Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1085-1104

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1104-1085

ارزیابی اثر نظام‌های خاک‌ورزی برجنبه‌های زراعی کشت مخلوط تأخیری چای ترش (*Hibiscus Subdariffa* L.) و سویا (*Glycine max* L.)

فریبا سابقی‌نژاد[1]، مهدی دهمرده[2*]، محمدرضا اصغری‌پور[2]، عیسی خمری[3] و زیباسوری نظامی[4]

تاریخ دریافت: 1396/08/11
تاریخ پذیرش: 1397/05/16

سابقی‌نژاد، ف.، دهمرده، م.، اصغری‌پور، م.ر.، خمری، ع.، و نظامی، ز. 1398. ارزیابی اثر نظام‌های خاک‌ورزی برجنبه‌های زراعی کشت مخلوط تأخیری چای ترش (*Hibiscus Subdariffa* L.) و سویا (*Glycine max* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، 11(3): 1104-1085.

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر نظام‌های خاک‌ورزی بر جنبه‌های زراعی کشت مخلوط تأخیری چای ترش (*Hibiscus Subdariffa* L.) و سویا (*Glycine max* L.) آزمایشی در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی مرکز تحقیقات جنوب استان کرمان واقع در شهرستان جیرفت در سال زراعی 1395، به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی در سه سطح شامل خاک‌ورزی بدون شخم، شخم حداقل (دیسک) و شخم رایج (گاوآهن و دیسک) و عامل فرعی نسبت‌های افزایشی و جایگزینی کشت مخلوط چای ترش و سویا در هشت سطح شامل:کشت خالص چای ترش، کشت خالص سویا، 50 درصد چای ترش + 50 درصد سویا، 75 درصد چای ترش + 25 درصد سویا، 25 درصد چای ترش + 75 درصد سویا، 100 درصد چای ترش + 50 درصد سویا، 100 درصد سویا + 50 درصد چای ترش، 100 درصد چای ترش + 100 درصد سویا، در نظر گرفته شد (تراکم پایه دو گیاه در کشت خالص 20000 بوته در هکتار می‌باشد). نتایج نشان داد تأثیر نظام‌های شخم و نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد غوزه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد کاسبرگ خشک، شاخص کلروفیل برگ، آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش و پروتئین سویا معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که خاک‌ورزی بدون شخم در صفات تعداد غوزه (271/8 عدد در بوته)، عملکرد زیست‌توده (20/1 تن در هکتار)؛ عملکرد کاسبرگ خشک (1/16 تن در هکتار) و میزان آنتوسیانین در گیاه چای ترش (4/7 میکرومول بر گرم) نسبت به شخم رایج برتر بود. بیش‌ترین نسبت برابری زمین (3/78) از نسبت کشت 100درصد سویا +50 درصد چای ترش به‌دست آمد. هم‌چنین کشت مخلوط و خاک‌ورزی بدون شخم و شخم حداقل باعث افزایش عملکرد کاسبرگ چای ترش (1/51 تن در هکتار) و دانه سویا (2/98 تن در هکتار) شد، لذا با اجرای آن می‌توان باعث پایداری اکوسیستم زراعی گردید.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، درصد پروتئین، شخم حداقل، شخم رایج، عملکرد زیست‌توده

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت جهان، باعث بهره‌برداری بی‌رویه و در نتیجه تخریب منابع طبیعی شده از طرفی محدود بودن اراضی مناسب کاشت و به دنبال آن، نیاز مبرم به افزایش تولیدات غذایی، موجب ضرورت افزایش عملکرد گیاهان زراعی به‌منظور پاسخ به این تقاضای روز افزون منابع غذایی شده 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 (Nasiri Mahallati et al., 2011).

1، 2 و 3- دانشجوی دکتری، دانشیار، و استادیارگروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
4- استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: dahmard@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.68442

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش دانش کشاورزی، به 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 قابل کشت را دارند اهمیت بیش‌تری دارد، بنابراین، استفاده از کشت مخلوط در چنین کشتزارهایی می‌تواند به‌عنوان رهیافت کشاورزی بوم‌شناختی (اگرواکولوژی) مطرح باشد (Koocheki et al., 2007). از اجزای کشاورزی پایدار 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 به‌عنوان 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 چند کشتی است که به‌صورت گسترده برای متنوع ساختن کشت در ابعاد مکانی و زمانی استفاده می‌شود (Agegnnehu et al., 2007). از مهم‌ترین سودمندی‌های کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی، به‌دلیل استفاده بهتر از عامل‌های محیطی مانند، آب، نور و مواد غذایی موجود در خاک است کشت مخلوط زمانی سودمند خواهد بود که منابع محیطی مورد نیاز گونه‌ها به‌طور مناسبی در مکان و زمان متفاوت توزیع شده باشند. یکی از روش‌های افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، کشت مخلوط به‌صورت تأخیری است.کشت مخلوط تأخیری، کشت هم‌زمان دو یا چند گیاه است که گیاهان همراه، تنها در بخشی از دوره رشدونمو با یکدیگر تداخل داشته باشند، در این نوع سیستم، در مرحله زایشی گیاه اول، کاشت گیاه دوم انجام می‌گیرد (Banik et al., 2006). مزیت کشت تأخیری در زمینه کاهش رقابت بین گیاهان است، زیرا عمده تقاضای موجود برای منابع در زمان‌های مختلفی رخ می‌دهد (Zhang et al., 2007). بنابراین به نظر می‌رسد که بهره‌گیری از این نظام مخلوط به‌دلیل رشد دو گونه در زمان‌های به نسبت متفاوت ممکن است موجب افزایش کارایی جذب و مصرف نهاده‌ها شده و از این رو، بهره-گیری بیش‌تر از منابع محیطی را موجب می‌شود (Nelson et al., 2010).

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa* L.) متعلق به خانواده پنیرکیان[1] است و به‌طور عمده کاسبرگ آن به‌عنوان دارو قابلیت استفاده دارد. کاسبرگ‌ها اسیدهای آلی اگزالیک، مالیک، سیتریک و تاتاریک و هم‌چنین ویتامین C، پروتئین وآنتوسیانین دارند (Ahmad et al., 2011). کنجاله آن را به‌عنوان یک منبع خوب پروتئینی می‌توان در تغذیه طیور استفاده کرد.

سویا گیاهی است یکساله از خانواده بقولات[2] که جهت تولید روغن و پروتئین و سایر فرآورده‌های جنبی کشت می‌گردد، سویا سرشار از مواد مغذی و دارای پروتئین‌های گیاهی، الیگوساکاریدها، فیبرهای خوراکی، و مواد معدنی نظیر کلسیم، آهن و ویتامین E می‌باشد که یکی از آنتی‌اکسیدان‌هاست و میزان چربی اشباع شده آن نیز پایین است (Latifi, 1993).

پژوهشگران در بررسی کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivam* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) اعلام کردند که الگوهای مختلف کشت مخلوط عملکردهای بالاتری نسبت به کشت خالص این دو گیاه داشتند که این امر می‌تواند به‌دلیل بهبود کارایی منابع در کشت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی باشد (Ghanbari– Bonjar & Lee, 2002). نتایج برخی بررسی‌های انجام شده در زمینه کشت مخلوط در لوبیا چشم بلبلی (*Vigna mguiculata* L.) و سورگرم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) (Zand & Ghafari Khaligh, 2002)، ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) (Tsubo et al., 2004; Dahmardeh, 2010)، سویا (*Glycine max* L.) و کاساوا (*Manihot esculenta* L.) (Mbah et al., 2008)، جو (*Hordeum vulgar* L.)، عدس (*Lens culinaris* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) (Nilson et al., 2003; Intekab, 2008)، گندم و نخود (Banik et al., 2008) و گندم و (*Triticum aestivum* L.)، پنبه (*Gossypium* sp.) (Zhang et al., 2007) بیانگر بهبود کمّی و کیفی محصولات مورد بررسی و افزایش نسبت برابری سطح زمین است. در بررسی کشت مخلوط تأخیری گندم- ذرت و گندم- سویا مشاهده شد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در کشت مخلوط در مقایسه با خالص افزایش یافت و در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیش‌تر از یک به دست آمد که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود (Li et al., 2001). در بررسی کشت مخلوط تأخیری ذرت و سویا

1- Malvaceae

2- Fabaceae

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده شده است که عملکرد دانه سویا در کشت مخلوط تأخیری به‌دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی نسبت به کشت خالص افزایش یافت (Xiang et al., 2012). خاک‌ورزی متداول به‌عنوان عاملی که فرسایش خاک را تسریع کرده، ذخیره کربن را کاهش داده و در تخریب ساختمان خاک نقش دارد، امروزه با چالش جدی روبه رو شده است. نگهداری میزان کافی از بقایای گیاهی، به‌عنوان راه‌حل مؤثری به‌منظور رویارویی با تهدیدهای کیفیت خاک، تأکید شده است(Zakeri & Kazemi, 2006). خاک‌ورزی حفاظتی با کاهش انرژی مصرفی و فرسایش خاک و هم‌چنین افزایش توان تولیدی و حاصلخیزی خاک به‌ویژه در دو دهه اخیر مورد توجه پژوهشگران بوده است .(Tobeh, 1999; Kazemi et al., 2016) وجود بقایای سطح سبب افزایش رطوبت (Mohammadi et al., 2009)، بهبود کارایی مصرف آب (Gharamanyan 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 به‌عنوان منبع نیتروژن مورد نیاز گیاه و کاهش هزینه کود نیتروژن می‌شود (Katsvario & Cox, 2000). مبنای انتخاب دو گیاه چای ترش و سویا به‌دلیل اعماق ریشه‌دهی متفاوت، سایه‌دوست و آفتاب‌دوست بودن، تثبیت نیتروژن در سویا و خواص درمانی چای ترش و نیازهای نوری متفاوت این دو گیاه با یکدیگر بود.

هدف از این تحقیق ارزیابی عملکرد کمّی و کیفی چای ترش و سویا در نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و در شرایط کشت مخلوط سری‌های جایگزینی و افزایشی در شرایط آب‌وهوایی جیرفت بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات جنوب استان کرمان شهرستان جیرفت واقع در فاصله 245 کیلومتری مرکز استان کرمان و در جنوب شرقی کشور اجرا شد. آب و هوای منطقه بر پایه طبقه‌بندی کوپن جزء مناطق گرم‌وخشک می‌باشد. پیش از آغاز آزمایشات به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش چند نمونه به‌صورت تصادفی از عمق 30-0 سانتی‌متری تهیه و نمونه‌ها در آزمایشگاه تجزیه شدند (جدول 1).

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل خاک‌ورزی بدون شخم، شخم حداقل (دیسک) در یک نوبت و تا عمق 15 سانتی‌متر، شخم رایج (گاوآهن و دیسک) در یک نوبت و تا عمق 35 سانتی‌متر صورت گرفت و عامل فرعی شامل کشت خالص چای ترش، خالص سویا، 50 درصد چای ترش+ 50 درصد سویا، 75 درصد چای ترش+ 25 درصد سویا، 25 درصد چای ترش+ 75 درصد سویا، 100 درصد چای ترش+ 50 درصد سویا، 100درصد سویا+50 درصد چای ترش، 100 درصد چای ترش + 100 درصد سویا بود (تراکم پایه دو گیاه در کشت خالص 20000 بوته در هکتار می‌باشد).

کشت مخلوط به‌صورت ردیفی (یک ردیف سویا و یک ردیف چای ترش) و برای هر تیمار چهار خط به طول سه متر انتخاب گردید. فاصله بین دو ردیف در تمام تیمارها یکسان و یک متر در نظر گرفته شد. در کشت خالص سویا و چای ترش فاصله بین دو بوته روی ردیف برای هر یک از گیاهان 50 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بر اساس نسبت کاشت فقط فاصله بین دو بوته روی ردیف تغییر داده شد. به‌عنوان مثال، در کشت مخلوط 100 درصد چای ترش به‌علاوه 100 درصد سویا فاصله دو بوته روی ردیف برای سویا و برای چای ترش 25 سانتی‌متر بود. تعداد بوته سویا و چای ترش در کشت خالص 24 بوته بود (طول هر خط سه متر و با فاصله دو بوته روی ردیف 50 سانتی‌متر و تعداد چهار خط). بذر چای ترش از مدیریت جهاد کشاورزی دلگان و بذر سویا از مرکز تحقیقات اهواز تهیه شد. آماده‌سازی زمین در اردیبهشت ماه سال 1395 بر پایه سه نوع نظام عملیات خاک‌ورزی، خاک‌ورزی بدون شخم، شخم حداقل (دیسک)، شخم رایج (گاوآهن و دیسک) انجام شد.کاشت بذرهای چای ترش در20 اردیبهشت ماه به‌صورت کپه‌ای و در عمق 2-1 سانتی‌متر و بذرهای سویا در 20 مرداد ماه زمانی که رشد رویشی گیاه چای ترش به پایان رسید (سه ماه بعد از کاشت گیاه اول) به‌صورت کپه‌ای و در عمق سه سانتی‌متری خاک روی خط داغ‌آب پشته‌ها انجام و روی بذرها با خاک نرم پوشیده شد. روش آبیاری به‌صورت جوی و پشته (نشت آب از داخل جوی به‌سمت محل قرارگیری بذر روی پشته) و به‌طور میانگین هر سه روز یک‌بار انجام گرفت. برداشت گیاه سویا در 28 آبان ماه و گیاه چای ترش یک ماه بعد از آن، پس از رسیدگی فیزیولوژیک انجام گرفت. در زمان برداشت گیاه چای ترش و سویا با رعایت حذف اثر حاشیه، پنج بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب و غوزه‌ها و غلاف های موجود شمارش شد، سپس میـانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد غوزه در بوته برای هر تیمار چای تـرش و تعـداد غلاف برای گیاه سویا ثبت شد. به‌منظور عملکرد کاسبرگ چای ترش، پس از رسیدگی کامل و با رعایت حذف اثر حاشیه از کرت به اندازه دو متر مربع گیاهان از دو تا سه سانتی‌متری زمین بریده و کاسبرگ را از غوزه جدا، نمونه‌ها در سایه به‌مـدت دو هفتـه خشـک و سـپس وزن شدند. برای گیاه سویا پس از رسیدن کامل گیاه با در نظر گرفتن اثـر حاشیه‌ای، بذرهای دو متر مربع از هر کـرت تـوزین و عملکـرد دانـه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل در برگ گیـاه چـای ترش و سویا در دو مرحله رشدی (ساقه‌دهـی و قبـل از برداشـت) بـا استفاده از دستگاه Hansatech مدل SL-01 و پروتئین گیاه سویا بـا استفاده از روش برادفورد (Bradford, 1976) و آنتوسیانین موجود در کاسبرگ چای ترش بـا روش واگنـر (Wagner, 1979) تعیـین شـد (معادله 1). جهت محاسبه ضریب خاموشی (ε) 33000 سانتی‌متر بـر مول در نظر گرفته شد. در ایـن معادلـه، A: عـدد اسـپکتوفتومتر، b: عرض کووت و c: غلظت مورد نظر (میکرو مول برگرم وزن تر گیـاه) می‌باشد.

معادله (1)

$$A = (\varepsilon)\, bc$$

$$C = A/(3000/b)$$

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table1- Soil physical and chemical characteristics of the experimental site

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)
لوم– شنی Sandy- loam	8.3	2.21	0.017	9.4	229

جدول 2- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کمی در گیاه چای ترش تحت تأثیر نظام های شخم و نسبت های مختلف کشت با سویا

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative characteristics of the Roselle by tillage systems and different planting ratios with soybean

		میانگین مربعات Means of squares				
منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد غوزه (دربوته) No. of bolls (per plant)	عملکرد کاسبرگ خشک Dry sepal yield	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin
تکرار Replication	2	35.4740^{**}	0.002^{ns}	5.39^{ns}	22.34^{ns}	0.42^{ns}
سیستم شخم Tillage system (A)	2	2.2763^{**}	0.79^{**}	188.34^{**}	579.94^{**}	5.81^{**}
خطای اصلی Error (a)	4	44.1076	0.02	11.51	4.29	0.29
کشت مخلوط (B) Intercropping system (B)	6	06.30116^{**}	1.5^{**}	484.8^{**}	40.2^{**}	3.42^{**}
A×B	12	03.13307^{**}	0.33^{**}	60.71^{**}	35.21^{**}	17.42^{**}
خطای فرعی Error (b)	36	82.457	0.04	9.15	8.56	0.68
ضریب تغییرات C.V (%)		8.07	23.73	18.17	10.76	19.7

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

^{ns}, * and **: are no significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جهت ارزیابی کشت مخلوط شاخص نسبت برابری زمین[1] (LER)

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس عملکرد اقتصادی طبق معادله 2 محاسبه شد (Gliessman, 1997).

معادله (2) $$LER=\frac{Ypi}{Ymi}$$

که در این معادله، Y_{pi}: عملکرد هر گیاه در کشت مخلوط و Y_{mi}: عملکرد هر گیاه در کشت خالص بود.

تجزیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه 9/1 انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غوزه در بوته گیاه چای ترش وغلاف سویا

تعداد غوزه در بوته چای ترش و غلاف سویا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم‌های مختلف شخم و نسبت‌های مختلف کاشت و بر هم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول‌های 2 و 3). بیش‌ترین تعداد غوزه در بوته چای ترش در سیستم بدون شخم وغلاف سویا مربوط به سیستم شخم حداقل و رایج بود (جدول‌های 6 و 7). عدم به هم زدن خاک و وجود بقایا در سطح خاک می‌تواند مانع اتلاف شدید رطوبت خاک شده و فرصت کافی برای استفاده ریشه‌ها از نیتروژن خاک را فراهم سازد (Cook & Haugulanld, 1991) این موضوع در نهایت، به افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد غوزه و یا تعداد دانه بیش‌تری می‌انجامد این یافته با نتایج دیگر پژوهشگران هم‌خوانی داشت (Emam et al., 2000).

مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد، بیش‌ترین تعداد غوزه از کشت مخلوط 50 درصد چای ترش+ 100 درصد سویا (349/63 عدد در بوته) و کم‌ترین غوزه از کشت خالص چای ترش (196/6 عدد در بوته) به‌دست آمد (جدول 6) و بیش‌ترین غلاف در بوته سویا از نسبت کشت مخلوط 75 درصد سویا + 25 درصد چای ترش (14/44 عدد در بوته) که با کشت خالص سویا (13/12 عدد در بوته) در یک گروه آماری قرار داشتند و کم‌ترین غلاف در بوته سویا از نسبت کشت مخلوط 25 درصد سویا + 75 درصد چای ترش (9/9 عدد در بوته) به‌دست آمد (جدول 7). نظری و همکاران (Nazari et al., 2011) در کشت مخلوط ماش و ذرت گزارش کردند که کشت خالص ماش نسبت به کشت مخلوط تعداد غلاف در بوته بیش‌تری داشت، محققان دلیل افزایش تعداد غلاف در این تیمار را کاهش رقابت درون‌گونه‌ای عنوان کردند.

معنی‌دار بودن اثر متقابل عامل اصلی در عامل فرعی و اینکه اختلاف بین سیستم‌های شخم به اینکه نسبت کشت مخلوط کدام باشد بستگی دارد. با توجه به اینکه آزمایش مورد استفاده از نوع اسپلیت پلات می‌باشد، بنابراین فقط مقایسه میانگین سطوح عامل فرعی در هر سطح عامل اصلی قابل انجام می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر متقابل نشان‌دهنده واکنش متفاوت نسبت‌های کشت مخلوط به سیستم‌های مختلف شخم می‌باشد (جدول 4). برش‌دهی اثر متقابل نشان داد که در بین سیستم‌های شخم، شخم رایج اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین دانه در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نشان نداد. به‌عبارتی سیستم شخم رایج نسبت به کاربرد انواع کشت مخلوط بر میزان پروتئین بذر اثری نداشت. سیستم‌های شخم حداقل و بدون شخم در نسبت‌های کشت مخلوط در مورد تمام صفات معنی‌دار بود (جدول 4). در جدول برش‌دهی اثرات عامل فرعی در هر سطح عامل اصلی مشاهده گردید که استفاده از شخم حداقل در نسبت کاشت مخلوط100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش دارای بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد غلاف در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه سویا داشت (جدول 5).

مقایسه میانگین برهم‌کنش (سیستم‌های شخم x سیستم کاشت) نشان داد که تیمار حداقل شخم با کشت مخلوط 50 درصد چای ترش + 100 درصد سویا، بیش‌ترین تعداد غوزه چای ترش (442/57 عدد در بوته) و در تیمار حداقل شخم با کشت مخلوط 75 درصد سویا x 25 درصد چای ترش (23/06 عدد در بوته) بیش‌ترین تعداد غلاف سویا به‌دست آمد (جدول‌های 6 و7).

وزن هزاردانه گیاه سویا

وزن هزار دانه گیاه سویا تحت تأثیر سیستم‌های شخم و نسبت‌های مختلف کشت و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول 3). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه از سیستم شخم رایج (89/85 گرم) و کم‌ترین از سیستم حداقل شخم (88/05 گرم) به‌دست آمد (جدول 7). سیستم‌های شخم مرسوم در مقایسه با سیستم‌های حداقل و بدون شخم از دمای خاک بیش‌تری برخوردار بوده و لذا می‌تواند به‌طور غیرمستقیم در تولید زیست‌توده بیش‌تر در

1- Land Equivalent Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه و تأمین بهتر اسیمیلات مورد نیاز دانه در مراحل بعدی رشد (پر شدن دانه) تأثیر مثبت داشته باشد که با نتایج تحقیقات گورسوی و همکاران (Gursoy et al., 2000) مبنی بر تأثیر معنی‌دار شخم و سال گزارش شده توسط گیل و اولاخ (Gill & Aulakh, 1990) بر وزن هزار دانه گندم مطابقت دارد.

جدول3- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های کمی در گیاه سویا تحت تأثیر نظام های شخم و نسبت های مختلف کشت

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative characteristics of the soybean by tillage systems and different planting ratio

		میانگین مربعات Means of squares					
منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	وزن هزاردانه 1000- seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	میزان پروتئین Protein content
تکرار Replication	2	6.22^{*}	0.56^{*}	0.01^{ns}	0.35^{ns}	2.76^{ns}	12.48^{ns}
سیستم شخم Tillage system (A)	2	84.23^{**}	17.06^{**}	0.003^{ns}	6.88^{**}	0.62^{ns}	33.15^{*}
خطای اصلی Error (a)	4	4.92	0.09	0.01	1	1.65	7.39
کشت مخلوط (B) Intercropping system (B)	6	23.13^{**}	1.64^{**}	6.46^{**}	84.15^{**}	19.69^{**}	44.15^{**}
A×B	12	29.91^{**}	11.88^{**}	0.02^{ns}	6.6^{**}	4.2^{**}	54.66^{**}
خطای فرعی Error (b)	36	1.99	0.14	0.02	0.45	1.18	10.65
ضریب تغییرات C.V (%)		12.13	0.42	8.78	10.83	10.31	8.9

^{ns}، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

^{ns}, * and **: are no significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول 4- میانگین مربعات برش‌دهی اثر عامل فرعی (سیستم‌های کشت مخلوط) در هر عامل فرعی (سیستم های شخم)

Table 4- Means of squares for slice of effect of sub plot (intercropping systems) with main plot (tillage system)

سیستم شخم Tillage systems	درجه آزادی df	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیست‌توده Biomass yield	شاخص کلروفیل Leaf chlorophyll	میزان پروتئین Protein content	تعداد غلاف در گیاه Pods no. per plant
شخم رایج Conventional tillage	6	6.38^{**}	1.92^{**}	31.30^{**}	10.59^{**}	11.64^{ns}	17.77^{**}
شخم حداقل Minimum tillage	6	7.54^{**}	2.34**	46.07^{**}	11.84^{**}	86.03^{**}	52.52^{**}
بدون شخم No tillage	6	11.48^{**}	2.24^{**}	19.98^{**}	5.75^{**}	55.81^{**}	12.66^{**}

^{ns} و **: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال 1 درصد.

^{ns} and ** are no significant, significant at 1% probability level, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 5- مقایسه میانگین برش‌دهی اثر متقابل سطوح نسبت‌های مختلف کشت مخلوط (B) برای هر سطح سیستم شخم (A)

Table 5- Mean comparisons for means slice of interaction different planting ratios of intercropping (B) for level of tillage systems (A)

سیستم شخم Tillage system	نسبت کشت مخلوط Intercropping ratio	تعداد غلاف در بوته No. of pods per plant	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	عملکرد اقتصادی (دانه) Seed yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد زیست‌توده Biomass yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	میزان پروتئین Protein content ($mg.100g^{-1}$)
شخم رایج Conventional tillage	خالص سویا Sole soybean	13.66[a]	90.05[a]	1.53[c]	3.94[d]	10.43[b]	38.98[a]
	50 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 50% soybean + 50% roselle	11.60[a]	87.03[b]	1.45[c]	3.33[d]	9.34[b]	38.85[a]
	25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش 25% soybean + 75% roselle	8.26[b]	89.85[a]	0.71[d]	2.45[e]	14.35[a]	37.57[a]
	75 درصد سویا+ 25 درصد چای ترش 75% soybean + 25% roselle	7.66[b]	87.39[b]	2.19[b]	6.74[c]	9.32[b]	33.30[b]
	50 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	8.50[b]	90.87[a]	3.02[a]	11.47[a]	8.64[b]	38.34[a]
	100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 50% soybean +100% roselle	11.50[a]	88.69[b]	1.52[c]	4.76[d]	10.47[b]	36.34[a]
	100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	7.40[b]	87.97[b]	2.68[b]	8.58[b]	9.94[b]	37.29[a]
شخم حداقل Minimum tillage	خالص سویا Sole Soybean	12.50[a]	85.67[b]	1.41[c]	5.76[d]	14.35[a]	35.32[b]
	50 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 50% soybean + 50% roselle	12.50[a]	87.06[a]	1.44[c]	5.64[d]	9.00[c]	48.76[a]
	25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش 25% soybean + 75% roselle	10.40[b]	88.40[a]	0.71[d]	1.67[f]	11.72[b]	33.92[b]
	75 درصد سویا+ 25 درصد چای ترش 75% soybean + 25% roselle	12.06[b]	86.84[a]	2.39[b]	7.35[c]	9.82[c]	37.07[b]
	50 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	12.90[a]	88.83[a]	2.98[a]	9.25[b]	10.56[b]	32.66[b]

www.SID.ir

Archive of SID

	50 درصد سویا+ 100						
	درصد چای ترش 50% soybean +100% roselle	12.20[a]	89.73[a]	1.33[c]	4.36[e]	8.32[c]	35.98[b]
	100 درصد سویا+ 50						
	درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	12.86[a]	89.88[a]	2.94[a]	13.95[a]	10.67[b]	38.84[b]
	خالص سویا Sole Soybean	13.20[a]	92.10[a]	1.45[c]	4.29[c]	11.44[b]	25.81[b]
	50 درصد سویا+ 50						
	درصد چای ترش 50% soybean + 50% roselle	8.80[b]	90.65[b]	1.38[c]	5.51[b]	9.56[c]	34.74[a]
	25 درصد سویا+ 75						
	درصد چای ترش 25% soybean + 75% roselle	11.03[a]	87.49[b]	0.67[d]	2.49[d]	13.31[a]	36.27[a]
	75 درصد سویا+ 25						
بدون شخم No tillage	درصد چای ترش 75% soybean + 25% roselle	12.60[a]	91.82[a]	2.30[b]	6.36[b]	10.20[b]	37.62[a]
	100 درصد سویا+ 50						
	درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	9.66[b]	87.11[b]	2.93[a]	6.99[b]	10.54[b]	38.12[a]
	50 درصد سویا+ 100						
	درصد چای ترش 50% soybean +100% roselle	9.80[b]	89.56[b]	1.38[c]	4.56[c]	9.10[c]	37.84[a]
	100 درصد سویا+ 50						
	درصد چای ترش 100% soybean +50% roselle	14.26[a]	90.18[b]	2.91[a]	10.64[a]	10.52[b]	36.06[a]

*در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 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.

جدول 6- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمّی چای ترش تحت تأثیر نظام‌های شخم و نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل آن‌ها

Table 6- Mean comparisons of quantitative characteristics of the Roselle by tillage systems and different planting ratio and its interaction effects

تیمار Treatments	تعدادغوزه (در بوته) No. of bolls per plant	عملکردکاسبرگ خشک Dry sepal yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد زیست‌توده Biomass yield ($t.ha^{-1}$)	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin ($m.mol.g^{-1}$)
	سیستم شخم Tillage systems (A)				
بدون شخم No tillage	271.8[a*]	1.16[a]	20.1[a]	23.78[b]	4.7[a]
شخم حداقل Minimum tillage	271.37[a]	0.82[b]	14.89[b]	33.24[a]	4.21[b]

www.SID.ir

Archive of SID

شخم رایج Conventional tillage	251.72[a]	0.82[b]	14.94[b]	24.53[b]	3.65[c]
	کشت مخلوط **(B) Planting system**				
خالص چای ترش Sole Roselle	196.6[e]	0.66[c]	11.97[d]	25.9[bc]	4.81[a]
50 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 50% Soybean + 50% Roselle	197.85[e]	0.75[bc]	12.5[d]	28.09[ab]	3.42[c]
25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش 25% Soybean + 75% Roselle	293.22[c]	0.89[b]	20.01[b]	29.08[a]	3.59[c]
75 درصد سویا+ 25 درصد چای ترش 75% Soybean + 25% Roselle	314.35[b]	0.37[d]	6.27[e]	23.23[c]	3.97[bc]
100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش 100% Soybean + 50% Roselle	349.63[a]	0.94[b]	15.65[c]	28.13[ab]	4.96[a]
50 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش 50% Soybean + 100% Roselle	259.75[d]	1.51[a]	28.42[a]	29.17[a]	3.92[bc]
100 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش 100% Soybean + 100% Roselle	243.34[d]	1.42[a]	21.69[b]	26.69[ab]	4.66[ab]
	اثر متقابل (A×B) **Interaction (A×B)**				
بدون شخم × خالص چای ترش No tillage × Sole Roselle	218.89[Fg]	0.73[gI]	16.21[Fg]	18.1[e]	5.63[c]
بدون شخم × 50 درصد چای ترش+50 درصد سویا No tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	156.92[h]	0.56[gI]	9.94[g-j]	24.27[cd]	4.41[ce]
بدون شخم × 75 درصد چای ترش+25 درصد سویا No tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	228.12[Fg]	0.97[cg]	25.46[bc]	25.88[cd]	3.86[dF]
بدون شخم × 25 درصد چای ترش+75 درصد سویا No tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	387.36[b]	0.42[hI]	7.77[IK]	22.54[de]	1.78[gh]
بدون شخم × 50 درصد چای ترش+100 درصد سویا No tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	321.84[c]	1.23[ce]	14.56[Fh]	24.42[cd]	7.5[ab]
بدون شخم × 50 درصد چای ترش+50 درصد سویا No tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	343.93[c]	2.52[a]	38.13[a]	26.83[cd]	5.48[c]
بدون شخم × 100 درصد چای ترش+100 درصد سویا No tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	245.51[Fg]	1.69[b]	28.67[b]	24.46[cd]	4.28[ce]
شخم حداقل× خالص چای ترش Minimum tillage × Sole Roselle	160.71[h]	0.58[gI]	7.7[IK]	32.9[ab]	3.48[eF]
شخم حداقل× 50 درصد چای ترش+50 درصد سویا Minimum tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	209.73[g]	0.83[e-h]	12.87[g-I]	34.8[a]	1.52[h]
شخم حداقل× 75 درصد چای ترش+25 درصد سویا Minimum tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	391.91[b]	0.82[eh]	21.93[c-e]	36.89[a]	3.78[dF]
شخم حداقل× 25 درصد چای ترش+75 درصد سویا Minimum tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	239.97[Fg]	0.35[I]	4.19[K]	25[cd]	8.77[a]

www.SID.ir

Archive of SID

شخم حداقل x 50 درصد چای ترش+100 درصد سویا Minimum tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	442.57^{a}	0.75^{FI}	15.77^{Fg}	33.22^{ab}	3.12^{e-g}
شخم حداقل x 100 درصد چای ترش+50 درصد سویا Minimum tillage × 50% Soybean + 100% Roselle	221.2^{Fg}	1.17^{cF}	25.15^{bd}	32.4^{ab}	1.58^{h}
شخم حداقل x 100 درصد چای ترش+100 درصد سویا Minimum tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	233.51^{Fg}	1.27^{cd}	16.64^{eg}	37.45^{a}	7.24^{b}
شخم رایج x خالص چای ترش Conventional tillage ×Sole Roselle	210.21^{g}	0.67^{gI}	12^{gj}	26.7^{cd}	5.32^{cd}
شخم رایج x 50 درصد چای ترش+50 درصد سویا Conventional tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	226.89^{Fg}	0.85^{dg}	14.7^{Fh}	25.2^{cd}	4.33^{ce}
شخم رایج x 75 درصد چای ترش+25 درصد سویا Conventional tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	259.64^{eF}	0.9^{cg}	12.65^{gI}	24.48^{cd}	3.14^{eg}
شخم رایج x 25 درصد چای ترش+75 درصد سویا Conventional tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	315.71^{cd}	0.34^{I}	6.86^{jk}	22.16^{de}	1.36^{h}
شخم رایج x 50 درصد چای ترش+100 درصد سویا Conventional tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	284.47^{de}	0.83^{eh}	16.63^{eg}	26.75^{cd}	4.28^{ce}
شخم رایج x 100 درصد چای ترش+50 درصد سویا Conventional tillage × 50% Soybean + 100% Roselle	214.13^{g}	0.86^{dg}	22^{ce}	28.29^{bc}	4.7^{ce}
شخم رایج x 100 درصد چای ترش+100 درصد سویا Conventional tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	250.99^{eg}	1.3^{c}	19.76^{dF}	18.16^{e}	2.44^{Fh}

*در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 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.

جدول 7- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی سویا تحت تأثیر نظام‌های شخم و نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل آن‌ها

Table 7- Mean comparisons for quantitative characteristics of the Soybean by tillage systems and different planting ratio and its interaction effects

تیمار Treatments	تعداد غلاف در گیاه No Pod Per Plant	وزن هزار دانه 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (t.ha^{-1})	عملکرد زیست‌توده Biomass yield (t.ha^{-1})	کلروفیل برگ Leaf chlorophyll	میزان پروتئین Protein content (mg.100g^{-1})
	سیستم شخم Tillage systems (A)					
بدون شخم No tillage	9.8^{b*}	88.83^{b}	1.87^{a}	5.89^{b}	10.35^{a}	37.24^{a}
شخم حداقل Minimum tillage	13.77^{a}	88.05^{c}	1.88^{a}	6.85^{a}	10.63^{a}	37.51^{a}
شخم رایج Conventional tillage	11.33^{b}	89.85^{a}	1.86^{a}	5.83^{b}	10.67^{a}	35.21^{a}
	کشت مخلوط Planting systems (B)					

www.SID.ir

Archive of SID

خالص سویا Sole Soybean	13.12^{a}	89.27^{ab}	1.46^{c}	4.66^{d}	12.07^{b}	33.37^{c}
50 درصد سویا+50 درصد چای ترش 50% Soybean + 50% Roselle	10.96^{bc}	88.25^{d}	1.42^{c}	4.83^{d}	9.3^{c}	40.78^{a}
25 درصد سویا+75 درصد چای ترش 25% Soybean + 75% Roselle	9.9^{c}	88.58^{cd}	0.69^{d}	2.2^{e}	13.13^{a}	35.92^{bc}
75 درصد سویا+25 درصد چای ترش 75% Soybean + 25% Roselle	14.44^{a}	88.68^{c}	2.29^{b}	6.82^{c}	9.78^{c}	36^{bc}
100 درصد سویا+50 درصد چای ترش 100% Soybean + 50% Roselle	10.35^{bc}	88.93^{bc}	2.98^{a}	9.24^{b}	9.92^{c}	36.37^{bc}
50 درصد سویا+100 درصد چای ترش 50% Soybean + 100% Roselle	11.17^{bc}	89.33^{a}	1.41^{c}	4.56^{d}	9.29^{c}	36.72^{bc}
100 درصد سویا+100 درصد چای ترش 100% Soybean + 100% Roselle	11.51^{b}	89.34^{a}	2.84^{a}	11.05^{a}	10.38^{c}	37.4^{b}
	اثر متقابل (A×B) Intraction (A×B)					
بدون شخم x خالص سویا No tillage × Sole Soybean	13.66^{bc}	90.05^{cd}	1.53^{d}	3.94^{hI}	10.43^{cF}	38.98^{b}
بدون شخم x 50 درصد سویا+50 درصد چای ترش No tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	11.6^{be}	87.03^{h}	1.45^{d}	3.33^{Ij}	9.34^{dF}	38.85^{b}
بدون شخم x 25 درصد سویا+75 درصد چای ترش No tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	8.26^{gh}	89.85^{d}	0.71^{e}	2.45^{jk}	14.35^{a}	37.57^{b}
بدون شخم x 75 درصد سویا+25درصد چای ترش No tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	7.66^{h}	87.39^{gh}	2.19^{c}	6.74^{de}	9.32^{dF}	33.3^{b}
بدون شخم x 100 درصد سویا+50درصد چای ترش No tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	8.5^{Fh}	90.87^{b}	3.02^{a}	11.47^{b}	8.64^{eF}	38.34^{b}
بدون شخم x 50 درصد سویا+ 100درصد چای ترش No tillage × 50% Soybean + 100% Roselle	11.53^{be}	88.69^{e}	1.52^{d}	4.76^{Fh}	10.47^{ce}	36.34^{b}
بدون شخم x 100 درصد سویا+100درصد چای ترش No tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	7.4^{h}	87.97^{Fg}	2.68^{b}	8.58^{c}	9.94^{cF}	37.29^{b}
شخم حداقل x خالص سویا Minimum tillage × Sole Soybean	12.5^{bd}	85.65^{I}	1.41^{d}	5.76^{eF}	14.35^{a}	35.32^{b}
شخم حداقل x50 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش Minimum tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	12.5^{bd}	87.06^{h}	1.44^{d}	5.64^{eF}	9^{eF}	48.76^{a}
شخم حداقل x25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش Minimum tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	10.4^{dg}	88.4^{eF}	0.71^{e}	1.67^{k}	11.72^{bc}	33.92^{b}

www.SID.ir

Archive of SID

شخم حداقل×75 درصد سویا+ 25 درصد چای ترش Minimum tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	23.06^{a}	86.84^{h}	2.39^{c}	7.35^{d}	9.82^{cF}	37.07^{b}
شخم حداقل×100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش Minimum tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	12.9^{bd}	88.83^{e}	2.98^{ab}	9.25^{c}	10.56^{ce}	32.66^{b}
شخم حداقل×50 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش Minimum tillage × 50% Soybean + 100% Roselle	12.2^{be}	87.73^{d}	1.33^{d}	4.36^{gi}	8.32^{F}	35.98^{b}
شخم حداقل×100 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش Minimum tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	12.86^{b-d}	89.88^{d}	2.94^{ab}	13.95^{a}	10.67^{ce}	38.84^{b}
شخم رایج×خالص سویا Conventional tillage × Sole Soybean	13.2^{bc}	92.13^{a}	1.45^{d}	4.29^{gI}	11.44^{bd}	25.81^{c}
شخم رایج×50 درصد سویا+50 درصد چای ترش Conventional tillage × 50% Soybean + 50% Roselle	8.8^{Fh}	90.65^{bc}	1.38^{d}	5.51^{eg}	9.56^{dF}	34.74^{b}
شخم رایج×25 درصد سویا+75 درصد چای ترش Conventional tillage × 25% Soybean + 75% Roselle	11.03^{cF}	87.49^{gh}	0.67^{e}	2.49^{jk}	13.31^{ab}	36.27^{b}
شخم رایج×75 درصد سویا+25 درصد چای ترش Conventional tillage × 75% Soybean + 25% Roselle	12.6^{bd}	91.82^{a}	2.3^{c}	6.36^{de}	10.2^{cF}	37.62^{b}
شخم رایج×100 درصد سویا+50 درصد چای ترش Conventional tillage × 100% Soybean + 50% Roselle	9.66^{eh}	87.11^{h}	2.93^{ab}	6.99^{d}	10.54^{ce}	38.12^{b}
شخم رایج×50 درصد سویا+100 درصد چای ترش Conventional tillage × 50% Soybean + 100% Roselle	9.8^{eh}	89.56^{d}	1.38^{d}	4.56^{FI}	9.1^{eF}	37.84^{b}
شخم رایج×100 درصد سویا+100 درصد چای ترش Conventional tillage × 100% Soybean + 100% Roselle	14.26^{b}	90.18^{cd}	2.91^{ab}	10.64^{b}	10.52^{ce}	36.07^{b}

*در هر ستون و برای هر جزء میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

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

مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به کشت مخلوط 100 درصد سویا + 100 درصد چای ترش (89/34 گرم) و کم‌ترین از کشت مخلوط 50 درصد سویا + 50 درصد چای ترش (88/25 گرم) به‌دست آمد (جدول 5). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) در بررسی کشت مخلوط لوبیا و ذرت نشان دادند که وزن هزار دانه لوبیا در کشت خالص کم‌تر از کشت مخلوط بود. وزان و همکاران (Wazan et al.,1997) نشان دادند که وزن هزار دانه لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط ذرت، به‌خصوص وقتی که سهم ذرت در مخلوط افزوده شد، کاهش یافت. مقایسه اثر متقابل (سیستم شخم × سیستم کاشت)

www.SID.ir

Archive of SID

نشان داد بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار شخم مرسوم x کشت خالص سویا (92/13 گرم) که با تیمار شخم مرسوم x کشت مخلوط 75 درصد سویا + 25 درصد چای ترش (91/82 گرم) در یک گروه آماری قرار داشتند و کم‌ترین وزن هزار دانه از تیمار حداقل شخم xکشت خالص سویا (85/65 گرم) به‌دست آمد (جدول 7).

عملکرد کاسبرگ خشک گیاه چای ترش و عملکرد دانه سویا

عملکرد کاسبرگ خشک گیاه چای ترش تحت تأثیر نظام‌های شخم قرار گرفت (جدول 2)، امّا نظام‌های مختلف شخم نتوانست عملکرد دانه سویا را تحت تأثیر قرار دهد (جدول 3). بیش‌ترین عملکرد کاسبرگ در سیستم بدون شخم (1/16 تن در هکتار) و کم‌ترین در سیستم شخم رایج و شخم حداقل (0/82 تن در هکتار) به‌دست آمد (جدول 6). سیستم بدون خاک‌ورزی با تأثیر برpH، توزیع بهتر و در دسترس بودن مواد غذایی، تماس کافی بذرها با خاک، سبب بهبود وضعیت سبز و استقرار گیاهچه می‌شود (Doran, 1980)، از سوی دیگر، پوسیدگی بقایای گیاهی در شرایط حفظ بقایا، سبب افزایش عناصر غذایی خاک در نیمه دوم فصل رشد می‌گردد (LaI & Bruce, 1999). اصغری و همکاران (Asghari et al., 2013) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و کاشت بر رطوبت خاک و عملکرد گلرنگ در تناوب با گندم دیم، نشان دادند که عملکرد گلرنگ در خاک‌ورزی حفاظتی بیش‌تر از خاک‌ورزی رایج است. اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش و عملکرد دانه سویا معنی‌دار بود (جدول‌های 2 و 3). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش به‌ترتیب از نسبت کشت مخلوط 100 درصد چای ترش+ 50 درصد سویا (1/51 تن در هکتار) و نسبت کشت مخلوط 25 درصد چای ترش+ 75 درصد سویا (0/37 تن در هکتار) حاصل شد. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه سویا به‌ترتیب از نسبت کشت مخلوط 100 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش (2/98 تن در هکتار) و کشت مخلوط 25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش (0/69 تن در هکتار) به‌دست آمد (جدول 7). اثر متقابل (سیستم شخم x سیستم کاشت) بر عملکرد دانه سویا تأثیر معنی‌داری نشان نداد، امّا بر عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش معنی‌دار بود (جدول 3). بیش‌ترین عملکرد کاسبرگ چای ترش در سیستم بدون شخم x کشت مخلوط 50 درصدی چای ترش+ 50 درصد سویا (2/52 تن در هکتار) و کم‌ترین عملکرد از سیستم شخم رایج x کشت مخلوط 25 درصد چای ترش + 75 درصد سویا (0/37 تن در هکتار) به‌دست آمد (جدول 6).

عملکرد زیست‌توده گیاه چای ترش وسویا

عملکرد زیست‌توده دو گیاه چای ترش و سویا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نظام‌های شخم و نسبت‌های مختلف کاشت و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول‌های 2 و 3). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین (14/89 و تن در هکتار) عملکرد زیست‌توده چای ترش به‌ترتیب در سیستم بدون شخم و شخم حداقل حاصل شد (جدول 6). بیش‌ترین (6/85 تن در هکتار) و کم‌ترین (5/83 تن در هکتار) عملکرد زیست‌توده سویا به‌ترتیب از سیستم شخم حداقل و شخم رایج به‌دست آمد (جدول 7). از دلایل افزایش عملکرد زیست‌توده در سیستم‌های حداقل و بدون شخم انتشار ریشه‌ها در عمق خاک و دسترسی بیش‌تر به جذب عناصر غذایی و هم‌چنین با افزایش نفوذپذیری موجب نفوذ بیش‌تر آب در خاک شده و با کاهش تبخیر موجب افزایش کارایی بیش‌تر آب می‌شود، رطوبت ذخیره شده در لایه‌های سطحی خاک که می‌تواند بوسیله بقایای گیاهی تأمین گردد در دوره اولیه رشد گیاه اهمیت زیادی دارد (Larson et al., 1983).

نریماتسو و همکاران (Narimatsu et al., 2014) در پژوهشی، تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی بر عملکرد و اجرای عملکرد ذرت گزارش کردند عملکرد ذرت در نظام‌های بدون خاک‌ورزی و حداقل بیش‌تر از خاک‌ورزی رایج است، که با نتایج این آزمایش همسان می‌باشد. مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد بالاترین عملکرد زیست‌توده در چای ترش و سویا به‌ترتیب مربوط به کشت مخلوط 100 درصد چای ترش+ 50 درصد سویا (28/42 تن در هکتار) و کشت مخلوط 100 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش (11/05 تن در هکتار) و کم‌ترین عملکرد زیست‌توده چای ترش و سویا از کشت مخلوط 25 درصد چای ترش+ 75 درصد سویا (6/27 تن در هکتار) و کشت مخلوط 25 درصد سویا+ 75 درصد چای ترش (2/2 تن در هکتار) می‌باشد (جدول‌های 6 و 7). مقایسه اثر متقابل (سیستم شخم x سیستم کاشت) چای ترش و سویا نشان داد که بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده چای ترش از سیستم بدون شخم x کشت مخلوط 100 درصد چای ترش + 50 درصد سویا (38/13 تن در هکتار) برای چای ترش و سیستم حداقل شخم x کشت مخلوط برای 100 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش (13/95 تن در هکتار) به‌دست آمد

www.SID.ir

Archive of SID

(جدول‌های 6 و 7).

میزان کلروفیل برگ گیاه چای ترش و سویا

سیستم‌های مختلف شخم نتوانست میزان کلروفیل برگ سویا را تحت تأثیر قرار دهد امّا میزان کلروفیل برگ چای ترش در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر سیستم‌های شخم قرار گرفت (جدول-های 2 و 3). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کلروفیل چای ترش به‌ترتیب از سیستم شخم حداقل (33/24) و سیستم بدون شخم (23/78) به‌دست آمد (جدول 6). میزان کلروفیل در گیاه به قابلیت و دسترسی نیتروژن خاک و توانایی جذب نیتروژن توسط گیاه وابسته است مطالعات اخیر حاکی از آن است که یک رابطه نزدیک بین میزان کلروفیل و محتوای نیتروژن برگ وجود دارد، زیرا حداکثر نیتروژن برگ در مولکول کلروفیل قرار دارد. تأثیر سیستم‌های مختلف کاشت بر شاخص کلروفیل چای و سویا معنی‌دار بود (جدول‌های 2 و 3). بیش‌ترین شاخص کلروفیل چای ترش از نسبت کشت مخلوط 100 درصد چای ترش + 50 درصد سویا (29/17) و کشت مخلوط 25 درصد سویا + 75 درصد چای ترش (13/13) در گیاه سویا حاصل شد (جدول‌های 6 و 7). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تراکم چای ترش در کشت مخلوط، کلروفیل برگ سویا کاهش می‌یابد ممکن است به‌علت کاهش سطح برگ، رقابت و سایه‌اندازی بوته‌ها بر روی یکدیگر در دسترسی به منابع به‌ویژه نور باشد. قوش و همکاران (Ghosh et al., 2006) در کشت مخلوط سویا و سورگوم گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بالاتر بوده است، آنان علت این امر را سایه‌اندازی این دو گیاه روی یکدیگر و نیتروژن تثبیت‌شده توسط سویا نسبت داده‌اند.

برهم‌کنش سیستم شخم x سیستم کاشت چای ترش و سویا معنی‌دار بود. بیش‌ترین شاخص کلروفیل از سیستم شخم حداقل x کشت مخلوط 100 درصد چای ترش + 100 درصد سویا (37/45) برای چای ترش و سیستم شخم حداقلx کشت خالص سویا (14/35) برای سویا و کم‌ترین میزان از سیستم بدون شخمx کشت خالص چای ترش (18/1) برای چای ترش و سیستم شخم حداقلx کشت مخلوط 50 درصد سویا+ 100 درصد چای ترش (8/32) به‌دست آمد (جدول‌های 6 و 7).

میزان آنتوسیانین گیاه چای ترش

آنتوسیانین چای ترش تحت تأثیر سیستم‌های شخم، نسبت‌های مختلف کشت و برهم‌کنش سیستم شخم x سیستم کاشت قرار گرفت (جدول 2). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آنتوسیانین به‌ترتیب از سیستم بدون شخم (4/7 میکرومول بر گرم) و سیستم شخم رایج (3/65 میکرومول بر گرم) به‌دست آمد (جدول 6). مقایسه میانگین‌های سیستم کاشت نشان داد که بالاترین میزان آنتوسیانین از نسبت کشت مخلوط 50 درصد چای ترش+ 100 درصد سویا (4/96 میکرومول بر گرم) و کم‌ترین میزان از نسبت کشت مخلوط 50 درصد چای ترش + 50 درصد سویا (3/42 میکرومول بر گرم) به‌دست آمد (جدول 6). افزایش آنتوسیانین در کشت مخلوط احتمالاً به‌دلیل استفاده بیش‌تر از منابع محیطی می‌باشد. هم‌چنین گیاه چای ترش در کشت مخلوط از نیتروژن تثبیت‌شده توسط سویا استفاده می‌کند. عبدل کادر (Abdel Kader, 2017) در کشت مخلوط چای ترش (*Hibiscus Subdariffa* L.) و گوار (*Cyamopsis tetrogonolobus* L.) گزارش کرد که میزان آنتوسیانین در کشت مخلوط بیش‌تر از تک کشتی می‌باشد. مقایسه میانگین برهم‌کنش سیستم شخم x سیستم کاشت نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آنتوسیانین به‌ترتیب از سیستم شخم حداقلx کشت مخلوط 25 درصد چای ترش + 75 درصد سویا (8/77 میکرومول بر گرم) و سیستم شخم رایج x کشت مخلوط 25 درصد چای ترش + 75 درصد سویا (1/36 میکرومول بر گرم) به‌دست آمد (جدول 6).

پروتئین دانه گیاه سویا

سیستم‌های مختلف شخم بر میزان پروتئین دانه سویا و نسبت‌های مختلف کاشت و برهم‌کنش سیستم شخمx سیستم کاشت تأثیر معنی‌داری نشان داد (جدول 3). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه از سیستم شخم حداقل (37/51 میلی‌گرم) و کم‌ترین از سیستم شخم رایج (35/21 میلی‌گرم) به‌دست آمد (جدول 7). مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه از کشت مخلوط 50 درصد سویا + 50 درصد چای ترش (40/78 میلی‌گرم) و کم‌ترین از کشت خالص سویا (33/37 میلی‌گرم) به‌دست آمد (جدول 7). جدول برش‌دهی اثرات عامل فرعی در هر عامل اصلی نشان داد که بیش‌ترین میزان پروتئین دانه در شخم حداقل و کشت مخلوط 50 درصد سویا+ 50 درصد چای

www.SID.ir

Archive of SID

ترش حاصل گردید (جدول 5).

افزایش میزان پروتئین در کشت مخلوط با گیاهان لگوم در مقایسه با کشت خالص توسط محققین زیادی گزارش شده است (Strydhorst et al., 2008; Danaefar et al., 2001; Karadag & Buyukburc, 2004). مقایسه میانگین برهم‌کنش سیستم شخم x سیستم کاشت نشان داد که بالاترین میزان پروتئین از سیستم شخم حداقل x کشت مخلوط 50 درصد سویا+ 50 درصد چای ترش (48/76 میلی‌گرم) و کم‌ترین از سیستم شخم رایج x کشت خالص سویا (25/81 میلی‌گرم) به‌دست آمد (جدول 7).

جدول 8- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نسبت برابری زمین چای ترش و سویا تحت تأثیر نظام‌های شخم و نسبت‌های مختلف کشت

Table 8- Analysis of variance (mean squares) for land equivalent ratio of the Roselle and Soybean (LER) by tillage systems and different planting ratios

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares
		LER
تکرار Replication	2	0.07^{ns}
سیستم شخم Tillage system (A)	2	0.03^{ns}
خطای اصلی Error (a)	4	0.09
کشت مخلوط (B) Intercropping system	5	7.43^{**}
اثر متقابل (A×B) Tillage system× Intercropping system (A×B)	10	0.62^{ns}
خطای فرعی Error (b)	30	6.62
ضریب تغییرات C.V (%)		27.95

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد.

ns, * and ** No significant and significant at 5% and 1% Probability levels, respectively.

جدول 9- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین چای ترش و سویا تحت تأثیر نظام‌های شخم، نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل آن‌ها

Table 9- Means Comparison of land equivalent ratio of the Roselle and Soybean (LER) by tillage system, different planting ratio and its interaction effects

تیمار Treatments	نسبت برابری زمین LER
نسبت کشت مخلوط Intercropping ratio	
50 درصد سویا + 50 درصد چای ترش 50% Soybean + 50% Roselle	2.18^{b}
25 درصد سویا + 75 درصد چای ترش 25% Soybean + 75% Roselle	1.69^{b}
75 درصد سویا + 25 درصد چای ترش 75% Soybean + 25% Roselle	3.73^{a}

www.SID.ir

Archive of SID

100 درصد سویا + 50 درصد چای ترش 100% Soybean + 50% Roselle	3.78[a]
50 درصد سویا + 100 درصد چای ترش 50% Soybean + 100% Roselle	2.18[b]
100 درصد سویا + 100 درصد چای ترش 100% Soybean + 100% Roselle	3.34[a]

* در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5درصد 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.

نسبت برابری زمین

سیستم‌های شخم تأثیر معنی‌داری بر نسبت برابری زمین نداشت امّا تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر نسبت برابری زمین معنی‌دار بود (جدول 8). بیش‌ترین وکم‌ترین نسبت برابری زمین به‌ترتیب از نسبت کشت مخلوط 100درصد سویا + 50 درصد چای ترش (3/78) و کشت مخلوط 25 درصد سویا + 75 درصد چای ترش (1/69) به‌دست آمد (جدول 9). دلایل این افزایش به‌طور کلی رقابت برون‌گونه‌ای کم‌تر نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای گیاهان در کشت خالص است که این اختلاف در نیازهای غذایی نظام ریشه، نظام نور ساختی (فتوسنتزی)، طول دوره رشد و ارتفاع دو گیاه ناشی می‌شود. گزارش محققان بسیاری نتایج تحقیق بالا را تأیید می‌کند. در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی گزارش شد که نسبت برابری زمین در همه تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که این امر نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است (Dahmardeh, 2010). سایر محققین نیز در تحقیقات خود افزایش نسبت برابری زمین در کشت‌های مخلوط را تأیید نمودند (Eskandari & Alizadeh-Amraie, 2016; Hamzei & Babaei, 2016).

نتیجه‌گیری

با توجه به جدول برش‌دهی اثرات عامل فرعی در هر سطح عامل اصلی مشاهده گردید که استفاده از شخم حداقل در نسبت کاشت مخلوط100 درصد سویا + 50 درصد چای ترش دارای بیش‌ترین تأثیر را بر تعداد غلاف در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه سویا نشان داد. بالاترین نسبت برابری زمین از تیمار کشت مخلوط 100 درصد سویا + 50 درصد چای ترش به‌دست آمد که گویای برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود. هم‌چنین در بیش‌تر صفات مورد بررسی سیستم بدون شخم و شخم حداقل نسبت به شخم رایج نتایج مطلوب‌تری در پی داشت به‌طور کلی، با توجه به آن‌چه در مورد عملکرد گیاهان مورد بررسی مشاهده شد، نظام بدون شخم و تیمار 100 درصد چای ترش + 50 درصد سویا توصیه می‌شود.

منابع

Abdel- Kader, M.A.I. 2012. Effect of intercropping and fertilization some medicinal Plants. A thesis Submitted Partial Fulfillment of the requires for Philosophy in Agriculture Sciences (Horticulture- Floriclture), Department of Horticulture Faculty of Agriculture Zagazig University.

Agegnehu, G., Ghizan, A., and Sinebo, W. 2007. Yield Performance and land-use efficiency of barley and Faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.

Asghari, G., Karimi, A., and Pourmohammad, A.R. 2013. The effect of different effects of tillage planting on soil moisture and safflower efficiency in alternate with dry wheat. Knowledge of Water and Damage 23(1): 237-245.

Azad Shahraki, F., Naghavi, H., and 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. (In Persian with English Summary)

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and 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.

Bradford, M.M.A. 1976. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry Quantities 72: 248-254

www.SID.ir

Archive of SID

Cook, R.J., and Hauguland, W.A. 1991. Wheat yield depressing associated with conservation tillage Caused by root Pathogens in the Soil, hot Phytotoxins from the Straw. Biology and Biochemistry 23: 1125-1133.

Dahmardeh, M. 2010. The effect of ecophysiological 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. (In Persian with English Summary)

Danaefar, A., Kashani, A., Normohamadi, G.H., Nabati Ahmai, D., and Syadat, A. 2001. Effect of density and planting pattern on quantity and quality of forage in Ahvaz condition. Pajohesh and Sazandegi 15: 50-53. (In Persian with English Summary)

Doran, J.W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Science Society of America Journal 44: 765-777.

Emam, Y., Kheradnam, M., Bahrani, M.J., Asas, M.T., and Ghadiri, H. 2000. The effect of residus management on the grain yield and its components of winter wheat in continuous irrigated wheat cropping. Iranian Journal of Agricultural Science 31: 839-850. (In Persian with English Summary)

Eskandari, H., and Alizadeh-Amraie, A. 2016. Evaluation of growth and species composition of weeds in maize-cowpea intercropping based on additive series under organic farming condition. Journal of Agroecology 8(2):227-240. (In Persian with English Summary)

Ghahramanyan, G.R., Ayvazi, A.R., and 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. (In Persian with English Summary)

Ghanbari, A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low– input forage. PhD thesis. Why Collage University of London.

Ghanbaryan Alavijeh, H. Z., Chenarbon, H.A., Zand, B., and 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.

Ghosh, P. K., Manna, M.C., Bandyopadhyay, K.K., Ajay, A.K., Tripathi, R.H., Wanjari, K.M., Hati, A.K., Misra Charya, C.L., and Subba Rao, A. 2006. Inter specific interaction and nutrient use in soybean- sorghum intercropping system. Agronomy Journal 98(4): 1097-1108.

Gill, K., and Aulakh, B. 1990. Wheat yield and soil bulk density response to some tillage systems on onoxi soil. Soil and Tillage Research 18: 37–45.

Gliessman, S.R. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press 357 pp.

Goulding, E., Ekanem, E., and 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.

Gursoy, S., Sessiz, A., and Malhi, S.S. 2010. Short- term effects of tillage and residue management following cotton on grain yield and quality of wheat. Field Crops Research 119: 260-268.

Hamzai, J., and Babaei, M. 2016. Study of quality and quantity of yield and land equivalent ratio of sunflower in intercropping series with bean. Journal of Agroecology 8(4): 490-504. (In Persian with English Summary)

Javanshir, A. Dabagh Mohamadi nasab, A., Hamidi, A. and Gholipoor, M. 2000. Ecology intercropping (*Translation*). First Edition. Jihad University of Mashhad Press, Iran 222 p. (In Persian)

Julian McClements, D. 2007. Analysis of proteins. University of Massachusetts Amherst. Retrieved. Food Science. 581P.

Karadag, Y., and Buyukburc, U. 2004. Forage qualities, forage yields and seed yields of some legume- triticale mixtures under rain fed conditions. Acta Agriculture. Soil and Plant Science 54: 140-148.

Katsvario, T.W., and cox, W.J. 2000. Tillage × rotation × management interactions in corn. Agronomy Journal 90: 493-500.

Kazemi, H., Alizadeh, P., and Nehbandani, A. 2016. Assessing energy flow in rainfed and irrigated wheat fields of Shahrekord township under two tillage systems. Journal of Agroecology 8(2): 281-295. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Najebnia, R., and Lellgani, B. 2009. Evaluation of saffron performance in mixed cultivars of cultivars and medicinal plants. Iranian Journal of Crop Research 7(1):163-172. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Hosseni, M., and Hashemi Dezfooli, A. 2007. Sustainable agriculture (translation and editing). Jihad Daneshgahi of Mashhad Press, Iran 340 p. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

LaI, R., and Bruce, J.P. 1999. The potential of world cropland soils to sequester C and mitigate the greenhouse effect. Environmental Science and Policy 2: 177-185.

Larson, W.E., Pierce, F.J., and Dowdy, R.H. 1983. The threat of soil erosion to long-term, Crop production Science 219: 458- 465.

Latifi, N. 1993. Soybean cultivation. Jihad Daneshgahi of of Mashhad Press 243 p. (In Persian).

Li, L., Sun, j., Zhang, F., Li, X., Yang, S., and Rengel, Z. 2001.Wheat/maize or Wheat/soybean strip intercropping: 1. Yield advantage and interspecific interactions on nutrient. Field Crops Research 71(2):123-137.

Mbah, E.V., Muoneke, C.O., and 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 south eastern Nigeria. African Journal of Biotechnology 8(1): 42-47.

Mohammdi, K., Nabiolahi, K., Alikhani, M., and 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. (In Persian with English Summary)

Narimatsu, K.C.P., De- Mello, L.M., Domingues, L.S., chioderoli, C., and Lima, R. 2014. Corn productiuity in function of surface application of lime in different management systems and cultural preparation. Engenharia and Agricultural Jaboticabal 34(2): 254-262.

Nasiri Mohallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A.R. 2011. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Persian)

Nazari, S., Zand, A., Asadi, S., and Golzardi, F. 2012. Effect of replacing and additive methods of corn intercropping of green gram on yield, yield components and weed biomass. Journal of Weed 4(2): 97-109. (In Persian with English Summary)

Nielson, H.H., Ambus. P., and Jensen, E.S. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped. Versus intercropped pea and barley. Nutritive Cycle Agroecosystem 65: 289-300.

Nelson, A.K., Meinhardt, C.G., and Smoot, R.S. 2010. Wheat (*Triticum aestivum*) cultivar selection affects double-crop and relay-intercrop soybean (*Glycine max*). Agronomy Journal 10:1-8.

Safari, A., Asoder, M., Ghaseminejad, M., and Ebdali Mashhadi, A. 2013. The effect of redidus, various methods of tillage System and pon soil characteristics and yield of wheat. Journal of Agricultural Knowledge Sustainable Production 23(2):50-59. (In Persian with English Summary)

Strydhorst, S.M., king, J.R., Lopetinsky, K.J., and Harker, K.N. 2008. Forage potential of inter cropping barley with faba bean, Iupine, or field pea. Agronomy Journal 100: 182-190.

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, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Tsubo, M., Walker, S., and 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.

Wagner, G.J. 1979.Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars. Free amino acids and anthocyanin in protoplast. Plant Physiology 68: 88-93

Wazan, S. 1997. The reaction of mixed maize and bean seedlings to plant density and planting. M.Sc. Department of Agriculture. Shiraz University, Shiraz, Iran. (In Persian with English Summary)

Xiang, D.B., Yong, T.W., Wen, Y.Y., Yan, W., and Gong, W.Z. 2012. Effect of phosphorus and potassium nutrition on growth and yield of soybean in relay strip intercropping system. Scientific Research and Essays 7:342-351.

Zakeri, H., and Kazemi, N. 2006. Tillage Systems in Sustainable agriculture (*Translation)*. University of Ilam Press, Ilam, Iran 243 p. (In Persian)

Zand, B., and Ghafari Khaligh, H. 2002. The Possibility of inter cropping cowpea grain Sorghum under different cropping Patterns. Absteract 7th Congress of crop Sciences, September Karaj, Karaj, Iran. (In Persian)

Zhang, L., Vanderwerf, W., Zhang, S., Li, B., and Spiertz, J.H.J. 2007. Growth yield and quality of wheat and cotton in relay strip intercropping systems. Field Crops Research 103: 178-188.

Zhang, B., Huang, G., and Li, F. 2007. Effect of limited single irrigation on yield of winter wheat and spring maize relay intercropping. Pedosphere 17: 529-537.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 1085-1104

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 1104-1085

Evaluation of Tillage Systems on Agronomic Aspect of Soybean (*Glycine max* L.) and Roselle (*Hibiscus subdariffa* L.) Relay Intercropping

F. Sabeghynejad[1], M. Dehmardeh[2]*, M.R. Asghari Pour[2], E. Khamari[3] and Z.S. Nezami[4]

Submitted: 02-11-2017
Accepted: 07-08-2018

Sabeghynejad, F., Dehmardeh, M., Asghari Pour, M.R., Khamari, E., and Nezami, Z.S. 2019. Evaluation of tillage systems on agronomic aspect of soybean (*Glycine max* L.) and roselle (*Hibiscus subdariffa* L.) relay intercropping. Journal of Agroecology. 11(3): 1085-1104.

Introduction

With the ever-increasing world population, over-exploitation of natural resources and the limited availability of arable land, followed by the urgent need to increase food production, which is one of the world's challenges, it is essential to increase crop yield to meet demand and find a solution to more sustainable agricultural ecosystems. Sustainable agriculture is a kind of agriculture that increases the efficiency of resource use that is in balance with the environment. The components of sustainable agriculture are conservation tillage and intercropping. Intercropping is one of the common methods of multi-systems that it is widely used to diversify cultivation in spatial and temporal. One of the most important benefits of crop cultivation is the increase in production per unit of area relative to sole crop due to better use of environmental factors such as water, light, and nutrients in the soil. Soil conservation tillage has been researchers' interest by reducing energy consumption and soil fertility, as well as increasing soil and water production potential. The aim of this research was to study the soil tillage systems on the ecological aspects of crop mixing of soybean and Roselle.

Materials and Methods

This research was conducted in the research farm of Agriculture and Natural resources of Jiroft, in southern Kerman, Iran during 2016. The experiment was conducted as a split-plot in a randomized complete block design with three replications. The main factor included three levels: no-tillage, reduced tillage, conventional tillage and the sub-factor of different ratios and replacement of mixed soybean and Roselle in eight levels of: sole Roselle, sole soybean culture, 50% Roselle+ 50% Soybean, 75% Roselle+25% soybean, 25% Roselle+ 75% soybean, 100% Roselle+ 50% soybean, 100% soybean+50% Roselle, 100% Roselle+ 100% soybean. Each experimental unit has a length of 4 meters and a width of 3 meters and spaced two rows of one meter. Each plot consisted of 4 rows of planting (all treatments were a row of Roselle and a row of soybeans). The measured traits were the number of boll per plant, 1000-seed weight, biological yield, sepal yield, chlorophyll index of Roselle and soybean, and the amount of anthocyanin of Roselle and protein content in 100% Roselle+ 50% soybean, the soil ratio of land parity (LER). Data analysis was performed with SAS software version 1.9 and comparison of means was made using Duncan test at a 5% probability level.

Results and Discussion

The effect of tillage systems and different ratios of planting on the number of boll per plant, thousand seed weight, biological yield, sepal yield, leaf chlorophyll content anthocyanin level in roselle and protein content in soybeans was statistically significant. The comparison of the means showed that conservation tillage provides better results than conventional tillage in terms of number of bolls per plant of Roselle (271.77) and soybean (13.77), biological yield in Roselle (20.1 $t.ha^{-1}$) and soybean (6.85 $t.ha^{-1}$), sepal yield (16.1 $t.ha^{-1}$), leaf

1, 2 and 3- Ph.D student of Agronomy, Associate Professor and Assisstant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran, respectively.
4- Assisstant Professor, Department of Chemical, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran
(*-Corresponding Author Email: dahmard@gmail.com)
Doi: 10.22067/jag.v11i3.68442

www.SID.ir

Archive of SID

chlorophyll content (33.24), anthocyanin (4.7 µmol.g^{-1}) in Roselle and protein content in soybean (37.51 mg). Moreover, the maximum utilization of LER was due to no-tillage (2.86). The highest ratio of land parity was obtained from 100% soybean 50% Roselle (3.78).

Conclusion

The highest proportion of LER was obtained from 100% soybean 50% Roselle, which indicated superior cropping compared to sole crop. Also, in most of the studied traits, the conservation tillage system compared with conventional tillage resulted in higher value. In general, based on the results of this study, systems with no-tillage and also 100% Roselle+50% soybean be recommended.

Keywords: Anthocyanin, Biomass yield, Conventional tillage, Minimum tillage, Protein percent

www.SID.ir