Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۲۲-۳۱۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 311-322

اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر محتوی عناصر غذایی خاک، عملکرد و نسبت برابری زمین در کشت مخلوط چای ترش- ماش

عبدالواحد هودیانی مهر[۱]- مهدی دهمرده[۲]*- عیسی خمری[۳]- محمدرضا اصغری پورچمن[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی تغییرات عناصر غذایی خاک در کشت مخلوط چای ترش و ماش آزمایشی در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی ۳ نوع خاک‌ورزی شامل بدون شخم، شخم کاهش یافته، شخم رایج (گاوآهن و دیسک) و عامل فرعی نسبت‌های کشت مخلوط شامل خالص چای ترش، خالص ماش،۵۰ درصد چای ترش +۵۰ درصد ماش، ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد ماش، ۲۵ درصدچای ترش + ۷۵ درصد ماش در نظر گرفته شد. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل (کربن آلی خاک، نیتروژن، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، رطوبت حجمی، دمای خاک و نسبت برابری زمین) نشان داد که سیستم بدون خاک‌ورزی و تیمارهای مخلوط رطوبت حجمی بیشتری نسبت به سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کشت خالص چای ترش کسب نمودند. سیستم بدون خاک‌ورزی و افزایش نسبت ماش در کشت مخلوط سبب افزایش میزان رطوبت و کاهش دمای خاک گردید. در بین کشت‌های مخلوط تیمار ۷۵ درصد ماش به‌علاوه ۲۵ درصد چای ترش بالاترین میزان کربن (۰/۹۹ درصد) و نیتروژن (۰/۰۸۷ درصد) را نشان داد. بالاترین مقدار نیتروژن و کربن آلی خاک پس از برداشت از برهمکنش سیستم بدون خاک‌ورزی و کشت خالص ماش به‌ترتیب ۰/۱۵ و ۱/۷۵ درصد به‌دست آمد. نتایج نشان داد که نسبت برابری زمین در همه تیمارهای مخلوط بزرگتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص آن‌ها بود. بیشترین عملکرد اقتصادی چای ترش و ماش در برهمکنش سیستم بدون خاک‌ورزی و کشت خالص هر کدام به مقدار ۹۹۰/۸۹ و ۷۴۰/۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بیشترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط ۷۵ درصدماش به‌علاوه ۲۵ درصد چای ترش (۱/۳۶) به‌دست آمد. در مجموع نتایج این تحقیق اهمیت کشت مخلوط لگوم و گیاه دارویی را در استفاده بهینه از منابع محیطی، افزایش حاصلخیزی خاک و سودمندی بیشتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص چای ترش و ماش تأیید نمود.

واژه‌های کلیدی: دمای خاک، رطوبت حجمی خاک، کلسیم، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار و بخشی از برنامه تناوب زراعی در طراحی کشت بوم‌های پایدار است که ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام می‌شود (Hashemi Dezfoli *et al*., 2000; Zhang and Li, 2003). یکی از فواید کشت مخلوط استفاده بیشتر از منابع در دسترس می‌باشد. در این نوع کشت گیاهان مختلف با شیوه‌های متفاوتی از منابع استفاده می‌کنند و به‌عنوان مکمل برای یکدیگر عمل می‌کنند (Koocheki *et al*., 2010; Willey, 1979). درکشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum*) و باقلا (*Vicia faba*) عملکرد علوفه به‌دلیل مصرف بهتر منابع محیطی نسبت به تک‌کشتی افزایش یافت و دو گیاه در مخلوط از نظر مصرف نیتروژن به‌صورت مکمل عمل کرده‌اند (Ghanbari, 2000). محققین در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی (Dahmardeh, 2010)، گندم و باقلا (Ghanbari, 2000) و رازیانه و شنبلیله (Sadri *et al*., 2014) افزایش جذب نور را به‌عنوان یکی از منابع مهم محیطی مؤثر در افزایش عملکرد در کشت مخلوط اعلام کرده و اضافه نموده‌اند که اجزای مخلوط در مصرف منابع مکمل هم بوده‌اند (Thobatsi, 2009). استفاده از لگوم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در کشت مخلوط باعث می‌شود که بسیاری از مواد جذب شده توسط گیاهان به‌وسیله لگوم‌ها به خاک برگشت پیدا کرده و باعث حاصلخیزی خاک شوند (Jafari *et al.*, 2003). رجایی (Rejaie, 2013) درکشت مخلوط بادام‌زمینی و ذرت به این نتیجه رسید که

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: (Email: dahmard@yahoo.com
DOI: 10.22067/gsc.v15i2.48487

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار کشت مخلوط ۱۰۰درصد ذرت + ۱۰۰درصد بادامزمینی بیشترین (۱۷/۱۴ ppm) وکشت خالص بادامزمینی کمترین (۱۶/۴۶ ppm) مقدار منیزیم خاک را داشتند. عملیات خاکورزی حفاظتی، سیستم‌های تولید محصول با مدیریت و حفظ بقایای گیاهی می‌باشد که در آن‌ها حداقل ۳۰ درصد از سطح زمین توسط بقایای گیاهی پس از کشت پوشیده باقی می‌ماند. این کار باعث کاهش فرسایش خاک توسط آب و افزایش فراهمی آب خاک برای گیاه می‌گردد (Philipp, 2009; Mosadeghi *et al*., 2001). نتایج به‌دست آمده از اثر نظام‌های شخم و مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک بیانگر آن است که بیشترین مقدار کربن در نظام بدون شخم بود و بعد از آن شخم کاهش یافته در رتبه دوم قرار داشت. درحالی‌که خاکورزی مرسوم کمترین میزان کربن را داشت: میزان نیتروژن خاک نیز از روند فوق تبعیت نمود. در نتیجه تفاوتی بین نسبت کربن و نیتروژن مشاهده نشد (Bolie *et al*., 2006). استفاده ازسیستم کم خاکورزی و بدون خاکورزی با توجه به حفظ بقایا در سطح خاک و تأثیر معنی‌دار بر افزایش ذخیره رطوبت خاک می‌تواند روش مناسبی جهت توسعه تکنیک‌های کشاورزی باشد (Safari *et al*., 2013). اهلرس (Ehlers, 1985) نفوذ بیشتر آب در نظام بدون خاکورزی را به منافذ ایجاد شده توسط کرم‌های خاکی نسبت داده است خاکورزی حفاظتی هم‌چنین آب خاک را از طریق بهبود خصوصیات هیدرولوژی آن افزایش می‌دهد. آونگر و کاسپر (Unger and Kaspar, 1994) در بررسی اثرات نظام بدون خاکورزی بر رطوبت خاک بیان نمودند که در سیستم بدون خاکورزی مقدار رطوبت قابل دسترسی خاک افزایش می‌یابد که در مناطق خشک و نیمه خشک بسیار مهم است. نیبورگ و مالهی (Nyborg and Malhi, 1989) گزارش کردند که ذخیره رطوبت در نظام بدون خاکورزی از خاکورزی با گاوآهن برگرداندار و شخم کاهش یافته بیشتر بود و دمای خاک به دلیل افزایش رطوبت خاک کمتر بود. بحرانی و همکاران (Bahrani *et al*., 2007) گزارش نمودند که سیستم‌های بی‌خاکورزی به‌همراه بقایای گیاهی گندم در مقایسه با خاکورزی مرسوم، مقدار کربن آلی خاک را در تولید ذرت افزایش می‌دهند. رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al*., 2011) بیان نمودند میزان نیتروژن در خاکورزی کاهش‌یافته به دلیل برگرداندن بقایای گیاهی در مقایسه با خاکورزی متداول بیشتر بود. نتایج نجفی‌نژاد و همکاران (Najafinezhad *et al*., 2007) در بررسی روش‌های مختلف خاکورزی بر عملکرد و و ویژگی‌های خاک نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در خاکورزی کاهش یافته و مرسوم به‌دست آمد، همچنین پتاسیم و فسفر خاک پس از برداشت در تیمار حداقل خاکورزی بیشتر بود. مولیندو (Molindo, 2009) طی آزمایشی دوساله روی تعیین محتوی عناصر غذایی ضروری خاک در نظام بدون خاکورزی در شرایط کاشت سویا گزارش نمود که محتوی فسفر و پتاسیم در نظام بدون خاکورزی بهبود یافت. وی دلیل این امر را به کاهش تلفات این عناصر نسبت داد. دلیل کاهش نیتروژن در خاکورزی متداول، تهویه مطلوب، اکسیدشدن و کاهش مواد آلی خاک بود. لیستروم و همکاران (Listrom *et al*., 2001) دریافتند که به‌منظور تولید پایدار، بقایای گیاهی باید به مقدار ۵۸ درصد در سطح خاک باقی بمانند. بر همین اساس، در سیستم‌های کم خاکورزی مقداری از بقایای محصول قبلی را در روی سطح خاک نگه می‌دارند در نتیجه فرسایش خاک کاهش یافته، مواد آلی خاک افزایش و نیاز به کارگر و سوخت کاهش می‌یابد. هولوگال و گیچورو (Hulugalle and Gichuru, 1991) بیان نمود که به‌کارگیری خاکورزی متوسط و حفاظتی در درازمدت بهبود حاصلخیزی و باروری خاک را موجب می‌شود، زیرا این نظام‌های خاکورزی تلفات عناصر غذایی از طریق کاهش آبشویی را به دنبال دارند. همچنین، این نوع خاکورزی موجب بهبود ثبات خاکدانه می‌گردد. هدف از این تحقیق بررسی سیستم‌های خاکورزی و نسبت‌های مختلف کاشت مخلوط بر برخی از عناصر غذایی خاک و استفاده موثر از منابع محیطی در شرایط آب و هوایی زابل 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 در سال زراعی۹۳- ۱۳۹۲ اجرا گردید. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن در اقلیم خشک بسیار گرم، با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد و براساس طبقه‌بندی آمبرژه نیز جزء مناطق گرم و خشک قرار می‌گیرد. براساس آمار ایستگاه هواشناسی زابل میانگین دراز مدت (۳۰ ساله) بارندگی در منطقه ۶۳ میلی‌متر، میزان تبخیر سالیانه به‌طور متوسط ۵۰۰۰-۴۵۰۰ میلی‌متر، که میانگین دراز مدت درجه حرارت منطقه ۲۳ درجه سانتی‌گراد و حداقل حرارت مطلق ۷- درجه می‌باشد (جدول ۱).

قبل از شروع به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعداد نه نمونه به‌صورت تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید و نمونه‌ها در آزمایشگاه تحقیقات مورد تجزیه قرار گرفتند. خاک آزمایش دارای بافت لوم- شنی بود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد که خاک محل آزمایش دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۲/۹۳ دسی زیمنس بر متر و pH=۷/۸ بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- آمار هواشناسی شهرستان زابل در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

Table 1- Weather data of zabol city in the 2013-2014

ماه Month	سرعت باد ($m\ s^{-1}$) Wind speed		بارندگی(mm) Rainfall		دما (°C) Temperature	
	93	92	93	92	93	92
فروردین April	11.43	23.89	0		23	23.1
اردیبهشت May	7.2	12.36	0		28	29.1
خرداد June	28.8	18.92	0		33	32.4
تیر July	46.8	21.81	0		34	36.7
مرداد August	34.2	22.79	0		30	34
شهریور September	36	17.71	0		33	29.3
مهر October	21.6	12.69	0		28	27.4
آبان November	7.2	6.57	0		15	18
آذر December	21.6	3.22	0.01	0	3	11.2
دی January	25.2	2.85	0.01	2.3	1	8.2
بهمن February	14.4	3.05	0.43	20.5	2	11.8
اسفند March	18.64	4.08	2	6.6	6	14.1

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 2- Physical and chemical properties of soil

بافت	شن (٪)	لای (٪)	رس (٪)	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	سدیم (ppm)	منیزیم (ppm)	پتاسیم (ppm)	کلسیم (ppm)	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH
Texture	Sand%	Silt%	Clay%	OC%	N%	Sodium	Magnesium	Potassium	Calcium		
لوم شنی	70	17	13	0.72	0.060	57.56	15.63	280	10.80	2.93	7.8

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی انواع خاک‌ورزی شامل بدون شخم، شخم کاهش‌یافته (دیسک)، شخم رایج (گاوآهن و دیسک) و عامل فرعی شامل کشت خالص چای ترش، کشت خالص ماش و کشت‌های مخلوط ۵۰ درصد چای ترش + ۵۰ درصد ماش، ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش، ۲۵ درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش بود. در این تحقیق بذر ماش از توده محلی زابل با توصیه کارشناسان مرکز تحقیقات شهرستان زهک انتخاب گردید. بذر چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) مورد استفاده نیز از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در چاه نیمه تهیه شد. آماده‌سازی زمین در اواسط خرداد ماه سال ۱۳۹۲ بر اساس سه نوع سیستم عملیات شخم، شخم بدون‌خاک‌ورزی (شخم صفر)، شخم کاهش‌یافته (دیسک)، شخم رایج (گاوآهن و دیسک) انجام گردید. به‌هنگام آماده‌سازی بستر بذر مقدار ۱۰۰کیلو گرم کود سوپر فسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع کود اوره در هکتار به کرت‌ها داده شد. برای کاشت ابتدا توسط فوکا شیارهایی به عمق ۳-۴ سانتی‌متر در زمین ایجاد و سپس با توجه به نقشه کاشت بذر مورد نیاز تهیه و در زمان کاشت در داخل ردیف‌های کشت قرار داده شد. سپس روی بذور با خاک نرم پوشیده شد. گیاهان در کرت‌هایی با ابعاد ۳×۲ کاشته شدند فاصله بین ردیف‌ها یکسان ۴۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود (تمامی تیمارها به‌صورت یک ردیف چای ترش و یک ردیف ماش کشت شدند) ولی تراکم در روی هر ردیف متفاوت بود. نسبت‌های کاشت با تغییر تراکم بوته (تغییر فاصله دو بوته روی ردیف) اجرا شد. تراکم گیاه بر اساس نسبت کاشت هر گیاه بر روی ردیف‌های کشت تعیین شدند به‌عبارتی فاصله دو بوته روی هر ردیف برای هر گیاه بر اساس نسبت کاشت تعیین گردید. برداشت گیاه چای ترش در ۲۶ آبان ماه، پس از رسیدگی فیزیولوژیک زمانی که کاسبرگ‌ها خشک شده بودند انجام گرفت که زمان برداشت کاسبرگ ها تقریباً با رسیدن دانه همزمان بود. برداشت گیاه ماش پس از رسیدگی فیزیولوژیک، در تاریخ ۲۳ شهریور ماه زمانی که نیام‌ها زرد و بوته‌ها خشک شده بودند صورت گرفت. در این تحقیق برای محاسبه سودمندی کشت مخلوط و رقابت میان دو گونه جهت ارزیابی کشت از نسبت برابری زمین استفاده گردید.

برای تعیین این شاخص عملکرد نسبی هر جز محاسبه می‌شود و

www.SID.ir

Archive of SID

مجموع آن‌ها میزان LER را نشان می‌دهد (Vandermeer, 1989):

$$LER=Y_{ab}/Y_{aa}+Y_{ba}/Y_{bb} \quad (۱)$$

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

برای اندازه‌گیری دمای خاک از دماسنج مدل (Thermometer Dial Deep Frying) استفاده شد. برای این کار، دماسنج در بین ردیف‌های کاشت در عمق ۱۵ سانتی‌متر قرار گرفت و دمای خاک در تیمارهای مختلف آزمایش اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری دمای خاک در مرحله رشدی ۹۰ روز بعد از کاشت در ظهر خورشیدی (ساعت ۱۲ ظهر) زمانی‌که کانوپی کامل بسته شده و حداکثر جذب نور وجود داشت انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری رطوبت حجمی خاک و از آن‌جایی‌که انتظار می‌رفت تعادل آب خاک تحت تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کشت مخلوط قرار گیرد محتوای آب خاک در یک مرحله در طول دوره رشد (۹۰ روز بعد از کاشت) در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر اندازه گیری شد. برای این کار حجم مشخصی از خاک توسط رینگ استوانه‌ای با حجم مشخص (۱۰۰ سانتی‌متر مکعب) از هر تیمار انتخاب و بلافاصله این حجم خاک وزن گردید (وزن مرطوب) و سپس در دستگاه آون در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پس از ۴۸ ساعت جهت تعیین وزن خشک دوباره توزین گردید (وزن خشک). درصد رطوبت حجمی خاک هر تیمار آزمایش توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Rejaie, 2013).

$$Q_t=V_m/V_t*100 \quad (۲)$$

Q_t= درصد رطوبت حجمی

V_m=حجم آب خاک (تفاوت وزن مرطوب و وزن خشک)

V_t= حجم کل نمونه خاک (۱۰۰ سانتی‌متر مکعب)

جهت تعیین تغییرات عناصر غذایی خاک بعد از برداشت نسبت به اندازه‌گیری عناصر غذایی خاک (نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و کربن) اقدام شد. نیتروژن از روش کجلدال (Kjeldahl, 1883)، کربن (روش والکی بلاک) (Walkley and Black, 1934)،کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی و پتاسیم از روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال با استفاده از دستگاه فلیم فتومترنوع کورنینگ ۴۰۵ اندازه‌گیری و مقدار هر یک از عناصر در آزمایشگاه تحقیقات تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ انجام شد (SAS Institute, 2001). رسم نمودارو جداول با استفاده از نرم‌افزار Word انجام گردید. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

تغییرات عناصر غذایی خاک

کربن آلی

اثر سیستم‌های خاک‌ورزی، نسبت‌های مختلف کشت و اثرات متقابل (سیستم خاک‌ورزی× نسبت کشت) بر کربن آلی خاک معنی‌دار شد ($p\leq0.01$) (جدول ۳) با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین و کمترین میزان کربن آلی خاک به‌ترتیب از سیستم بدون خاک‌ورزی (۱/۱۴ درصد) و سیستم خاک‌ورزی مرسوم (۰/۶۳ درصد) به‌دست آمد.

جدول ۳- تجزیه واریانس عناصر غذایی، دما و رطوبت خاک در سیستم های خاک ورزی و نسبت های کاشت

Table 3- Analysis of Variance Nutrition, temperature and humidity of soil at Tillage systems and Planting ratio

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کربن C	نیتروژن N	منیزیم Mg	کلسیم Ca	پتاسیم K	رطوبت حجمی Humidity volume	دمای خاک Soil temperature
تکرار Replication	2	0.01^{ns}	0.00003^{ns}	0.66^{ns}	7.6^{ns}	623.59^{ns}	2.11^{*}	0.011^{ns}
سیستم خاک‌ورزی Tillage System(T)	2	0.84^{**}	0.006^{**}	6.39^{ns}	268.93^{**}	10335.05^{ns}	154.11^{**}	23.94^{**}
اشتباه اصلی Error (a)	4	0.03	0.0002	4.17	8.27	3027.92	0.19	2.81
نسبت کاشت Planting Ratio(P)	2	0.46^{**}	0.003^{**}	8.40^{**}	170.54^{**}	9487.70^{**}	5.39^{*}	5.76^{**}
T*P	4	0.12^{**}	0.0008^{**}	2.25^{ns}	69.14^{**}	22202.08^{**}	29.59^{**}	11.39^{**}
اشتباه فرعی Error (b)	24	0.02	0.0001	1.34	3.041	1363.40	1.28	0.86
ضریب تغییرات C.V(%)	-	16	13	6.63	14.30	8.09	7.57	4.82

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین برهمکنش سیستم خاک‌ورزی و نسبت‌های کشت مخلوط بر ویژگی‌های مورد بررسی

Table 4- Comparison of means interaction of soil tillage systems and planting ratio on characteristics

	صفات					
تیمارها	نیتروژن	کلسیم	رطوبت حجمی	پتاسیم (ppm)	دما	کربن آلی
Treatments	N (%)	Calcium (ppm)	Water content (%)	Potassium	Temperature (C°)	OC%
بدون خاک‌ورزی × کشت خالص چای ترش No till* pure Roselle	0.071cd	23b	13.82de	278f	18.74defg	0.87cd
بدون خاک‌ورزی ×کشت خالص ماش No till* pure Green gram	0.150a	29a	16.63bc	bc480	18.73defg	1.75a
بدون خاک‌ورزی×کشت مخلوط ۷۵٪ ماش + ۲۵٪ چای ترش No till*٪۲۵Roselle+ 75% green gram	0.117b	13.16cd	21a	386.67de	17.13g	1.35b
بدون خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۵۰٪ ماش+ ۵۰٪ چای ترش No till*50%Roselle+ 50% green gram	0.084c	8ef	20.49a	456cd	18.53defg	0.97c
بدون خاک‌ورزی× کشت مخلوط ٪۲۵ ماش + ۷۵٪ چای ترش No till*75%Roselle+25% green gram	0.068cde	9.43ef	21.20a	537.67ab	18.56defg	0.79cde
حداقل خاک‌ورزی × کشت خالص چای ترش Reduce till* pure Roselle	0.07cde	16.66c	14.68d	489.50bc	17.76efg	0.18cde
حداقل خاک‌ورزی ×کشت خالص ماش Reduce till* pure Green gram	0.107b	14.50c	17.11b	444.33cd	21.13bc	1.25b
حداقل خاک‌ورزی×کشت مخلوط ۷۵٪ ماش + ۲۵٪ چای ترش Reduce *25%Roselle+ 75% green gram till	0.78c	9ef	10.44g	456.63cd	18.30efg	0.90c
حداقل خاک‌ورزی × کشت مخلوط ۵۰٪ ماش+ ۵۰٪ چای ترش Reduce till* 50%Roselle+ 50% green gram	0.062cde	8.50ef	15.16cd	cd460	17.23fg	0.72cde
حداقل خاک‌ورزی× کشت مخلوط ٪۲۵ ماش + ۷۵٪ چای ترش Reduce till* 75%Roselle+ 25% green gram	0.044e	10.16de	11.11fg	546.61ab	19.16def	0.52e
خاک‌ورزی مرسوم × کشت خالص چای ترش Conventional till* pure Roselle	0.048de	7ef	12.62ef	436.33cd	24.53a	0.61de
خاک‌ورزی مرسوم ×کشت خالص ماش Conventional till* pure Green gram	cde0.063	9.67de	13.58de	505.33abc	19.43cde	0.74cde
خاک‌ورزی مرسوم×کشت مخلوط ۷۵٪ ماش + ۲۵٪ چای ترش ۲۵%Roselle+ 75% green gram Conventional till*	0.066cde	8ef	13.45de	567.67a	20.40bcd	0.71cde
خاک¬ورزی مرسوم×کشت مخلوط 50٪ ماش + 50٪ چای ترش *50%Roselle+ 50% green gram Conventional till	0.048de	5.70f	9.70g	440.67cd	21.53b	0.56e
خاک‌ورزی مرسوم× کشت مخلوط۲۵٪ ماش + ۷۵٪ چای ترش Conventional till* 75%Roselle+ 25% green gram	0.067cde	10.50de	13.72de	356e	17.56efg	0.78cde
LSD%5	0.022	3.35	1.82	65.35	1.72	0.25

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ی دانکن می‌باشد.

Within each column, means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSR test.

بحرانی و همکاران (Bahrani *et al*., 2007) گزارش نمودند که سیستم‌های بی‌خاک‌ورزی به‌همراه بقایای گیاهی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، مقدار کربن آلی خاک را افزایش می‌دهند. برگشت گیاهان در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل و

www.SID.ir

Archive of SID

حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فرآیندهای میکروبیولوژیکی اتفاق می‌افتد و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود. محققین در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب با نخود در شرایط دیم، افزایش میزان کربن آلی خاک را درتیمار خاک‌ورزی حداقل و بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم گزارش کردند (Rahimzadeh and Navid, 2011). جدول مقایسه میانگین‌های نسبت‌های مختلف کشت نشان داد، بیشترین مقدار کربن آلی خاک بعد از برداشت محصول از کشت خالص ماش (۱/۲۴ درصد) و کمترین میزان کربن آلی خاک از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۰/۶۹ درصد) به‌دست آمد و بین نسبت‌های مختلف کشت، بیشترین و کمترین کربن آلی خاک به‌ترتیب در کشت مخلوط ۲۵ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد ماش (۰/۹۹ درصد) و کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ ماش (۰/۶۹ درصد) مشاهده شد.

قمری وفا و همکاران (Chowdhury and Rosario, 1994) در کشت مخلوط ذرت و سویا گزارش کردند، بیشترین درصد ماده آلی خاک (۲/۳۸) در تیمار کشت خالص سویا به‌دست آمد و کمترین میزان درصد کربن (۰/۷۱) نیز مربوط به تیمار کشت خالص ذرت بود که نسبت به کشت خالص سویا ۳۰ درصد کاهش نشان داد.

نیتروژن

سیستم‌های خاک‌ورزی، نسبت‌های مختلف کشت و اثرات متقابل سیستم خاک‌ورزی× نسبت کشت بر نیتروژن خاک بعد از برداشت محصول تأثیر معنی‌دار داشتند ($p\leq0.05$) (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های سیستم‌های خاک‌ورزی نشان داد، بیشترین نیتروژن خاک بعد از برداشت محصول از سیستم بدون خاک‌ورزی (۰/۰۹۸ درصد) و کمترین میزان نیتروژن خاک از سیستم خاک‌ورزی مرسوم (۰/۰۵۸ درصد) به‌دست آمد و بین سیستم خاک‌ورزی مرسوم و حداقل (۰/۰۷۲ درصد) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اثر متقابل خاک‌ورزی و سیستم‌های مختلف کاشت مخلوط نشان داد که بیشترین و کمترین نیتروژن خاک به‌ترتیب از سیستم بدون خاک‌ورزی و کشت خالص ماش (۰/۱۵ درصد) و خاک‌ورزی حداقل و کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش به‌علاوه ۷۵ درصد چای ترش (۰/۰۴۴درصد به‌دست آمد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد با افزایش درصد ماش در کشت مخلوط میزان نیتروژن خاک به دلیل افزایش بقایای ماش و از طرفی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن باشد. رمرودی و همکاران (Ramroudi *et al*., 2011) بیان نمودند میزان نیتروژن در خاک‌ورزی کاهش‌یافته با برگرداندن بقایای گیاهی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول بیشتر بوده که دلیل کاهش نیتروژن در خاک‌ورزی متداول، تهویه مطلوب، اکسیدشدن و کاهش مواد آلی خاک می‌باشد.

تجزیه مقایسه میانگین سیستم‌های کاشت نشان داد، بیشترین و کمترین نیتروژن خاک پس از برداشت محصول به‌ترتیب از خالص ماش (۰/۱۰۷ درصد) و کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۰/۰۶۰ درصد) به‌دست آمد. بین سیستم‌های کشت مخلوط، بیشترین نیتروژن خاک را کشت مخلوط ۲۵درصد چای ترش + ۷۵ درصد ماش (۰/۰۸۷ درصد) و کمترین نیتروژن خاک راکشت مخلوط ۷۵درصد چای ترش +۲۵درصد ماش (۰/۰۶۰ درصد) داشتند. از لحاظ آماری تیمارکشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش با دیگر تیمارهای کشت مخلوط و کشت خالص چای اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. در مجموع نتایج نشان داد که با افزایش نسبت ماش در مخلوط میزان نیتروژن افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد توزیع بیشتر نیتروژن در خاک از طریق تثبیت نیتروژن و ریزش برگ‌های پایینی لگوم‌ها باعث بهبود حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گراس‌ها در مخلوط می‌شود (Njoka-Njiru *et al*., 2006).

منیزیم

سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی نتوانست مقدار منیزیم خاک را پس از برداشت محصول تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۳). اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که خاک‌ورزی مرسوم بیشترین (۱۷/۹۰ ppm) و بدون خاک‌ورزی کمترین (۱۶/۷۱ ppm) میزان منیزیم را داشت. خاک‌ورزی مرسوم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با حداقل خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی نداشت. ایرنا و همکاران (Irena *et al.*, 2012) در بررسی تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک و عملکرد جو بهاره به مدت ۷سال در لهستان بیان نمودند که مقدار منیزیم خاک درعمق ۱۰-۵سانتی‌متری، در بدون خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم است ولی در عمق ۵-۰ سانتی‌متر مقدار منیزیم در خاک‌ورزی مرسوم بیشتر بود. اثر سیستم‌های کاشت بر میزان منیزیم خاک پس از برداشت محصول معنی‌دار بود ($p\leq0.05$) (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کشت خالص چای ترش بیشترین (۱۸/۵۶ ppm) و کشت مخلوط ۷۵درصدچای ترش + ۲۵ درصد ماش کمترین (۱۶/۴ ppm) مقدار منیزیم را داشتند. بین کشت خالص ماش و کشت مخلوط ۲۵درصد چای ترش + ۷۵درصد ماش اختلاف معنی‌داری در مقدار منیزیم خاک مشاهده نشد. میزان منیزیم خاک در کشت خالص چای ترش (۱۸/۵۶ ppm) بیشتر از کشت خالص ماش (۱۷/۹۹ ppm) بود، بین سیستم‌های کشت مخلوط، بیشترین و کمترین مقدار منیزیم خاک به‌ترتیب در کشت مخلوط ۲۵درصد چای ترش + ۷۵درصد ماش (۱۷/۶۴ ppm) و کشت مخلوط ۷۵درصدچای ترش + ۲۵درصد ماش (۱۶/۰۴ ppm) مشاهده شد. با افزایش نسبت چای ترش رقابت بین دوگیاه برای جذب منیزیم شدت گرفت که منجر به کاهش منیزیم خاک پس از برداشت در تیمار کشت مخلوط ۷۵درصد چای

www.SID.ir

Archive of SID

ترش + ۲۵درصد ماش شد. رجایی (Rejaie, 2013) در کشت مخلوط بادام‌زمینی و ذرت به این نتیجه رسید که بیشترین مقدار منیزیم خاک از تیمار کشت مخلوط ۱۰۰درصد ذرت + ۱۰۰درصد بادام‌زمینی بیشترین (۱۷/۱۴ ppm) و کشت خالص بادام‌زمینی کمترین (۱۶/۴۶ ppm) مقدار منیزیم خاک را داشتند.

کلسیم

سیستم‌های خاک‌ورزی، نسبت‌های کاشت و برهمکنش آن‌ها بر مقدار کلسیم خاک پس از برداشت محصول بسیار معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان دادکه بیشترین میزان کلسیم خاک از سیستم بدون شخم (۱۶/۶۲ ppm) و کمترین مقدار آن از سیستم خاک‌ورزی مرسوم (۸/۱۸ ppm) به‌دست آمد. اوساندر و جبادامیس (Osundare and Gbadamosi, 2014) در ارزیابی سیستم‌های خاک‌ورزی گزارش نمودند که مقدار کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آلومینیم و روی در سیستم بدون خاک‌ورزی بیشتر از شخم بود. مقایسه میانگین نسبت‌های کاشت نشان داد که بیشترین و کمترین میزان کلسیم خاک به‌ترتیب در خالص ماش (۱۷/۸۸ ppm) و کشت مخلوط ۵۰درصد چای ترش + ۵۰درصد ماش (۷/۴۱ ppm) به‌دست آمد. مقدار کلسیم در کشت خالص ماش (۱۷/۸۸ ppm) بیشتر از کشت خالص چای ترش (۱۵/۵۵ ppm) بود. سیستم‌های کشت مخلوط حدواسط کشت خالص قرار داشتند. بین سیستم‌های مختلف کشت،کشت مخلوط ۲۵درصد چای ترش +۷۵درصد ماش (۱۰/۰۵ ppm) مقدار کلسیم بیشتری نسبت به کشت مخلوط۵۰ درصدچای ترش +۵۰ درصد ماش داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و سیستم‌های کاشت مخلوط نشان داد که بیشترین میزان کلسیم خاک بعد از برداشت از کشت خالص چای ترش و حداقل خاک‌ورزی حاصل شد (۱۶۶/۶۶ ppm)، به‌نظر می‌رسد جذب کلسیم از خاک در کشت‌های مخلوط به دلیل استفاده همزمان دو گیاه بیشتر از تک کشتی باشد (جدول ۴). نتایج حاصل از کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی نشان داد که جذب کلسیم و منیزیم در کشت‌های مخلوط به‌طور معنی‌داری بیشتر از کشت خالص ذرت و لوبیا چشم بلبلی بود است (Eskanadri and Ghanbari, 2011). کارادوس (Caradus, 1990) بیان نمود که لگوم‌ها به‌علت داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر قادر هستند جذب عناصر غذایی دو ظرفیتی را با کارایی بیشتری جذب نمایند. به‌نظر می‌رسد به دلیل قدرت رقابت بیشتر ماش در جذب عنصر دو ظرفیتی کلسیم نسبت به چای ترش میزان کلسیم خاک بعد از برداشت در کشت خالص چای ترش بیشتر و با افزایش درصد ماش میزان کلسیم خاک به دلیل جذب بیشتر توسط گیاه ماش کمتر گردید و این امر به دلیل وجود تفاوت در مورفولوژی ریشه‌ها می‌تواند باشد. کوهری و روزاریو (Chowdhury and Rosario, 1994) بیان کردند که به‌طور کلی لگوم‌ها در سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با غلات، قدرت رقابت کمتری برای جذب عناصر یک ظرفیتی دارند و این امر به مورفولوژی و ظرفیت تبادل کاتیونی این گیاهان نسبت داده می‌شود.

پتاسیم

اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر مقدار پتاسیم خاک پس از برداشت محصول معنی‌دار نبود (جدول ۳). اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین پتاسیم خاک در سیستم حداقل شخم (۴۲۷/۶۷ ppm) و کمترین پتاسیم خاک از سیستم بدون شخم (۴۶۱/۲۰ ppm) به‌دست آمد. احتمالاً به‌علت توضیح یکنواخت‌تر پتاسیم و قابلیت جذب بیشتر توسط گیاهان باعث کاهش پتاسیم در سیستم بدون شخم شده است. محققین طی آزمایشی طولانی مدت به‌منظور بررسی اثر نظام‌های خاک‌ورزی بر کربن آلی خاک و مواد مغذی خاک گزارش دادند که مقدار کربن آلی خاک و پتاسیم خاک در حداقل خاک‌ورزی بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم است (Spiegel *et al*., 2007). اثرسیستم‌های مختلف کاشت بر پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین مقدار پتاسیم خاک از کشت مخلوط ۲۵ درصد چای ترش +۷۵ درصد ماش (۴۸۰/۰۹ ppm) و کمترین مقدار آن از کشت خالص چای ترش (۴۰۱/۲۸ ppm) به‌دست آمد (جدول ۴). در بین سیستم‌های کشت مخلوط، پتاسیم خاک در کشت مخلوط ۲۵درصدچای ترش + ۷۵درصد ماش (۴۸۰/۰۹ ppm) بیشترین مقدار را داشت و کمتربن مقدار پتاسیم خاک از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵ درصد ماش (۴۵۲/۲۲ ppm) بدست آمد. افزایش نسبت چای ترش در کشت مخلوط باعث کاهش میزان پتاسیم خاک و افزایش نسبت لگوم در کشت مخلوط باعث افزایش میزان پتاسیم گردید. مقایسه میانگین اثر متقابل خاک‌ورزی و سیستم‌های کاشت مخلوط نشان داد که کمترین میزان پتاسیم خاک از سیستم بدون خاک‌ورزی و کشت خالص چای ترش (۲۷۸ پی‌پی‌ام) و بیشترین آن در خاک‌ورزی مرسوم و کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش به‌علاوه ۲۵ درصد چای ترش (۵۶۷/۶۷ پی‌پی‌ام) به‌دست آمد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد چای ترش در جذب کاتیون‌های تک ظرفیتی مانند پتاسیم موفق تر بوده و افزایش نسبت ماش در مخلوط میزان پتاسیم در خاک را افزایش می‌دهد. اینال و همکاران (Inal *et al*., 2008) در کشت مخلوط بادام‌زمینی و ذرت علت افزایش غلظت پتاسیم و کاهش غلظت کلسیم را اثرات آنتاگونیسمی بین پتاسیم و کلسیم عنوان نمودند.

بررسی عوامل محیطی

محتوای رطوبت حجمی خاک

سیستم‌های خاک‌ورزی، سیستم‌های کاشت و اثر متقابل سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

خاک‌ورزی× سیستم کاشت تاثیر معنی‌داری بر محتوای رطوبت حجمی خاک داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین سیستم‌های خاک‌ورزی نشان داد بیشترین و کمترین محتوی رطوبت حجمی خاک به‌ترتیب مربوط به سیستم بدون خاک‌ورزی (۱۸/۶۳ درصد) و خاک‌ورزی مرسوم (۱۲/۶۱ درصد) بود (جدول ۴). محققین طی آزمایشی ۱۱ساله گزارش نمودند که ذخیره رطوبتی در خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر برای گندم زمستانه در روش بدون خاک‌ورزی ۶۰ میلی‌متر و برای روش متداول ۵۵/۸ میلی‌متر بود که در مجموع ذخیره رطوبتی در روش بدون خاک‌ورزی ۱۹/۳ درصد بهبود یافت (Jin *et al*., 2011). محتوای رطوبت حجمی خاک درکشت خالص ماش (۱۷/۷۷ درصد) بیشتر از سیستم‌های کشت مخلوط و کشت خالص چای ترش بود. رطوبت حجمی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط حد واسط کشت خالص ماش و کشت خالص چای ترش بود و کمترین میزان رطوبت حجمی ازکشت خالص چای ترش (۱۳/۷۱ درصد) به‌دست آمد (مقایسه میانگین برهمکنش خاک‌ورزی و سیستم‌های مختلف کاشت نشان داد که بیشترین میزان رطوبت حجمی خاک در سیستم بدون خاک‌ورزی و کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش به‌علاوه ۲۵ درصد ماش (۲۱/۲ درصد) به‌دست آمد. افزایش نسبت چای ترش در مخلوط به دلیل سایه‌اندازی بیشتر باعث کاهش تبخیر و افزایش میزان رطوبت خاک گردید. از آنجا که دمای خاک در زیر پوشش گیاهی کشت‌های مخلوط از دمای خاک در کشت خالص چای ترش کمتر بود، بنابراین درصد رطوبت در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص چای ترش بود. نتایج تحقیقی نشان داد که میزان رطوبت حجمی در کشت خالص بادام‌زمینی بیشتر از کشت خالص ذرت و کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی بود. همچنین رطوبت کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی بیشتر از خالص ذرت گزارش شد که علت رطوبت بیشتر در کشت مخلوط دمای پایین در زیر پوشش گیاهی کشت‌های مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت بود (Rejaie, 2013).

دمای خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که دمای خاک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت و اثر متقابل سیستم خاک‌ورزی× نسبت کاشت قرارگرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین سیستم‌های خاک‌ورزی نشان دادکه بیشترین دمای خاک از سیستم خاک‌ورزی مرسوم (۲۰/۶۹ درجه سانتی‌گراد) وکمترین دمای خاک از سیستم بدون شخم (۱۸/۳۴ درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد. مقایسه میانگین نسبت‌های کشت نشان داد که بیشترین دمای خاک در کشت خالص چای ترش (۲۰/۳۴ درجه سانتی‌گراد) و کمترین مربوط به کشت ۷۵درصدچای ترش+ ۲۵درصد ماش (۱۸/۴۳ درجه سانتی‌گراد) بود. دمای کشت خالص چای ترش بیشتر (۲۰/۳۴ درجه سانتی‌گراد) از کشت خالص ماش (۱۹/۷۶ درجه سانتی‌گراد) بود، بین نسبت‌های کشت مخلوط، کشت مخلوط۵۰درصدچای ترش + ۵۰درصد ماش بیشترین دما (۱۹/۱۰ درجه سانتی‌گراد) و کمترین دما را کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش + ۲۵درصد ماش (۱۸/۴۳درجه سانتی‌گراد) داشت. کاهش دمای خاک در سیستم‌های مخلوط نسبت به کشت خالص را می‌توان به جذب بیشتر نور توسط پوشش گیاهی کشت مخلوط و افزایش سایه توسط پوشش گیاهی گیاه نسبت داد. درکشت مخلوط وجود سیستم‌های ریشه‌ای متفاوت در کاهش هدر روی آب از خاک و افزایش جذب آب و همچنین افزایش تعرق کمک می‌کند، افزایش تعرق باعث ایجاد خرد اقلیم سردتر در مخلوط شده و این باعث می‌شود که پوشش گیاهی بیشتر و دمای خاک سردتر شود و تبخیر از سطح خاک کمتر گردد (Andersen *et al*., 2005).

ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

مقایسه میانگین نسبت برابری زمین تحت تأثیر نسبت‌های کاشت نشان داد که بیشترین و کمترین نسبت برابری زمین به‌ترتیب ازکشت مخلوط ۷۵درصدماش + ۲۵درصد چای ترش (۱/۳۶) و کشت مخلوط ۲۵درصد ماش +۷۵درصد چای ترش (۱/۱۵) به‌دست آمد (جدول ۵). آبراهام و سینگ (Abraham and Singh, 1992) نیز افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط را اساساً به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی اعلام کردند. آگگنهو و همکارانش (Agegnnehu *et al*., 2006) در کشت مخلوط جو و باقلا در کوهستان‌های اتیوپی گزارش کردند که کشت مخلوط این دو گیاه از عملکرد بیشتری نسبت به کشت خالص برخوردار است و دلیل این امر را می‌توان ناشی از استفاده مکمل از مواد مغذی و منابع آب به‌وسیله اجزاء کشت مخلوط و نیاز به ورودی‌های خارجی کمتر بیان کردند. در نهایت با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان اظهار داشت که سیستم کشت مخلوط چای ترش و ماش به دلیل استفاده بهتر از منابع موجود مانند آب و مواد غذایی نسبت به کشت خالص دو گیاه برتری داشت.

اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili *et al*., 2011) در بررسی عملکرد جو و باقلادر تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط اظهار داشتند که حداکثر نسبت برابری زمین مربوط به کشت مخلوط ۷۵ درصد باقلا + ۲۵ درصد جو بود. بهشتی و سلطانیان (Beheshti and Soltaniyan, 2012) گزارش کردند نسبت برابری زمین در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط سورگوم و لوبیا بالاتر از واحد بود و بیشترین میزان آن به تیمار ۵۰درصد سورگوم + ۵۰ درصد لوبیا تعلق داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین تحت تأثیر نسبت‌های کاشت

Table 5- Comparison of means LER at planting ratio

تیمار Treatment	
نسبت کاشت Planting ratio	
۷۵٪ ماش+ ۲۵٪ چای ترش 25%Roselle+ 75% green gram	1.36 a
۵۰٪ ماش+ ۵۰٪ چای ترش 50%Roselle+ 50% green gram	1.29 a
۲۵٪ ماش+ ۷۵٪ چای ترش 75%Roselle+ 25% green gram	1.15 b
LSD 5%	0.077

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ی دانکن می‌باشد.

Within each column, means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSR test.

علت این افزایش می‌تواند به سبب استفاده بهینه از منابع، فراهم بودن مواد غذایی در خاک و بهبود شرایط محیطی مناسب‌تر برای جزء دیگر مخلوط باشد. که این شرایط منجر به افزایش رشد و نمو دو گیاه چای ترش و ماش می‌شود. در همین راستا می‌توان جداسازی آشیان‌های اکولوژیک در جذب منابع و برقراری مکانیسم‌های کاهشی رقابت را به‌عنوان یک توجیه عملی برای سودمندی کشت مخلوط مطرح نمود.

نتیجه‌گیری

بررسی تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که سیستم بدون خاک‌ورزی و افزایش تراکم به‌طور موثری موجب افزایش کارایی منابع محیطی و بهبود عناصر غذایی شده است. بالاترین نسبت برابری زمین (LER) از تیمار ۷۵درصد ماش + ۲۵درصد چای ترش به‌دست آمد، که حاکی از برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد. محاسبه میزان کربن آلی بیانگر افزایش میزان حاصلخیزی خاک با کاربرد سیستم بدون خاک‌ورزی و افزایش نسبت ماش در کشت مخلوط بود. نتایج نشان داد که سیستم بدون شخم و کشت خالص ماش و تیمارهای مخلوط محتوای رطوبت حجمی بیشتر و دمای کمتری نسبت سیستم خاک‌ورزی مرسوم و کشت خالص چای داشتند.

References

1. Abraham, C. T., and Singh, S. P. 1992. Weed management in sorghum-legume intercropping system. Agricultural Science 103: 103-108.
2. Agegnnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Etthiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.
3. Andersen, M.K., Hauggard-Nielsen, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2005. Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use in dual and tri-component annual intercrops. Plant and Soil 266: 273-287.
4. Bahrani, M.J., Raufat, M.H., and Ghadiri, H. 2007.Influence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a reduced tillage system.
5. Beheshti, S.A., and Soltaniyan, B. 2012. Maintain internal and external competition in a row intercropping sorghum and beans. Journal of Agricultural Seed and Plant 28 (2): 1-17.
6. Bolie, F., Rubio, R., Rouanet, J.L., Morales, A., and Rojas, C. 2006. Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in achilean ultisol. Soil and Tillage Research 8: 253-261.
7. Caradus, J.R. 1990. The structure and function of white clover root system. Advance in Agronomy 43: 22-37.
8. Chowdhury, M.K., and Rosario, E.L. 1994. Comparison of nitrogen, phosphorus and potassium utilization efficiency in maize-mung bean intercropping. Agricultural Science 122: 193-199.
9. 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. 196 P.
10. Ehlers, W. 1985. Observation earthworm channels and infiltration on tilled and untilled loess soil. Soil Sci. 119:242-249.
11. Eskanadri, H., and Ghanbari, A. 2011. Evaluation of competing and complementary components of intercropping of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*) on the use of nutrients. Journal of Agricultural and sustainable

www.SID.ir

Archive of SID

production 21(2): 68-75.
12. Eslami Khalili, F., Allah Pirdashti, H., and Motaghiyan, A. 2011. Evaluate the performance of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) in different concentrations and combinations of intercropping through competitive index. Journal of Ecology agriculture 3(1): 94-105.
13. Ghamri Vafa, N., Hamzehi, J., Ahmadivand, G., and Keshtekar, A.H. 2011. Effects of different planting patterns on pH, electrical conductivity, and soil organic matter. The first national conference on issues of modern agriculture, Islamic Azad University, pp: 1-5.
14. Ghanbari, A. 2000. Intercropped wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) as a low-input forage. PhD thesis. Wye Collage University of London. P: 261.
15. Hashemi Dezfoli, A., Abdi, A., and Siyadat, A. 2000. The effect of mixing ratio and planting date on yield and quality of forage and grain intercropping of maize and sunflower in Ahvaz. Journal of crop 2(2): 1-16.
16. Hulugalle, N.R., and M. Gichuru. 1991. Effects of 5 years of no-tillage and mulch on soil properties and tuber yield of cassava on an acid Ultisol in Southeastern Nigeria. IITA Res 1: 13-16.
17. Inal, A., Gunes, A., Zhang, F., and Cakmak, I. 2008. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizo sphere and nutrient concentrations in shoots. Journal of Plant Physiology and Biology 45: 350-356.
18. Irena, M., Andrzej, B., Zuzanna, S., and Tomasz, D. 2012. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. Turkish Journal of Agriculture 36: 217-226.
19. Jafari, A.A., Connolly, V., Frolich, A., and Walsh, E.K. 2003. A note on estimation of quality in perennial ryegrass by near infrared spectroscopy. Irish Journal Agriculture Food Research 42: 293-299.
20. Jin, H., Hongwena, Li., Rabi, G.A., Rasaily, B., Qingjiea, W., Guohuaa, C., Yanboa, S., Xiaodonga Q., and Lnijic, L. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research 113: 48-54.
21. Kjeldahl, J. 1883. New method for the determination of nitrogen in organic substances, Zeitschrift für analytische Chemie 22 (1): 366-383.
22. Koocheki, A.R., Nasiri Mohallati, M., Khoramdel, S., Anvarkhah, S., Sabet Temori, M., and Sanjani, S. 2010. Growth of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in both replacement and Additive intercropping series. Journal of Ecological Agriculture 2(1): 27-36.
23. Mosadeghi, M.R., Afioni, M., and Hemat, A. 2001. Effect of two tillage systems on same properties of physical soil in North Carolina America and compare it with the situation in Iran. Seventh Congress of Soil Science pp: 130-132.
24. Molindo, W.A. 2009. Estimations of NPK in Zero-Tillage Soils Post Soybean (*Glycine max* L.) Merr.) Croppings in Two Locations in Southwestern Nigeria. Agricultural Journal 4 (1): 10-13.
25. Najafinezhad, A., Javaheri, M.A., Gheibi, M., and Rostamia, M.A. 2007. Influence of Tillage Practices on the grain yield of Maize and some soil properties in Maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Science 3(3): 1813-2235.
26. Njoka-Njiru, E.N., Njariu, M.G., Abdolrezak, S.A., and Mureithi, J.G. 2006. Effect of intercropping herbaceous legumes with Napier grass on dry matter yield and nutritive value of the feedstuffs in semi-arid region of Eastern Kenya. Agriculture Tropical ET Subtropical 39 (4): 225-262.
27. Nyborg, M., and Malhi, S. S. 1989. Effect of zero and conventional tillage on barley yield and nitrate content, moisture and temperature of soil in North-Central Alberta. Soil and Tillage Research 15:1-9.
28. Listrom, G.M., Terman, G.L., Dreier, A.F., and Olson, R. A. 2001. Residual nitrate nitrogen in fertilized deep loess-derived soils. Agronomy Journal 60: 477-482.
29. Osundare, B., and Gbadamosi, H.O. 2014. Evaluation of soil Fertility and Maize (*Zea Mays* L.) grin yield performance under conventional and no-tillage systems. International Journal of Scientific and Technology Research 3(7): 281-286.
30. Philipp, A. 2009. What is sustainable agriculture Empirical evidence of diverging views in Switzer land and newzeland? Ecological Economics 68: 1872-1882.
31. Unger, P. W. and Kaspar, T. C.. 1994. Soil compaction and root growth: A review. Agronomy Journal 86: 759-766.
32. Rahimzadeh, R., and 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.
33. Rejaie, M., and Dahmardeh, M. 2014. The Evaluation of Corn and Peanut Intercropping on Efficiency of Use the Environmental Resource and Soil Fertility. Journal of Agricultural Science 6 (4): 99-108.
34. Ramroudi, M., Majnoon Hosseni, N., Hossien zadeh, A., Mazaheri, D., and Hossieni, M. 2011. Effects of cover crops, tillage systems and Nitrogen fertilizer on soil characteristics and forage yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L). Journal of Agriculture 92: 1-23.
35. Rejaie, M. 2013. Evaluation of ecological and agronomic aspects of intercropping of maize (*Zea may*) and peanuts (*Arahis hypoga*) in additive and replacement series. Master Thesis Agro ecology, Faculty of agriculture, University of Zabol. P. 137.

www.SID.ir

Archive of SID

36. Rowell, D.L. 1994. Soil Science: Methods and Application. Longman Scientific and Technical. 350p.
37. Sadri, S., Poryousef, M., and Solemani, A. 2014. Evaluation of essential oil yield and profitability indicators in intercropping *Foeniculum vulgare Mill* and *Trigonella foenum-graecum* L. Agricultural crop management 16(4): 921-932.
38. Safari, A., Asodar, M., Ghaseminejad, M., and 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.
39. SAS, Institute. 2001. SAS/STAT User's Guide, Version 8.2. SAS Institute, Cary, NC
40. Spiegel, H., Dersch, G., Hosch, J., and Baumgarten, A. 2007.Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a long-term field experiment in Austria, Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf organische Substanz und verfügbare Nährstoffe in Boden in einem Langzeitversuch in Österreich, 47-58.
41. Thobatsi, T. 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in an intercropping system. MS.c Thesis. University of Pretoria, 149 P.
42. Vandermeer, J.H. 1989. The Ecology of intercropping. Cambridge University Press/
43. Walkley, A., and Black, I. A. 1934. An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Science 37:29-37.
44. Willey, R.W. 1979. Intercropping: its importance and its needs pt. 2 agronomic relationships, Field Crop Abstract 32: 73-85.
45. Zhang, F.S., and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping system enhance crop productivity and nutrient use efficiency. Plant Soil 248: 305-312.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 2, Summer. 2017, p. 311-322

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۶، ص. ۳۲۲-۳۱۱

Effects of Tillage Systems on Changes of Soil Nutrients, Yield and Land Equivalent Ratio in Roselle – Green Gram Intercropping

A. Hodiani mehr[1]- M. Dahmardeh[2*]- I. Khammari[2]- M. R. Asgharipoor[3]

Received: 17-07-2015
Accepted: 20-01-2016

Introduction: Intercropping is one of the components of sustainable agriculture and as part of crop rotation in the design of sustainable system. One of the benefits of intercropping is greater use of available resources. The aims of this study were to evaluate different tillage systems and cropping patterns of Roselle and Green Gram on some soil nutrients and the use efficiency of environmental resources**.** Usually, intercropping used at Low fertility soil with low input conditions in the tropics region. Bahrani *et al*. (2007) reported that no tillage systems compared with conventional tillage with crop residue, were increased soil organic carbon content in maize production. Ramroudi *et al*. (2011) expressed conventional tillage reduced amount of nitrogen compared to no tillage system.

Material and Methods: The research was conducted at Zabol city. Split plot experiment performed based on a randomized complete block design with three replications. Main plot was three levels of tillage system (zero (without plowing), reduced (disk) and conventional tillage (disc plow)) and sub plot was planting ratio with five levels (pure culture of Roselle, pure culture of Green gram, 50% roselle+50% green gram, 25% roselle+75% green gram, 75% roselle+25% green gram) were considered. Preparing the ground in mid-June 2012, according to the type of plowing was performed**.** For comparison of means were used by Duncan's test at 5% probability.

Results and Discussion: The effects of tillage systems, planting ratios and interaction of tillage systems × planting ratio on soil organic carbon and nitrogen were very significant. The highest and lowest levels of organic carbon were obtained in zero tillage (1.14%) and conventional tillage systems (0.63 %), respectively. The highest and lowest nitrogen of soil after harvest, of pure culture of Green gram (0.11 %) and 75 % of Roselle + 25% Green gram intercropping (0.06 %) were obtained respectively, Tillage system could not affected the amount of magnesium of soil after harvest. The comparison of means showed that the highest and the lowest magnesium content were observed in conventional tillage (17.9 ppm) and zero tillage (16.7 ppm) respectively, (Table 2). The calcium amount in a pure culture of green gram (17.9 ppm) was higher than the net cultivation of Roselle (15.5 ppm). The Most of potassium soil of intercropping 25 % Roselle +75% green gram (480.1 ppm) and the lowest amount of pure cultures of Roselle (401.8 ppm), were obtained (Table 2). Bohrani *et al.,* (2) were reported that no tillage systems compared with conventional tillage with crop residue have increases soil organic carbon content. With the increase of Roselle in intercropping reduced soil potassium and with increase the proportion of green gram in intercropping, potassium was increased. Tillage systems, planting ratio and interactions (tillage system × planting ratio) had a significant effect on soil water content and soil temperature. Comparison of means showed that maximum and minimum soil water content of the soil related to the zero tillage (18.6 %) and conventional tillage (12.6 %). soil water content pure culture of green gram was the greater than intercropping and pure culture of Roselle. Soil temperature in pure culture of Roselle was greater than of pure culture of green gram. Effect of planting ratio was significant on LER in 1% probability level. The highest and lowest of LER was obtained in 75 %green gram + 25% (1.36) and 25 % green gram +75 % Roselle (1.15). Beheshti and Soltaniyan (2012) reported that LER in various combinations of sorghum and beans intercropping was higher than of unit.

Conclusions: Investigation showed that the zero tillage treatments and intercropping increased the efficiency of environmental resources and improved the soil nutrient, significantly. The highest LER was achieved 75% green gram + 25% Roselle, which is indicative of the excellence of intercropping compared to monoculture. The amount of organic carbon has shown an increase in soil fertility using zero tillage and increase percent of green gram in intercropping**.** The results showed that zero tillage systems, monoculture green gram and intercropping had soil water content more than conventional tillage systems and monoculture Roselle.

Keywords: Land equivalent ratio, Nitrogen, Soil temperature

1- MSc. student of Agro ecology, Faculty of agriculture, University of Zabol
2- Associate professor of Agro ecology, Faculty of agriculture, University of Zabol
3- Assistance professor of physiology, Faculty of agriculture, University of Zabol
(*- Corresponding Author Email: dahmard@yahoo.com)

www.SID.ir