a	682.78a
75% Mung bean+25% Roselle	59.37a	20.50b	8.67a	8.13a	529.44a
50% Mung bean+50% Roselle	49.22c	21.44b	7.51b	8.92a	414.44c
25% Mung bean+75% Roselle	53.17b	14.88c	7.13b	8.70b	271.28d
LSD%5	2.83	2.23	0.46	0.50	29.87

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

#### قطر ساقه

نظام‌های مختلف خاک‌ورزی نتوانست قطر ساقه ماش را تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۱) اما قطر ساقه چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین قطر ساقه از نظام بدون شخم (۸/۸۰۸ میلی‌متر) به دست آمد (جدول ۲). Narimatsu *et al.* (2014) در بررسی تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کمینه و بدون خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، همچنین در بررسی نظام‌های خاک‌ورزی *Ahmed et al.* (2012) در بررسی عملکرد سورگوم (*Sorghum bicolor*) نتایج همسانی گزارش کردند.

تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر قطر ساقه ماش در سطح احتمال ۵ درصد و برای چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۳). بالاترین قطر ساقه از کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش (۸/۹۲ میلی‌متر) و برای چای ترش از کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش به دست آمد (جدول ۴ و ۲). Motaghiyan *et al.* (2013) در کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum*) و کنجد (*Sesamum indicum*) نشان

مقایسه میانگین‌ها گویای آن است که کشت خالص ماش (۶۰/۱۷ سانتی‌متر) با کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۵۹/۳۷ سانتی‌متر) اختلاف آماری معنی‌داری ندارد، ولی با تراکم‌های دیگر کشت مخلوط از نظر ارتفاع اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) نسبت به نظام‌های افزایشی و جایگزینی مخلوط ارتفاع بوته بیشتری داشت (Dahmardeh, 2010). مقایسه میانگین برهمکنش (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) نشان داد که تیمار بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش، بیشترین ارتفاع (۸۷ سانتی‌متر) برای ماش و بیشترین ارتفاع چای ترش مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش (۲۵۱/۰۱ سانتی‌متر) به دست آمد. به نظر می‌رسد در نظام بدون خاک‌ورزی به دلیل جابجا نشدن خاک میزان رطوبت خاک حفظ‌شده، همچنین در این نظام شخم همراه با افزایش نسبت ماش در کشت مخلوط به دلیل سایه‌اندازی ماش رطوبت خاک حفظ و توسط اجزاء مخلوط استفاده می‌شود.

دادند، قطر ساقه کنگد در کشت مخلوط ۵۰ درصد کنگد + ۵۰ درصد ریحان بیشتر از دیگر تیمارهای کاشت بود.

#### شمار نیام در بوته ماش

نظام‌های مختلف خاک‌ورزی بر شمار نیام در گیاه ماش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شمار نیام در نظام خاک‌ورزی بدون شخم (۳۴/۰۳ عدد) و کمترین شمار نیام در خاک‌ورزی مرسوم (۱۰/۱۳ عدد) به دست آمد (جدول ۲). احتمال دارد گیاهان پوششی با بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک (Sarrantonio & Gallandt, 2003) و افزایش فراهمی مواد آلی (Nakhone & Tabatabai, 2008) محیط مناسب‌تری برای رشد گیاه فراهم کرده و در نتیجه باعث افزایش شمار نیام در بوته شده‌اند. استفاده از گیاهان پوششی برای بهبود حاصلخیزی خاک به‌عنوان عامل مهمی در کشاورزی پایدار از دیرزمان مورد توجه بوده است. تثبیت نیتروژن توسط بقولات و یا جذب بقایای نیتروژن مصرف‌شده در گیاهان زراعی پیشین، سودمندی کلیدی کشت گیاهان پوششی است، که می‌تواند بخش اعظم و یا حتی همه نیتروژن برخی از نظام‌های زراعی را برآورده سازد (Suivan & Diver, 2001).

نسبت‌های مختلف کاشت شمار نیام در گیاه را در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). بیشترین و کمترین شمار نیام در گیاه ماش به ترتیب از کشت خالص ماش (۳۲/۵۳ عدد) و کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۱۴/۸۸) به دست آمد (جدول ۲). در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، بیشترین نیام از کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش (۲۱/۴۴ عدد) که با کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش اختلاف آماری معنی‌داری نداشت و کمترین شمار نیام در کشت مخلوط، مربوط به کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۱۴/۸۸ عدد) بود (جدول ۲). Nazari et al. (2012) در کشت مخلوط ماش و ذرت گزارش کردند که کشت خالص ماش نسبت به

کشت مخلوط شمار نیام در بوته بیشتری داشت. برهمکنش (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) بر شمار نیام در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین شمار نیام به ترتیب از نظام بدون خاک‌ورزی × کشت خالص ماش (۴۵/۴۰ عدد) به دست آمد.

#### شمار دانه در نیام ماش

شمار دانه در نیام گیاه ماش در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شمار دانه در نیام در نظام بدون خاک‌ورزی (۱۰/۵۸) و کمترین میزان آن در نظام خاک‌ورزی مرسوم (۶/۹۰) به دست آمد (جدول ۲). Gaweda et al. (2012) در بررسی نظام‌های خاک‌ورزی روی دو رقم سویا به مدت سه سال بیان کردند، شمار دانه در نیام گیاه سویا در بدون شخم بیشتر از دیگر نظام‌های خاک‌ورزی بود.

تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر شمار دانه در نیام در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین شمار دانه در نیام از کشت خالص ماش (۸/۸۹) و کمترین شمار دانه در نیام از کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۷/۱۳) به دست آمد (جدول ۲). بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بیشترین شمار دانه در نیام از تیمار ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۸/۶۷) که با کشت خالص ماش از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین شمار نیام از کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۷/۱۳) به دست آمد، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش نداشت. شمار دانه در غلاف پایدارترین جزء عملکرد در حبوبات است، زیرا شمار یاخته‌های تخم تا حدودی در همه تخمدان‌ها برابر است. این صفت بیشتر توسط عامل‌های ژنتیکی کنترل می‌شود، اما می‌تواند تحت تأثیر محیط نیز واقع شود (Ghanbari et al., 2011). اثر متقابل (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهمکنش (نظام

تیمار خالص ماش (۶۸۲/۷۸ کیلوگرم در هکتار) و خالص چای ترش (۸۷۲/۲۶ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۲). بین تیمار کشت خالص با دیگر تیمارهای مخلوط تفاوت معنی‌داری وجود داشت. عملکرد کاسبرگ با افزایش سهم چای ترش در نسبت‌های مختلف کاشت افزایش یافت، به نظر می‌رسد با توجه به اینکه در تیمار کشت خالص چای ترش تراکم گیاهی موجود نسبت به تیمارهای کشت مخلوط کمتر بود، به احتمال منابع غذایی کافی در اختیار چای ترش قرار گرفته است. در این شرایط هر بوته از منابع در دسترس و نور خورشید بهره‌برداری بیشتری کرده و در نتیجه عملکرد کاسبرگ در تک‌کشتی چای ترش نسبت به کشت مخلوط آن با ماش بیشتر بود. *Tavasoli et al.* (2010) در بررسی کشت مخلوط ارزن (*Panicum miliaceum L.*) و لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) نتایج همسانی گزارش کردند. پایین‌ترین عملکرد دانه ماش در تیمار ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۲۷۱/۲۸ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. پایین بودن عملکرد ماش در تیمارهای کشت مخلوط احتمال دارد به دلیل پایین بودن تراکم ماش در واحد سطح و توانایی بالای چای ترش برای بهره‌وری از منابع محیطی همچون نیتروژن خاک باشد. مقایسه اثر متقابل (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) برای ماش و چای ترش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ماش و عملکرد کاسبرگ چای ترش به ترتیب در تیمارهای بدون خاک‌ورزی × کشت خالص ماش (۸۴۰/۲۰ کیلوگرم در هکتار) و نظام بدون خاک‌ورزی و کشت خالص چای ترش (۹۹۰/۸۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۲).

خاک‌ورزی × نسبت کاشت) نشان داد که بیشترین شمار دانه در نیام مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۱۱/۱۵) و کمترین مربوط به خاک‌ورزی مرسوم × کشت مخلوط ۵۰ درصد ماش + ۵۰ درصد چای ترش (۴/۳۳) بود.

### عملکرد اقتصادی

عملکرد دانه در گیاه ماش و چای ترش به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کشت و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه برای ماش (۵۸۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار) در نظام بدون شخم و بیشترین عملکرد کاسبرگ برای چای ترش (۷۵۴/۰۸ کیلوگرم در هکتار) در نظام بدون شخم به دست آمد (جدول ۲). *Narimatsu et al.* (2014) در پژوهشی تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی کمینه و بدون خاک‌ورزی را بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، بررسی و گزارش کردند که عملکرد ذرت در نظام‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کمینه بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم است، چون خاک‌ورزی باعث به هم خوردن چرخه زیستی ریزجانداران (میکروارگانیزم‌های) خاکزی و در نتیجه باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود. *De Vita et al.* (2007) در بررسی خود روی گندم دورم (*Triticum durum*) در دو منطقه ایتالیا طی سه سال انجام دادند گزارش کردند که در دو سال اول آزمایش عملکرد در نظام بدون شخم بیشتر از شخم مرسوم بود.

مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کشت نشان داد که بالاترین عملکرد دانه و کاسبرگ مربوط به

جدول ۳. تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی در گیاه چای ترش تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کشت

Table 3. Analysis of variance for quantitative characteristics of the hibiscus under the influence of tillage systems and different planting system

S.O.V	d.f	Means square				
		Plant height	Stem diameter	NO. Branches	NO. Capsule	Economic yield
Replication	2	21.49 <sup>ns</sup>	7.36 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>**</sup>	37.80 <sup>ns</sup>	23388.26 <sup>**</sup>
Tillage system(A)	2	13631.53 <sup>**</sup>	236.09 <sup>**</sup>	21.85 <sup>**</sup>	8336.52 <sup>**</sup>	233680.88 <sup>**</sup>
R*A	4	24.73	0.86	0.0091	81.97	7959.96
Planting system (B)	3	799.05 <sup>**</sup>	60.02 <sup>**</sup>	6.081 <sup>**</sup>	1734.37 <sup>**</sup>	214157.81 <sup>**</sup>
(A×B)	6	341.86 <sup>**</sup>	19.57 <sup>**</sup>	0.18 <sup>**</sup>	737.64 <sup>**</sup>	9824.56 <sup>*</sup>
Error	18	32.78	57.47	0.117	13.57	2789.15
C.V (%)	-	3.37	7.60	9.39	4.90	8.10

ns, \*, \*\*: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \*, \*\*: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی گیاه چای ترش تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت

Table 4. Means comparison for quantitative characteristics of the hibiscus under the influence of tillage systems and different planting system

Treatments	Plant height (Cm)	Stem diameter (mm)	NO. Branches	NO. Capsule	Economic yield (Kg. ha-1)
Tillage systems (A)					
No Tillage	201.4a	28.19a	4.16b	97.64a	754.08a
Minimum Tillage	173.46b	22.96b	4.67a	81.65b	708.91b
Conventional Tillage	134.30c	19.37c	2.12c	46.14c	492.98c
LSD%5	5.63	1.05	0.108	4.93	101.1
(B) Planting system					
Sole Roselle	164.76b	22.16c	3.42c	85.70a	872.26a
25% Mung bean+75% Roselle	179.48a	20.79c	4.68a	83.42a	644.60b
50% Mung bean+50% Roselle	175.53a	26.68a	3.80b	76.23b	563.93c
75% Mung bean+25% Roselle	159.11b	24.38b	2.70d	55.22c	527.16c
LSD%5	5.67	1.77	0.33	3.64	52.30

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

### شمار شاخه جانبی چای ترش

نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) بر شمار شاخه جانبی در گیاه چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نظام‌های خاک‌ورزی نشان داد که بیشترین شمار شاخه جانبی از نظام کمینه خاک‌ورزی (۴/۶۷ عدد) و کمترین میزان آن مربوط به نظام خاک‌ورزی مرسوم (۲/۱۲ عدد) بود (جدول ۴). Fooladvand *et al.* (2010) روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بذر را بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus*) ارزیابی و گزارش کردند شمار شاخه جانبی در شرایط کمینه خاک‌ورزی بیشتر از نظام‌های بدون شخم و شخم مرسوم بود.

مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کشت نشان داد که بالاترین شمار شاخه جانبی از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۴/۶۸ عدد) و کمترین شاخه جانبی از کشت مخلوط ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش (۲/۷۰ عدد) به دست آمد (جدول ۴). Rezvani Moghadam *et al.* (2009) در بررسی ترکیب‌های مختلف کاشت و تأثیر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ماش و سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) گزارش کردند که شمار شاخه‌های جانبی و ارتفاع بوته ماش در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد سیاه‌دانه + ۷۵ درصد ماش بیشتر از کشت خالص بود. مقایسه میانگین اثرهای متقابل (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) نشان داد بیشترین شمار

شاخه جانبی از نظام کمینه خاک‌ورزی × کشت خالص چای ترش (۷/۰۸ عدد) و کمترین شمار شاخه جانبی از نظام خاک‌ورزی مرسوم × کشت خالص چای ترش (۱/۶۰ عدد) به دست آمد (جدول ۵).

### شمار میوه در بوته چای ترش

تأثیر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی بر شمار میوه چای ترش معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین شمار آن از نظام بدون شخم (۹۷/۶۴ عدد) و کمترین شمار میوه از نظام خاک‌ورزی مرسوم (۴۶/۱۴ عدد) به دست آمد (جدول ۴). Mansori *et al.* (2001) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و فاصله ردیف بر رشد و عملکرد سویا و مدیریت علف‌های هرز گزارش کردند، نظام‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر شمار غلاف در بوته داشت، به طوری که در نظام بدون شخم میزان این صفت بیشتر از نظام‌های کمینه شخم و شخم مرسوم بود. خاک‌ورزی مرسوم باعث فشردگی شدن خاک زیر لایه سطحی می‌شود و در نتیجه توسعه ریشه را با کاهش روبه‌رو می‌سازد. از آنجایی که در نظام بدون خاک‌ورزی تجمع ماده آلی منجر به غلظت بالاتر نیتروژن میکروبی می‌شود، تنفس و انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت‌وساز (متابولیک) و انتقال مواد مغذی به گیاهان بیشتر شده و شمار غلاف در بوته و عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به نظام خاک‌ورزی مرسوم افزایش یافت (De-gennaro *et al.*, 2014).

تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر شمار میوه چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

به دست آمد (جدول ۶). در همین زمینه Rahimi *et al.* (2003) در کشت مخلوط سویا و ذرت بیان کردند که کشت مخلوط ۷۵ درصد سویا + ۲۵ درصد ذرت با نسبت برابری ۱/۹۷، بالاترین نسبت برابری زمین را در مقایسه با دیگر تیمارها داشت. دلایل این افزایش به‌طور کلی رقابت برون گونه‌ای کمتر نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای گیاهان در کشت خالص است که این اختلاف در نیازهای غذایی نظام ریشه، نظام نورساختی (فتوسنتزی)، طول دوره رشد، و ارتفاع دو گیاه ناشی می‌شود.

جدول ۵. تجزیه واریانس نسبت برابری زمین در نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های کاشت

Table 5. Analysis of variance for land equivalent ratio (LER) under the influence of tillage systems and different planting system

S.O.V	d.f	Means square
		LER
Replication	2	0.0026 <sup>ns</sup>
Tillage systems (A)	2	0.018 <sup>ns</sup>
R*A	4	0.015
Planting system (B)	2	0.106 <sup>**</sup>
(A*B)	4	0.034 <sup>**</sup>
Error	12	0.0057
C.V. (%)	-	5.96

ns, \*, \*\*, غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد. ns, \*, \*\*, Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۶. مقایسه میانگین نسبت برابری زمین تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های کاشت

Table 6. Means comparison of land equivalent ratio (LER) under the influence of tillage systems and different planting system

Treatments	LER
Tillage systems (A)	
No Tillage	1.27a
Minimum Tillage	1.22a
Conventional Tillage	1.31a
LSD%5	0.16
(B) Planting system	
75% Mung bean+25% Roselle	1.36a
50% Mung bean+50% Roselle	1.29a
25% Mung bean+75% Roselle	1.15b
LSD%5	0.077

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

گزارش Khalatbari *et al.* (2010) در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای و ارزن مروریدی نتایج تحقیق بالا را تأیید می‌کند. همچنین دیگر محققان در

از نظر نسبت‌های مختلف کاشت بیشترین شمار میوه از کشت خالص چای ترش (۸۵/۷۰ عدد) به دست آمد که البته این تیمار با تیمار کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش اختلاف آماری معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن از کشت مخلوط کشت ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش (۵۵/۲۲ عدد) به دست آمد (جدول ۴). در بین نظام‌های کشت مخلوط بیشترین شمار میوه از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۸۳/۴۲ عدد) و کمترین شمار میوه از کشت مخلوط ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش به دست آمد. نتایج بیانگر آن است که با افزایش تراکم ماش در کشت مخلوط احتمال دارد به دلیل رقابت بین‌گونه‌ای شمار میوه چای ترش کاهش یافته باشد. Hossen *et al.* (2001) در آزمایش خود روی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده کردند که با افزایش نسبت ارزن در مخلوط شمار غلاف در هر بوته لوبیا چشم‌بلبلی کاهش یافت. آنان عنوان کردند که دلیل کاهش شمار غلاف می‌تواند ناشی از رقابت شدیدتر ارزن با لوبیا چشم‌بلبلی در مخلوط این دو در نسبت‌های بالای ارزن باشد. مقایسه میانگین اثرهای متقابل (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) نشان داد بیشترین شمار میوه از نظام بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۱۱۰/۰۸ شمار) و کمترین شمار میوه از نظام کمینه خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۳۸/۳۳ عدد) به دست آمد (جدول ۴).

#### نسبت برابری زمین

نظام‌های خاک‌ورزی تأثیر معنی‌داری بر نسبت برابری زمین نداشت (جدول ۵). اما مقایسه میانگین نشان داد بیشترین و کمترین کارایی استفاده از زمین به ترتیب مربوط به خاک‌ورزی مرسوم (۱/۳۱) و کمینه خاک‌ورزی (۱/۲۲) بود (جدول ۶). تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر نسبت برابری زمین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین و کمترین نسبت برابری زمین به ترتیب از کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۱/۳۶) و کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۱/۱۵)

درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش (۱/۰۸) به دست آمد (جدول ۶).

#### نتیجه‌گیری

بالاترین نسبت برابری زمین از تیمار ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش به دست آمد، که گویای برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود. در بیشتر صفات مورد بررسی نظام خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم نتایج مطلوب‌تری در پی داشت. به‌طورکلی با توجه به آنچه در مجموعه صفات و به‌ویژه عملکرد گیاهان موردبررسی مشاهده شد، نظام بدون خاک‌ورزی و تیمار ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش توصیه می‌شود.

رابطه با تأثیر کود دامی و نسبت‌های مختلف کاشت بر افزایش LER علوفه و دانه نتایج همسانی را گزارش کردند (Tavasoli et al., 2010). در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش شد که LER در همه تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که این امر نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است (Dahmardeh, 2010). برهمکنش (نظام خاک‌ورزی × نظام کاشت) در سطح احتمال ۱ درصد بر کارایی استفاده از زمین تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۵). بیشترین نسبت برابری زمین از نظام بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش (۱/۴۶) و کمترین نسبت برابری زمین از نظام کمینه خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۲۵

#### REFERENCES

1. Agegnehu, G., Ghizam, A. & Sinebo, W. (2007). Yield performance and land-use efficiency of barley and fababean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25, 202-207.
2. Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A. & Shnan, N.T. (2011). The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of Roselle plants (*Hibiscus sabdarifa*). *African Journal of Biotechnology*, 10, 1988-1996
3. Ahmad, M., Naim, E., Mkarem, A., Bald, M., Moayad, M. & Zaied, B. (2012). Effect of tillage Depth and pattern on growth and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Monenchment) under Rain-fed. *Journal of Novel Applied Sciences*, 69-73.
4. Azad Shahraki, F., Naghavi, H. & Najafi Nejad, H. (2010). Effects of tillage systems and wheat residue management on soil characteristics and yield of maize in Kerman. *Journal of Modern Agriculture*, 8(19), 2-9.
5. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K. & Ghose, S.S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24, 325-332.
6. Bolie, F., Rubio, R., Rouanet, J.L., Morales, A. & RoJas, C. (2006). Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in achilean Ulti Sol. *Soil and Tillage Research*, 8, 253-261.
7. Dahmardeh, M. (2010). *The effect of Eco-physiological aspects of intercropping of maize and cowpea on quantity and quality of forage maize K.S.C 704*. Ph.D. Thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran. 196 p. (in Persian with English Summary).
8. De-Gennaro, L.A., De-Souza, Z.M., Marinho weill, M.D-A., De- Souza, G.S. & Alves, M.C. (2014). Soil physical and microbiological attributes cultivated with the common bean under two management systems. *Revista Ciencia Agronomica*, 45(4), 641-649.
9. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N. & Pisante, M. (2007). No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. *Soil and Tillage Research*, 92, 69-78.
10. Eskandari, A. (2003). Effect of different Tillage methods on soil moisture and yield of pea in dry conditions. *Seed and Plant Research Journal*, 19(4), 497-511.
11. Fooladvand, S., Ayeneband, A. & Naraki, F.L. (2010). Evaluation of Tillage system and seeding rate on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) under dry land conditions. *Journal of agricultural research in Iran*, 8(2), 213-224. (In Persian).
12. Gaweda, N., Cierpiala, R., Bujak, K. & Wesolowski, M. (2014). Soybean yield under different tillage systems. *Acta Scientiarum Polonorum Horticulture*, 13(1), 43-54.
13. Ghahramanyan, G.R., Ayvazi, A.R. & Noorjo, A. (2010). Effects of tillage systems and wheat residue management on the impact on water, soil physical characteristics, quality and quantity of sugar beet. *Journal of Engineering Research agriculture*, 11(1), 35-48.

14. Ghanbari, A. (2000). Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low-input forage. PhD thesis. Wye Collage University of London.
15. Ghanbari-Bonjar, A. & Lee, H.C. (2002). Intercropped field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) for whole crop forage: effect of nitrogen on forage yield and quality. *Journal of Agricultural Science*, 138, 311-314.
16. Ghanbari, A., Nasirpoor, M. & Tavasoli, A. (2011). Eco-Physiological characteristics of millet and cowpea in intercropping. *Journal of Agricultural Ecology*, 2(4), 11-17.
17. Ghanbaryan Alavijeh, H.Z., Chenarbon, H.A., Zand, B. & Hamidi, M. (2014). Effects of different tillage methods on soil physical properties, grain and forage yield of two cultivars maize. *Academia Journal of Agricultural Research*, 2(1), 008-015.
18. Goulding, E., Ekanem, E. & Muhammad, S. (2008). Sustainability Assessment for a Group of Farmers in the Brazilian Amazon. *The Ecology of in Sustainable Food Systems*, 10.1007/s10479-008-0390-6.
19. Hosseini, S.M., Mazaheri, D., Jahansooz, M.R. & Yazdi Samadi, B. (2003). The effect of different amounts of nitrogen on the yield of millet and cowpea in intercropping. *Research and development in agriculture and horticulture*, 16(59), 60-97.
20. Intekab, H.W. (2008). Integrated impact of nutrient management and intercropping on physio-Agronomic Relationship of barley and Associated cultures under strip planting geometry. *PhD Thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agricultural, University of Faisalabad, Pakistan*. 216 p.
21. Javanshir, A., Dabagh Mohamadi nasab, A., Hamidi, A. & Gholipoor, M. (2000). Ecology intercropping (Translation). First Edition. *Jihad University of Mashhad Press*. 222 p. (In Farsi)
22. Karunatilake, U., Schindelbeck, H.M., Van Es, H.M. & Schindelbeck, R.R. (2000). Soil and maize response to plow and no-tillage after alfalfa-to-maize conversion on a clay loam soil in New York. *Soil and Tillage Research*, 55, 31-42.
23. Katsvario, T.W. & Cox, W.J. (2000). Tillage  $\times$  rotation  $\times$  management interactions in corn. *Agronomy Journal*, 90, 493-500.
24. Khalatbari, A.M., Hosseini, S.M.B., Majnoon Hosseini, N. & Mazaheri, D. (2010). Effect of intercropping on forage yield of sorghum and millet. *Journal of Crop Science*, 41(2), 205-214.
25. Koocheki, A., Hosseini, M. & Hashemi Dezfooli, A. (2007). Sustainable Agriculture (translation and editing). *Jihad University of Mashhad Press*, 340 p. (In Farsi)
26. Mansori, A.D., Bararpoor, M.T. & Babaiyan Jolodar, N. (2001). Effects of Tillage systems and row spacing on growth and yield of soybean and weed management. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 73-83.
27. Mbah, E.U., Muoneke, C.O. & Okpara, D.A. (2008). Evaluation of cassava (*Manihot esculenta*) planting methods and soybean (*Glycine max*) sowing dates on the yield performance of the component species in cassava/soybean intercrop under the humid tropical lowlands of southeastern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 8(1), 42-47.
28. McClintock, J.N. & El-Tahir, I.M. (2004). Production of Roselle. In: *Plant resources of tropical Africa*, PROTOA Foundation, 2 Backlnny Publication. 668 pp.
29. Mohammadi, Kh., Nabilahi, K., Alikhani, M. & Kharmali, F. (2009). Effects of tillage systems on soil physical properties and yield and yield components of wheat. *Journal of Plant Production*, 16(4), 77-91.
30. Motaghiyan, A., Pirdashti, H.A., Akbarpoor, W., Sarajpoor, G.H., Yaghoobi, M. & Shariatnejad, S. (2013). Evaluation of basil (*Ocimum basilicum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) yield in different intercropping mixtures via competition indices. *Journal of Agro ecology*, 5(3), 333 p. (In Farsi).
31. Nakhone, L.N. & Tabatabai, M.A. (2008). Nitrogen mineralization of leguminous crops in soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 171, 231-241.
32. Narimatsu, K.C.P., De-Mello, L.M., Domingues, L.S., Chioderoli, C. & Lima, R. (2014). Corn productivity in function of surface application of lime in different management systems and cultural preparation. *Engenharia and Agricultural Jaboticabal*, 34(2), 254-262.
33. Nasiri Mohallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P. & Beheshti, A.R. (2011). Agro ecology (Translation). *Ferdowsi University of Mashhad Press*. (In Persian).
34. Nazari, Sh., Zand, A., Asadi, S. & Golzardi, F. (2012). Effects of replacing and additive methods of corn intercropping (*Zea mays* L.) of green gram (*Vigna radiate* L.) on yield, yield components and weed biomass. *Journal of weed*, 4(2), 97-109.
35. Nielson, H.H., Ambus, P. & Jensen, E.S. (2003). The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped. Versus intercropped pea and barley. *Nutritive Cycle Agro ecosystem*, 65, 289-300.
36. Rahimi, M., Mazaheri, D., Khodabandeh, N. & Hedari Sharifabad, H. (2003). Evaluate the product in intercropping corn and soybeans in the Arsanjan region. *Journal of Agricultural Sciences*, Pp, 109-124.
37. Rahimzadeh, R. & Navid, H. (2011). Effect of tillage system on the properties of the of clay soil and wheat yield in rotation with peas in dry land conditions. *Journal of Agricultural Science and sustainable production*, 31(1), 30-41.

38. Rezvani Moghadam, P., Raoufi, M., Rashed Mohasel, M.H. & Moradi, R.A. (2009). The composition of the various crop and weed control in intercropping effects green gram and Nigella. *Journal of Agricultural Ecology*, 1(1), 65-79.
39. Saban, Y., Mehmt, A. & Mustafa, E. (2007). Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. *Turk Journal Agriculture*, 32, 111-119.
40. Safari, A., Asodar, M., Ghaseminejad, M. & Ebdali Mashhadi, A. (2013). The effect of residue, various methods of tillage system and planting on soil characteristics and yield of wheat. *Journal of Agricultural Knowledge sustainable production*, 23(2), 50-59.
41. Sarrantonio, M. & Gallandt, E.R. (2003). The role of cover crops in North American cropping systems. *Journal of Crop Production*, 18, 53-74.
42. Suivan, P. & Diver, S. (2001). Overview of cover crops and green manures fundamentals of sustainable agriculture. NCAT Agriculture Specialist.
43. Tavasoli, A., Ghanbari, A., Ahmadi, M.M. & Hedari, M. (2010). Effect of manure and chemical fertilizers on yield of millet (*Panicum miliaceum*) and beans (*Phaseolus vulgaris*) intercropping. *Journal of Iranian Field Crop Research*, 8(2), 1-11.
44. Tobeh, A. (1999). *The effect of winter covers crops on agricultural preserve and enhances soil, yield and some aspects of maize*. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Iran. (In Persian with English Summary).
45. Tsubo, M., Walker, S. & Ogindo, H.O. (2004). A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crops Research*, 90, 48-61.
46. Vandermeer, J.H. (1989). *The Ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
47. Zakeri, H. & Kazemi, N. (2006). *Tillage systems in sustainable agriculture* (Translation). University of Ilam Press. 243 p.
48. Zand, B. & Ghafari Khaligh, H. (2002). The possibility of intercropping cowpea grain sorghum under different cropping patterns. *Abstract 7<sup>th</sup> Congress of Crop Sciences*, September Karaj, 166 p. (In Farsi).
49. Zhang, L., Van Der Werf, W., Zhang, S., Li, B. & Spiertz, J.H.J. (2007). Growth, yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. *Field Crops Research*, 103, 178-188.

## Evaluation of tillage systems on agronomical aspects in roselle-green gram intercropping using Replacement method

Abdolvahad Hodiani mehr<sup>1</sup>, Mehdi Dahmardeh<sup>2\*</sup>, Issa Khammari<sup>3</sup>  
and Mohammad Reza Asgharipoor<sup>4</sup>

1, 2, 3. M.Sc. Student of AgroEcology, Assistance Professors and Associate Professor, Faculty of Agriculture,  
University of Zabol, Iran

(Received: Jul. 22, 2015 - Accepted: Nov. 30, 2015)

### ABSTRACT

A field experiment was conducted at research station of Zabol university in 2012. The experiment carried out as split plot on basis of a randomized complete block design with three replications. The main and sub factors included tillage systems (No, reduced, and Conventional tillage) and planting ratios of intercropping (pure culture of roselle, pure culture of green gram, 25% roselle + 75% green gram, 50% roselle + 50% green gram and 75% roselle + 25% green gram), respectively. For roselle, the results showed that the effects of tillage systems and planting ratio was significant on plant height, diameter of stem, lateral branch, number of fruit and sepal yield. For green gram the results showed that the effects of tillage systems and planting ratio was significant on plant height, number of pods in plant, number of seed in pod and economical yield. Tillage systems had not significant different on land equivalent ratio but comparison of means showed that the maximum and minimum of LER was obtained in conventional and reduce tillage, respectively. The maximum of LER was obtained at 75% green gram plus 25% roselle (1.36). In general, more useful intercropping confirmed than a pure culture of roselle and green gram.

**Keywords:** Land Equivalent Ratio, pod number, sepal yield .

---

\* Corresponding author E-mail: dahmard@gmail.com

Tel: +98 915 5420109