اثرات کود دامی و الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Phasaeolous vulgaris*)

محمدعلی کریمیان*[۱]، بهروز میر[۲]، فاطمه بیدرنامنی[۱]، عباس کشتگر[۳]

۱- پژوهشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، معاونت پژوهشی و فناوری، دانشگاه زابل، ایران
۳- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران
* مسئول مکاتبه: Mohammadkarimian1350@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۷ **DOI: 10.22034/csrar.2020.119091**

چکیده

برای بررسی اثرات کود دامی و الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارها شامل ۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی در کرت‌های اصلی و الگوهای مختلف کشت مخلوط (خالص چای ترش، خالص لوبیا چشم‌بلبلی، ۷۵٪ چای ترش + ۲۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی،۵۰٪ چای ترش + ۵۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که در چای ترش بیشترین ارتفاع بوته، تعداد میوه در بوته، عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی و در لوبیا چشم‌بلبلی حداکثر تعداد غلاف در بوته، عملکرد اقتصادی، عملکرد زیستی، درصد پروتئین دانه از کشت خالص همراه با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد. بالاترین میزان آنتوسیانین و کربوهیدرات چای ترش از کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کشت مخلوط ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی حاصل شد. بالاترین شاخص برداشت در چای ترش از کشت ۷۵٪ چای ترش + ۲۵٪ لوبیا و در لوبیا چشم‌بلبلی از کشت خالص آن همراه با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، پروتئین، حبوبات، کود حیوانی، عملکرد اقتصادی

مقدمه

امروزه روند رو به افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط زیست در اثر کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روش‌های رایج تولید مواد غذایی در جهان موجب توجه و ترغیب محققان به بخش کشاورزی پایدار گردیده است (Avis *et al.*, 2008). کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح منابع کشاورزی اطلاق می‌شود که در ضمن رفع نیازهای در حال تغییر بشری، کیفیت محیط زیست و ظرفیت منابع آب و خاک را نیز حفظ می‌کند (Philipp, 2009). یکی از روش‌های ایجاد پایداری و حفظ سلامت تولید در بوم نظام‌های کشاورزی استفاده از روش‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط به‌عنوان یکی از شیوه‌های زراعی هم‌راستا با اهداف اکولوژیک (Raei *et al.*, 2011)، افزایش کارایی مصرف منابع (Darbaghsahi *et al.*, 2012) و پایداری عملکرد (Mushagalusa *et al.*, 2012)را به همراه دارد. کشت مخلوط به دلیل فراهم نمودن شرایط، به‌منظور استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش تداخل علف‌های هرز، حشرات و آفات، اغلب بازده بیشتری نسبت به تک‌کشتی اجزای خود دارد (Echarte *et al.*, 2011).

به‌منظور کاهش اثرات سوءمصرف نهاده‌های شیمیایی می‌توان کودهای شیمیایی را با مصرف کودهای زیستی از جمله کود حیوانی، کمپوست و کود سبز جایگزین کرد (Ghosh *et al.*, 2004). کود دامی ضمن افزودن و در دسترس قراردادن مجموعه‌ای از عناصر غذایی پرمصرف (N, P, K, Ca, Mg, S) و عناصر کم‌مصرف (Fe, Cu, Mn, B) با بهبود ساختمان خاک و همچنین با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت باعث ایجاد بستر مناسب برای رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد سبزینگی گیاهان می‌شود (Ghosh *et al.*, 2004). در پژوهش انجام شده در مورد زنیان ملاحظه شد که با افزایش مقدار کود دامی، عملکرد دانه افزایش می‌یابد و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد ۳۰ تن در هکتار به دست آمد (Akbarinia *et al.*, 2004).

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa*) یک گیاه دارویی متعلق به خانواده پنیرک Malvaceae است که از قدیم‌الایام به‌عنوان دارو استفاده می‌شده و هم‌اکنون نیز

به‌عنوان گیاه دارویی موردتوجه است (Aziz Eman *et al.*, 2007) در ایران بیشتر به چای قرمز، چای مکی و چای ترش معروف می‌باشد. بیش از ۳۰۰ گونه این گیاه در سرتاسر جهان و در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر یافت می‌شود. موطن اصلی این گیاه غرب آفریقا می‌باشد و امروزه در غرب آسیا، آمریکا، استرالیا و بسیاری از کشورها کشت می‌شود. به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد، زیبایی و کاربردهای گوناگون، کشت آن در سراسر جهان رو به گسترش است (Ali *et al.*, 2005).

لوبیا چشم‌بلبلی با نام علمی (*Phasaeolous vulgaris*) گیاهی علفی، یک‌ساله، سه کربنه، روز کوتاه، سازگار به درجه حرارت‌های بالا (۲۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و در دامنه وسیعی از انواع خاک‌ها رشد کرده و توانایی تثبیت نیتروژن در خاک‌هایی با بیش از ۸۵ درصد شن و کمتر از ۰/۲ درصد ماده آلی را دارد و در خاک‌های فقیر از لحاظ میزان فسفر، به‌خوبی رشد می‌کند (Kolawale *et al.*, 2000). بهترین رشد گیاه در اسیدیته ۸/۳-۵/۵ می‌باشد، به شوری مقاومت کمی داشته ولی به مقادیر آلومینیوم در خاک مقاومت نشان می‌دهد (Hector and Jody, 2002). لوبیا چشم‌بلبلی مقاومت بالایی به سایه داشته و در مخلوط با ذرت، سورگوم و نیشکر مناسب می‌باشد (Singh *et al.*, 2003). با عنایت به قابلیت تثبیت نیتروژن و سازگاری آن در کشت مخلوط یک گیاه مناسب در توسعه کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Carsky *et al.*, 2001).

باتوجه‌به مزایای کشت مخلوط به علت استفاده بهینه از منابع محیطی، نقش مواد آلی در بهبود فیزیک خاک و تأمین مواد غذایی، این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات کود دامی و الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی انتخاب شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه آموزشی - پژوهشی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. شهرستان زهک در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا قرار دارد. میانگین درازمدت بارندگی در منطقه ۶۳ میلی‌متر و متوسط تبخیر سالیانه ۴۵۰۰-۴۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالیانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد با حداکثر ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق ۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. تعداد روزهای آفتابی بیش از ۲۹۰ روز در سال گزارش شده است که حداکثر تابش آفتاب به میزان ۱۴ ساعت در روز در خردادماه و حداقل تابش روزانه ۱۰/۴ ساعت در دی‌ماه می‌باشد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و کود دامی مورداستفاده در این مطالعه در جداول (۱ و ۲) ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل صفر، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی و تیمارهای فرعی، الگوهای مختلف کشت مخلوط (٪۱۰۰ چای ترش، ۱۰۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۷۵٪ چای ترش + ۲۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۵۰٪ چای ترش + ۵۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا چشم-بلبلی) بود. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی، کرت‌های فرعی به ابعاد ۳×۳ متر ایجاد گردید. فاصله ردیف‌ها در کشت خالص ۶۰ سانتی‌متر و در کشت مخلوط ۳۰ سانتی‌متر بود. بذور دو گیاه قبل از کاشت با سم قارچ‌کش تبوکونازول (راکسیل) ضدعفونی شد. عملیات کاشت هر دو گیاه به‌صورت هیرم‌کاری در ۱۰ فروردین انجام شد. در مراحل اولیه رشد، آبیاری با دور کوتاه و در مراحل بعد به طور یکنواخت و با توجه به نیاز گیاهان انجام شد، مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز در دو نوبت انجام گرفت.

عملیات برداشت دو گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح یک مترمربع انجام شد. بوته‌ها از سطح زمین قطع، کدگذاری و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، طول گل‌آذین، تعداد میوه در بوته، وزن خشک بوته (عملکرد زیستی)، وزن خشک کاسبرگ (عملکرد اقتصادی) برای چای ترش و صفات طول ساقه، تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن خشک بوته (عملکرد زیستی) و وزن دانه‌ها (عملکرد اقتصادی) برای لوبیا چشم‌بلبلی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری کربوهیدرات برگ چای ترش، پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به ۰/۲ گرم بافت تازه‌ی نمونه و قراردادن در حمام بن ماری به مدت یک ساعت با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۱ میلی‌لیتر فنول ۰/۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به ۱ میلی‌لیتر از این محلول اضافه شد و جذب آن در طول موج ۴۸۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد، مقدار کربوهیدرات استخراجی بر اساس میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر نمونه و مطابق منحنی استاندارد گلوکز به دست آمد (Clairmont *et al.*, 1986). محتوای آنتوسیانین کاسبرگ چای ترش به روش (Wagner, 1979) اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد نیتروژن دانه از روش کجلدال استفاده شد و از حاصل‌ضرب درصد نیتروژن دانه در عدد ۶/۲۵ میزان پروتئین دانه به دست آمد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد زیستی محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت، رسم جداول با استفاده از نرم‌افزار Word انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physico-chemical properties of the soil in experimental site

بافت خاک Soil Texture	ماده آلی (٪) Organic matter	نیتروژن (٪) Nitrogen	فسفر Phosphorus (mg/kg)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
لوم شنی Sandy loam	0.73	0.13	6.21	297.56	7.8	1.6

جدول۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی مورد استفاده در آزمایش

Tabel 2- Chemical properties of manure used in the experiment

هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن Nitrogen (٪)	فسفر Phosphorus (mg/kg)	پتاسیم Potassium (mg/kg)
12.2	8.4	0.78	1194.5	745.53

نتایج و بحث

صفات چای ترش

ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و تعداد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و تعداد میوه در بوته تحت تأثیر کود دامی، نسبت‌های کاشت و برهم‌کنش آنها قرار گرفت (جدول ۳). بالاترین ارتفاع بوته چای ترش برابر با ۱۶۰/۸ سانتی‌متر از کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کشت خالص چای ترش به دست آمد (جدول ۴). نعمتی و دهمرده (Nemati and Dahmardeh, 2015) نیز افزایش ارتفاع چای ترش را در اثر مصرف کود دامی گزارش کردند. در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای و ماشک (*Vicia ervilia*) نیز مشاهده گردید که ارتفاع بوته سورگوم در کشت‌های خالص بیشتر از کشت‌های مخلوط بود (Arje, 2007). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج تحقیق سودمندی کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و ماش در شرایط مصرف سطوح مختلف کود دامی مطابقت دارد (Khatamipour *et al.,* 2014). بیشترین تعداد شاخه جانبی برابر با ۴/۶۳ با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و نسبت کاشت ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا حاصل شد (جدول ۴). در تحقیق اثرات محلول‌پاشی متانول و کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش در تراکم‌های مختلف، بیشترین تعداد شاخه (۵/۱۱) با مصرف ۵۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (Parsaiemehr *et al.,* 2014). در بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا بر عملکرد، اجزای عملکرد، تنوع و تراکم علف‌های هرز بیشترین تعداد شاخه جانبی در بوته از کشت خالص کلزا به دست آمد (Koocheki *et al.,* 2014) در ارزیابی عملکرد و شاخص-های سودمندی در نسبت‌های کشت مخلوط نخود و کلزا بالاترین تعداد شاخه جانبی از نسبت کشت ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ (نخود: کلزا) حاصل شد (Namdari and Mahmoudi, 2013). حداکثر تعداد میوه در بوته برابر با ۲۹/۲۴ از تیمار مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی+کشت خالص چای ترش به دست آمد (جدول ۴). رئیسی (Raeesi, 2009) افزایش تعداد کپسول در بوته چای ترش ناشی از مصرف کودهای دامی را گزارش کرد. به نظر می‌رسد که بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه و همچنین افزایش دسترسی آن به آب در اثر بهبود خواص فیزیکی خاک برخوردار از کودهای دامی، باعث افزایش قدرت رشد گیاه، تعداد گل و به دنبال آن تعداد میوه در بوته می‌شود. در تحقیق ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود بیشترین تعداد برگه از کشت خالص سیاهدانه به دست آمد (Gholinejad and Rezaei- Chiyaneh, 2014) در تحقیق اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاودانه اثر متقابل تیمارها بر تعداد نیام در بوته گاودانه معنی‌دار نبود (Najafi *et al.,* 2013).

طول گل‌آذین

مقادیر مختلف کود دامی بر طول گل‌آذین چای ترش معنی‌دار نبود ولی سیستم‌های کاشت و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). حداکثر طول گل‌آذین برابر با ۵۸/۳۴ سانتی‌متر با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی و نسبت کاشت ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا حاصل شد (جدول ۴). در ارزیابی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک کشت مخلوط گوار و آفتاب‌گردان تحت سطوح مختلف کود نیتروژن بیشترین قطر طبق آفتاب‌گردان از نسبت کاشت ۷۵٪ گوار + ۲۵٪ آفتاب‌گردان حاصل شد (Momen keykha, 2014). در کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و ماش بالاترین طول پانیکول ارزن از تیمار ۴۵٪ ماش+۱۰۰٪ ارزن همراه با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (Khatamipour *et al.,* 2014).

عملکـرد اقتصادی و زیستی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن است که عملکـرد اقتصادی و زیستی چای ترش تحت تأثیر مقادیر کود دامی و نسبت‌های کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۳). بالاترین عملکـرد اقتصادی و زیستی چای ترش به ترتیب مقدار ۷۲۵/۳ و ۱۷۳۶۰ کیلوگرم در هکتار با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی + کشت خالص چای ترش به دست آمد (جدول ۴). کود دامی از مهم‌ترین منابع انرژی و مواد غذایی اکوسیستم خاک به شمار می‌رود و از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود (Fallahi *et al.,* 2009). بررسی اثر مصرف کود دامی بر کمیت و کیفیت عملکرد زیره سبز نشان داد که تعداد چتر در بوته، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کود دامی افزایش یافت (Ahmadian *et al.,* 2004). در تحقیق ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود بالاترین عملکرد سیاهدانه از کشت خالص آن به دست آمد (Gholinejad and Rezaei-Chiyaneh, 2014). در تحقیق اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاودانه اثر متقابل تیمارها بر عملکرد دانه گیاه گاودانه معنی‌دار نبود (Najafi, et *al.,* 2013) بررسی تأثیر کود گاوی بر کشت مخلوط جو و ماشک نشان داد که کود گاوی باعث افزایش عملکرد علوفه گردید (Yolcu *et al.,* 2010). در کشت مخلوط سویا و ارزن معمولی افزایش عملکرد بیولوژیک ارزن معمولی از کشت خالص گزارش شد (Ahmadvand and Hajinia, 2015). در کشت مخلوط ارزن و ماش اثر متقابل کود دامی و نسبت کاشت بر عملکرد بیولوژیک ارزن معنی‌دار بود (Khatamipour *et al.,* 2014).

شاخص برداشت

سطوح مختلف کود دامی بر شاخص برداشت چای ترش معنی‌داری نبود، ولی نسبت‌های کشت و اثر متقابل کود دامی و الگوهای کاشت بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و الگوی کاشت ۷۵٪ چای ترش + ۲۵٪ لوبیا بالاترین درصد شاخص برداشت (۸/۲۵٪) را داشت. (جدول ۴). صفت شاخص برداشت نشان‌دهنده‌ی چگونگی توزیع مواد پرورده بین اندام‌های رویشی و دانه گیاهان می‌باشد، بنابراین هر عاملی که مقادیر این توزیع را تغییر دهد، باعث تغییر در شاخص برداشت می‌شود (Majidian *et al.,* 2008). بیشتر بودن شاخص برداشت نشان‌دهنده‌ی این است که تخصیص مواد فتوسنتزی بین مخزن‌های اقتصادی نسبت به دیگر مخزن‌های موجود در گیاه بیشتر بوده است (Naghizade, *et al.,* 2012). به‌طورکلی، علت افزایش محصول در زراعت مخلوط را می‌توان به استفاده بهتر و کاراتر گیاهان از عوامل محیطی مانند آب، مواد غذایی و نور نسبت داد. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.,* 2014) بیان داشتند که حداکثر شاخص برداشت گندم در الگوی چهار ردیف گندم + چهار ردیف کلزا به دست آمد.

آنتوسیانین کاسبرگ و کربوهیدرات برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای اصلی کود دامی، نسبت کشت و اثر متقابل آنها بر میزان آنتوسیانین کاسبرگ و کربوهیدرات برگ چای ترش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین میزان آنتوسیانین و کربوهیدرات چای ترش به ترتیب برابر ۲۷ میکرومول برگرم وزن تر و ۸۳۱/۴ میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر از مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی و آرایش کشت ۲۵٪ چای ترش+۷۵٪ لوبیا به دست آمد (جدول ۴). آنتوسیانین ترکیب گلیکوزیدی است که وجود قند برای تشکیل آن‌ها ضروری می‌باشد. استفاده از کودهای دامی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش جذب عناصر توسط ریشه‌ها، تولید پیکر رویشی بیشتر و سطح فتوسنتزی بالاتر، تولید کربوهیدرات بیشتر و در نهایت سبب افزایش تولید آنتوسیانین می‌گردد (Hapkins, 1999). جندی و همکاران (Gendy *et al.,* 2012) و ابراهیم‌زاده آبدشتی و همکاران (Ebrahimzadeh Abdashti, *et al.,* 2016) نتایج مشابهی را در چای ترش گزارش کرده‌اند. افزایش آنتوسیانین در کشت مخلوط احتمالاً به دلیل استفاده بیشتر از منابع محیطی می‌باشد، همچنین گیاه چای ترش در کشت مخلوط از نیتروژن تثبیت شده توسط لوبیا چشم‌بلبلی استفاده می‌کند. عبدل کادر(Abdel- Kader, 2012) در کشت مخلوط چای ترش و گوار گزارش کرد که میزان آنتوسیانین در کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی بود. دلیل افزایش کربوهیدرات برگ چای ترش با مصرف کود دامی و الگوهای کشت را می‌توان اصلاح بافت خاک و آزادسازی تدریجی نیتروژن قابل جذب در خاک دانست، زیرا وقتی‌که نیتروژن به‌تدریج جذب گیاه شود باعث تشدید فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه و ذخیره کربوهیدرات‌ها در اندام‌های گیاه می‌گردد. در تحقیق تأثیر کاربرد کودهای زیستی و کود دامی بر عملکرد اقتصادی و ویژگی‌های کیفی چای ترش، تیمارهای ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بالاترین میزان کربوهیدرات را نشان دادند (Nemati and Dahmardeh, 2015).

صفات لوبیا چشم‌بلبلی

طول ساقه، تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته

تأثیر مقادیر مختلف کود دامی، آرایش کاشت و برهم‌کنش آنها بر طول ساقه، تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته در سطح یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۵). حداکثر طول ساقه در شرایط استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود دامی و نسبت کشت ۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ چای‌ترش به دست آمد (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس کود دامی و کشت مخلوط بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش

Table 3- Analysis of variance of manure and intercropping on quantitative and qualitative yield of Roselle

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	طول گل آذین Inflorescences length	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	عملکرد اقتصادی Economic yield	عملکرد زیستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	آنتوسیانین Anthocyanin	کربوهیدرات Carbohydrate
تکرار Replication	2	122.111^{ns}	0.008^{ns}	18.799^{ns}	7.596^{ns}	2018.84^{ns}	232658.33^{ns}	0.389^{ns}	9.3^{ns}	87.884^{ns}
کود دامی Manure	2	275.444**	5.763**	20.116^{ns}	48.745**	39556.549**	19978975**	0.56^{ns}	68.25**	144366.14**
خطای اصلی Main error	4	32.87	0.129	15.905	4.685	1293.674	774959.481	0.183	2.815	198.266
سیستم کشت Sowing system	3	649.583**	1.551**	393.711**	39.691**	93189.417**	14908818.519**	11.724**	135.213**	15323.58**
کود دامی × سیستم کشت Manure × Sowing system	6	1092.889*	2.333**	149.047**	42.19**	27534.326**	18990237.963**	8.293**	16.324**	1068.001**
خطای فرعی Sub error	18	26.361	0.012	11.374	2.235	748.738	503983.34	0.18	1.32	51.671
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	4.06	10.38	7.09	6.17	5.28	7.24	9.5	7.96	2.04

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

**, * and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non significant, respectively

جدول۴- مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی چای ترش تحت تاثیر اثر متقابل کود دامی و نسبت‌های کاشت

Table 4- Mean comparison of quantitative and qualitative yield of Roselle Under the influence of interaction manure and intercropping system

تیمارهای آزمایشی Treatments	ارتفاع بوته (cm) Plant height	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branches	طول گل آذین (cm) Inflorescences length	تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	عملکرد اقتصادی Economic yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد زیستی Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	آنتوسیانین میکرومول بر گرم وزن تر Anthocyanin ($\mu mol.g^{-1}$)	کربوهیدرات میکروگرم گلوکز بر گرم وزن تر Carbohydrate ($\mu g.g^{-1}$)
M_1I_1	131.5de	1.27f	34.16g	22.48d	412.7ef	10580ef	3.01de	13.34d	521.8g
M_1I_2	124.4ef	2.33e	35.97g	21.96d	410.8ef	10320ef	3.36d	16.67c	541.1g
M_1I_3	115.5f	3.06d	39.89fg	18.85e	386fg	9580fg	2.38e	17c	620.1f
M_1I_4	115f	3.08d	42.35ef	17.62e	348g	8276fg	2.36e	18.34c	642.7f
M_2I_1	151.3ab	3.25cd	52bcd	25.31bc	528.3d	12820cd	4.84bc	18.5c	643.9f
M_2I_2	149bc	3.5cd	53.67abc	24.23cd	501.2d	12580cd	4.9bc	19c	682.2e
M_2I_3	140.2cd	3.75bc	58ab	24.1cd	454e	11470de	4.7bc	23.38b	700.8e
M_2I_4	137.6d	3.8bc	58.34a	22.63cd	425.2ef	11250de	4.45c	23.5b	738d
M_3I_1	160.8a	4.27ab	46de	29.24a	725.3a	17360a	5.5b	24.35ab	797.6c
M_3I_2	159ab	4.28ab	49.45cd	28.65a	683ab	14610b	8.25a	25.67ab	794.7b
M_3I_3	158ab	4.33ab	50.22cd	28.6a	654.4b	13720bc	5.20bc	26ab	810.7ab
M_3I_4	153.5ab	4.63a	50.75cd	27.13ab	602c	13260bc	5.01bc	27a	831.4a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means per column followed by same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's Test.

M_1،M_2 و M_3 به ترتیب معادل صفر، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی و I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب معادل کشت خالص چای ترش، کشت مخلوط ۷۵٪ چای ترش + ۲۵٪ لوبیا، کشت مخلوط ۵۰٪ چای ترش + ۵۰٪ لوبیا و کشت مخلوط ۲۵٪ چای ترش + ۷۵٪ لوبیا

M_1: control (0 without using Manure), M_2: 20 tons per hectare Manure and M_3: 30 tons per hectare Manure I_1: Monoculture Roselle, I_2: %75 Roselle + %25 Cowpea, I_3: %50 Roselle + %50 Cowpea, I_4: %25 Roselle + %75 Cowpea

در تحقیق سودمندی کشت مخلوط کنجد - لوبیا چشم‌بلبلی در تیمارهای مختلف کودی بیشترین ارتفاع بوته لوبیا از نسبت ٪۷۵ کنجد + ٪۲۵ لوبیا به دست آمد (Aminifar *et al.,* 2017) شنبلیله در کشت مخلوط با زیره سبز فشار رقابتی کمتری را نسبت به کشت خالص تحمل کرده و در نتیجه رشد رویشی و ارتفاع شنبلیله افزایش یافت (Rezvani Moghaddam and Moradi, 2013). آدویه و همکاران (Adeoye *et al.,* 2011) و ریحان و امیر اصلانی (Reyhan and Amiraslani, 2006) نیز بهبود عوامل گیاهی را در شرایط کاربرد کودهای آلی، با افزایش سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم مرتبط می‌دانند. بیشترین تعداد شاخه فرعی برابر با ۶/۵ در شرایط استفاده از ۳۰ تن در هکتار کود دامی و ۲۵٪ لوبیا + ۷۵٪ چای ترش به دست آمد (جدول ۵). اثر متقابل کود دامی و نسبت‌های کاشت نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۰/۴۲) از کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کشت خالص لوبیا به دست آمد که با ۷۵٪ لوبیا + ۲۵٪ چای ترش در یک گروه قرار دارد (جدول ۶). تعداد غلاف در گیاه مهم‌ترین ویژگی تعیین‌کننده عملکرد لوبیا و حساس‌ترین جزء عملکردی آن می‌باشد (Scarisbrick *et al.,* 1977). بالاترین تعداد غلاف در کشت خالص لوبیا در مقایسه با کشت مخلوط ذرت – سویا و ذرت – لوبیا توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Rezends and Ramalho, 1994). با توجه به کاهش تراکم لوبیا در کشت مخلوط تعداد غلاف در بوته افزوده شده است، دلیل آن فضای بیشتری است که در اختیار هر بوته لوبیا قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست‌آمده توسط حسینی و همکاران (Hosseini *et al.,* 2004) در مورد عملکرد و اجزای عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط این مطالب را مورد تأیید قرار می‌دهد.

طول غلاف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای کود دامی، نسبت‌های مختلف کاشت و برهم‌کنش آنها بر صفت طول غلاف لوبیا چشم‌بلبلی معنی‌دار نبود (جدول ۵).

تعداد دانه در غلاف

سطوح مختلف کود دامی، نسبت‌های کاشت و اثر متقابل این تیمارها بر صفت تعداد دانه در غلاف معنی‌داری بود (جدول ۵). بیشترین تعداد دانه در غلاف (۱۵/۸۳) از تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کشت مخلوط ۲۵٪ لوبیا + ۷۵٪ چای ترش و کمترین آن (۷/۶۷) از تیمار بدون اعمال کود دامی و کشت خالص لوبیا حاصل شد (جدول ۶). جهت بهبود عملکرد لوبیا باید به تعداد دانه در غلاف توجه داشت زیرا این عامل با عملکرد لوبیا همبستگی دارد (Jindal and Gupta, 1984). گزارش شده است تعداد دانه در غلاف در کشت مخلوط کمتر از کشت خالص است ولی در مخلوط و خالص از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارد (Zaffaroni *et al.,* 1991). در کشت مخلوط ارزن دم روباهی و ماش در شرایط مصرف کود دامی بیشترین تعداد دانه در نیام از تیمار ۱۵٪ ماش + ۱۰۰٪ ارزن همراه با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (Khatamipour *et al.,* 2014).

عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی تحت تأثیر کود دامی، نسبت‌های کاشت و برهم‌کنش آنها قرار گرفت (جدول ۵). بالاترین مقدار عملکرد اقتصادی و عملکرد زیستی لوبیا چشم‌بلبلی به ترتیب ۱۸۰۱ و ۹۹۹۷ کیلوگرم در هکتار با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی + کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی به دست آمد (جدول۶). عملکرد بیشتر دانه لوبیا چشم‌بلبلی می‌تواند به دلیل اثرات مثبت کود دامی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نظیر بهبود تخلخل، حفظ رطوبت خاک و همچنین قابلیت جذب بالای گیاه برای عناصر غذایی باشد. گاستاو و همکاران (Gustave *et al.,* 2008) افزایش تولید در کشت مخلوط را به‌سرعت رشد بیشتر و استفاده بهتر از منابع در دسترس به دلیل تفاوت گونه‌ها نسبت دادند. گزارش شده است که در کشت مخلوط ارزن و لوبیا مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و علوفه خشک دو گیاه ارزن و لوبیا دارند (Tavassolli *et al.,* 2010). در تیمار کشت خالص، به دلیل عدم وجود رقابت بین‌گونه‌ای امکان رشد بیشتری را برای بوته‌ها فراهم نموده و بوته‌ها با اشغال فضاهای خالی مانع رشد علف‌های هرز شده و در نتیجه بر وزن خشک آن افزوده می‌گردد. عملکرد بیولوژیک ذرت در کشت مخلوط با یونجه در مقایسه با کشت خالص کاهش داشته است (Zhang *et al.,* 2011). در کشت مخلوط ماشک با یولاف، عملکرد بیولوژیک هر یک از گیاهان کشت شده در مخلوط این دو گیاه به طور معنی‌داری نسبت به کشت خالص آنها کاهش یافته است (Tuna and Orak, 2007).

شاخص برداشت

تیمارهای کود دامی، نسبت‌های کشت و اثر متقابل آنها بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مقدار شاخص برداشت برابر با ۴۹/۳۷ درصد از کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی + کشت خالص لوبیا به دست آمد (جدول ۶). علت افزایش شاخص برداشت گیاه لوبیا می‌تواند به سبب اثرات مطلوب کود دامی بر روی خاک مانند افزایش مواد آلی خاک، بهبود ساختمان خاک و ظرفیت بالای نگهداری آب در خاک باشد.

جدول۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی تحت تأثیر کود دامی و کشت مخلوط

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) for quantitative and qualitative yield of Cowpea affected as manure and intercropping

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول ساقه Stem length	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branche	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	طول غلاف Pod length	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد زیستی Biologinal yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه Seed protein
تکرار Replication	2	1.896^{ns}	0.092^{ns}	0.474^{ns}	0.669^{ns}	0.311^{ns}	5040.083^{ns}	536969.44^{ns}	3.349^{ns}	1.382^{ns}
کود دامی Manure	2	764.868**	5.428**	29.568**	6.705^{ns}	23.861**	107587**	11505636.12**	81.780*	51.563**
خطای اصلی Main error	4	4.159	0.265	1.739	3.81	1.666	29878.33	333948.148	20.860	14.105
سیستم کشت Sowing system	3	324.076**	3.766**	47.02**	1.505^{ns}	6.729*	252520.519**	16805573.148**	840.860**	40.311**
کود دامی × سیستم کشت Manure × Sowing system	6	110.592**	4.658**	50.822**	5.179^{ns}	17.833**	942220.852**	21312406.481**	2050.196**	12.651**
خطای فرعی Sub error	18	3.226	0.053	0.823	1.88	0.993	16100.991	174948.611	3.898	0.579
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	3.33	12.75	9.94	10.99	11.75	11.9	12.55	14.05	4.44

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ درصد و غیر معنی‌دار

**, * and ns are significant at 1 and 5% probability levels and non significant, respectively

جدول۶- مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر اثر متقابل کود دامی و نسبت‌های کاشت

Table 6- Mean comparison of quantitative and qualitative yield of Cowpea Under the influence of interaction manure and intercropping system

تیمارهای آزمایشی Treatments	طول ساقه Stem length (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branche	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod	عملکرد اقتصادی Economical yield (kg.ha-1)	عملکرد زیستی Biologinal yield (kg.ha-1)	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)
M_1I_1	40.7g	2.45f	11.32de	7.67f	734.3def	3283de	21.12d	16.07d
M_1I_2	49.36f	2.5f	10.5ef	8.66ef	687.3def	3033de	20.34de	14.6e
M_1I_3	56.33e	2.71f	8.5fg	9def	607ef	2433e	12.85ef	13.65ef
M_1I_4	54.07e	3.3ef	8g	9.5def	517f	2334e	10.07f	12.53f
M_2I_1	57.67e	3.75de	13.17cd	10.17de	1217c	4000d	32.48c	17.10d
M_2I_2	62.1d	4de	13cd	10.5cde	911.7d	3750d	32.12c	16.79d
M_2I_3	67.17bc	4de	12.17cde	11.17cd	905.5d	3433de	23.5d	16.30d
M_2I_4	66.33c	4.16cde	11.67de	11.33cd	763de	3380de	21.59d	16.23d
M_3I_1	69.5abc	4.58bcd	20.42a	11.5cd	1801a	9997a	49.37a	22.18a
M_3I_2	70.07abc	5bc	19.34a	12.67bc	1643a	8967b	41.88ab	21.73a
M_3I_3	71.43a	5.5b	17b	13.84ab	1600ab	5517c	37.43bc	20.15b
M_3I_4	70.8ab	6.5a	14.17c	15.83a	1414bc	5117c	36.09bc	18.47c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means per column followed by same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's Test.

M_1، M_2 و M_3 به ترتیب معادل صفر، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی و I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب معادل کشت خالص لوبیا چشم بلبلی، کشت مخلوط ۷۵٪ لوبیا + ۲۵٪ چای ترش، کشت مخلوط ۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ چای ترش و کشت مخلوط ۲۵٪ لوبیا + ۷۵٪ چای ترش

M_1: control (0 without using Manure), M_2: 20 tons per hectare Manure and M_3: 30 tons per hectare Manure I_1: Monoculture Cowpea, I_2: %75 Cowpea + %25 Roselle, I_3: %50 Cowpea + %50 Roselle, I_4: %75 Roselle %25 Cowpea +

درصد پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کود دامی، نسبت-های کاشت و برهم‌کنش تیمارها بر پروتئین دانه لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). بالاترین درصد پروتئین دانه برابر با ۲۲/۱۸ درصد از کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی + کشت خالص لوبیا حاصل شد (جدول ۶). افزایش غلظت پروتئین دانه لوبیا پس از کاربرد کود دامی را می‌توان به افزایش جذب نیتروژن، فسفر، روی، آهن، منگنز، مس و غیره نسبت داد زیرا غلظت‌های این عناصر در کود دامی بیشتر از خاک بود (جدول‌های ۱ و ۲)؛ لذا بهبود تغذیه گیاه سبب افزایش تشکیل پروتئین گردیده است (Marschner, 2003). در تحقیق اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاودانه بالاترین پروتئین خام دانه لوبیا در شرایط کاربرد ۶۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد ولی اثر متقابل تیمارها بر پروتئین خام دانه لوبیا معنی‌دار نبود (Najafi, 2013) با توجه به جدول ۶ که کاهش عملکرد اقتصادی لوبیا در کشت مخلوط با چای ترش را نشان می‌دهد، بر اساس نظر مارشنر (Marschner, 2003) افزایش غلظت پروتئین دانه لوبیا در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد به‌عبارت‌دیگر سرعت تشکیل دانه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کود دامی و کشت مخلوط ویژگی‌های کمی و کیفی چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی را افزایش داد، زیرا کود دامی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، محتوای رطوبتی و فراهمی عناصر غذایی در خاک، موجب رشد و توسعه بهتر گیاه می‌شود. بهره‌گیری از کشت مخلوط به دلیل کاهش رقابت بین‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای از طریق استفاده بهینه از عوامل محیطی و ایجاد تنوع زیستی در بوم نظام‌های کشاورزی، پایداری و ثبات تولید را به همراه دارد. به‌طورکلی، برای تغذیه بهتر گیاه چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی و افزایش عملکرد کمی و کیفی آنها کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کشت مخلوط در سیستان و شرایط مشابه توصیه می‌شود.

References

Abdel-Kader, M.A.I. 2012. Effect of intercropping and fertilization on some medicinal plants. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Agriculture Sciences (Horticulture Floriculture). Department of Horticulture. Faculty of Agriculture. Zagazig University. 302 Page.

Adeoye, P.A., Adebayo, S.E. and Musa. J.J. 2011. Growth and yield response of cowpea to poultry and cattle manure as amendments on sandy loam soil plot. *Agricultural Journal*. 6(5): 218-221.

Ahmadian, A., Ghanbari, A. and Galavi, M. 2004. The effect of consume manure on yield, yield index and quality of cumin. Abstract Article 2nd Drug Plant. Shahed University of Tehran, Iran. 27-28 January 2004. (In Persian).

Ahmadvand, G. and Hajinia, S. 2015. Ecological aspects study of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). *Journal of Agroecology*. 7(4): 485-498. (In Persian).

Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasbi Sarvestani, Z., Sharrifi Ashorabadi, A. and Banj Shafieei, S. 2004. Effect of different nutrition systems on soil properties, elemental uptake and seed yield of ajowan (*Carum copticum* L.). *Pajouhesh and Sazendegi.* 62: 11- 19. (In Persian)

Ali, B.H., Wabel, N.A. and Blunden, G. 2005. Phytochemical, pharmacological and toxicological aspects of *Hibiscus sabdariffa* L: a review. *Phytotherapy Research.* 19(5): 369-375.

Alizadeh, Y., Koocheki, A. and Nassiri Mahallati, M. 2010. Investigation of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and vegetative sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology.* 2: 383-397.

Aminifar, J., Ramroudi, M., Galavi M. and Mohsenabadi G.R. 2017. Advantage of sesame and cowpea intercrops in different fertilizer application systems. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10 (4): 1039-1054.

Arje, J. 2007. Evaluating the intercropping of forage sorghum and hairy vetch at different levels of N fertilizer and planting patterns. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian).

Avis, T.J., Grave, V., Antoun, H. and Tweddell, R.J. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*. 40: 1733-1740.

Aziz Eman, E., Gad, N. and Badran, M. 2007. Effect of cobalt and nickel on plant growth, yield and flavonoids content of *Hibiscus sabdariffa* L. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 1(2): 73-78.

Carsky R.J., Singh B.B. and Oyewole B. 2001. Contribution of early season cowpea to late season maize in the savanna zone of west africa. *Biological Agriculture and Horticulture.* 18: 303-316.

Clairmont, K.B., Hagar, W.G. and Davis, E.A. 1986. Manganese toxicity to chlorophyll synthesis in tobacco callus. *Plant Physiology*. 80: 291-293.

Darbaghshahi, M.N., Banitaba, A. and Bahari, B. 2012. Evaluating the possibility of saffron and chamomile mixed culture. *African Journal of Agricultural Research*. 7(20): 3060-3065.

Ebrahimzadeh Abdashti, R., Galavi, M. and Ramroudi. M. 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on some quantitative Traits and anthocyanin of roselle under Zabol conditions. *Journal of Horticultural Science*. 30(2): 169-177. (In Persian).

Echarte, L., Della Maggiora, A., Cerrudo, D., Gonzalez, V.H., Abbate, P., Cerrudo, A., Sadras, V.O. and Calvino, P. 2011. Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. *Field Crops Research*. 121: 423-429.

Fallahi, J., Koocheki, A.R. and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 7(1): 127- 135. (In Persian).

Gendy A.S.H., Said-Al Ahl, H.A.H. and Mahmoud A.A. 2012. Growth, Productivity and chemical constituents of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants as influenced by cattle manure and biofertilizers treatments. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 6(5): 1-12.

Ghanbari-Bonjar, A. and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. *Grass and Forage Science*. 58: 28–36.

Gholinejhad, E. and Rezaei- Chiyaneh, E. 2014. Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences.* 16(3): 236-249. In Persian.

Ghosh, P.K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli D.K. and Misra. A.K. 2004. Growth, competition, yields advantage and economics in soybean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India II. Effect of nutrient management. *Field Crops Research*. 96: 90-97.

Gustave, N.M., Jean, F., Ois, L. and Xavier, D. 2008. Shoot and root competitiom in potato/maize intercropping, Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*. 64: 180- 188.

Hapkins, W.G. 1999. Introductin to plant physiology. Vol 1 and 2, John wiley and Sons, New York.

Hector, V. and Jody, S. 2002. Cowpea. Cooperative Extension Service. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii.

Hosseini, S.M.B., Mazaheri, D., Jahansouz, M.R. and Yazdi Samadi. B. 2004. The effects of nitrogen levels on yield and yield components of forage millet (*Pennisetum americanum*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in intercropping system. *Pajouhesh & Sazandegi*. 59: 60-67.

Jindal, S.K. and Gupta. B.S. 1984. Component analysis of yield in cowpea. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 54: 183-185.

Keshtehgar, A., Dahmardeh, M., Galavi, M. and Khammari, I. 2015. Evaluation of yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in intercropping with maize (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal.* 23(107). 115-123. (In Persian)

Khatamipour, M., Asgharipour, M.R. and Sirousmehr, A.R. 2014. Intercropping benefits of foxtail millet (*Setaria Italica*) with mungbean (*Vigna radiata*) as influenced by application of different manure levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 24(3): 75-86. University of Tabriz. (In Persian).

Kolawale, G.O., Tian. G. and Singh, B.B. 2000. Differential response of cowpea varieties to aluminium and phosphorus application. *Journal of Plant Nutrition*. 23: 731-740.

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. *Journal of Agroecology*. 13-23. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Fallahpour, F., Khorramdel, S. and Jafari, L. 2014. Intercropping wheat (*Triticum aestivum* L.) with canola (*Brassica napus* L.) and their effects on yield, yield components, weed density and diversity. *Journal of Agroecology*. 6(1): 11-20. (In Persian).

Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N. and Kamgar Haghighi, A.A. 2008. Effects of moisture stress, nitrogen fertilizer, manure and integrated nitrogen and manure fertilizer on yield, yield components and water use efficiency of SC704 corn. *Journal Science Technology Agriculture Natural Resource*. 45: 417-433. (In Persian).

Marschner, H. 2003. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Momen keykha, M. 2014. Evaluation of ecophysiological aspects of cyamopsis and sunflower intercropping under different levels of nitrogen fertilizer. Thesis Master agro-ecology. Faculty of Agriculture. University of Zabol. 126 p. (In Persian).

Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F. and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany.* 64: 180-188.

Naghizade, M., Ramroodi, M., Galavi, M., Siahsar, B.A., Heydari, M. and Maghsoodi, A.A. 2012. The Effects of various phosphorus fertilizers on yield and yield components of maize and grass pea intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Sciences*. 43(2): 203-215. (In Persian).

Najafi, N., Mostafaei, M., Dabbagh, A. and Oustan, S. 2013. Effect of intercropping and farmyard manure on the growth, yield and protein concentration of corn, bean and bitter vetch. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*. 23(1). 99-115. (In Persian)

Namdari, M. and Mahmoudi, S. 2013. Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of intercropping of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and canola (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 14(4): 346-357. (In Persian)

Nemati, M. and Dahmardeh, M. 2015. Effect of biofertilizer and organic manure application on yield and morphological index of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Agroecology.* 7(1): 62-73. (In Persian)

Parsaiemehr, N., Ghanbari A. and Dahmardeh, M. 2014. The effects of methanol foliar and manure on quantitative and qualitative yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) at different plant density. *Crop Science Research in Arid Regions.* 1(1): 47-69. (In Persian)

Philipp, A. 2009. What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views in Switzerland and New Zealand. *Journal Ecological Economics.* 68(6): 1872-1882.

Raeesi, M. 2009. Study the effects of different levels of manure and drought stress on qualitative and quantitative yield roselle in Jiroft. Master Thesis Agronomy. University of Zabol. Faculty of Agriculture. 71 p. (In Persian).

Raei, Y., Bolandnazar, S.A. and Dameghsi, N. 2011. Evaluation of common bean and potato densities effects on potato tuber yield in mono-cropping and intercropping systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production.* 21(2): 131-142. (In Persian)

Reyhan, M.K., and Amiraslani. F. 2006. Studying the relationship between vegetation and physico-chemical properties of soil, case study: Tabas region, Iran. *Pakistan Journal of Nutrition*. 5: 169-171.

Rezaei-Chianeh, E., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Shakiba, M.R., Ghassemi-Golezani, K. and Aharizad, S. 2011. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) at different plant population densities. *African Journal of Agricultural Research.* 7: 1786-1793.

Rezends, G.D.S.P. and Ramalho, M.A. 1994. Competitive ability of maize and common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars intercropped in different environments. *Journal of agricultural science Cambridge*. 123: 185-190.

Rezvani Moghadam, P. and Moradi, R. 2013. Evaluation of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essence quantity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Iran. *Journal of Crop Science.* 43(2): 217-230. (In Persian with English abstract).

Sarlak, S.h. and Aghaalikhani, M. 2009. Effect of plant density and mixing ratio on crop yeild in sweet corn (*Zea mays* L. var Saccharata) and mungbean (*Vigna radiate* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 11 (4): 367-38. (in Persian).

Scarisbrick, D.H., Wilkes, D.M. and Kempsor, R. 1977. The effect of varying plant population density on the seed yield of navy bean (*Phaseolus vulgaris*) in south-east England. *Journal of agricultural science Cambridge.* 88: 567-577.

Singh B.B., Ajeigbe, H.A., Tarawali, S.A., Fernandez-Rivera, S. and Abubakar M. 2003. Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field crops Research*. 84: 169-177.

Tavassolli, A., Ghanbari, A., Ahmadi, M. and Heydari, M. 2010. The effect of fertilizer and manure on forage and grain yield of millet (*Panicum miliaceum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) in intercropping. *Journal of Field Crops Research*. 8(2): 203-212.

Tuna, C. and Orak, A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch/oat cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 2: 14-19.

Vandermeer, J.H. 1990. Intercropping. In: Agroecology. Mc Graw–Hill publishing Co. pp. 481-516.

Wagner, 1979. Content and Vacuole/Extravacuole Distribution of Neutral Sugars, Free Amino Acids, and Anthocyanin in Protoplasts. *Plant Physiology*. 64, 88-93.

Yolcu, H., Gunes, A., Dasci, M., Turan, M. and Serin, Y. 2010. The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. *Ekoloji*. 19 (75): 71-81.

Zaffaroni, E., Vasconcelos A.F.M. and Lopes, E.B. 1991. Evaluation of intercropping cassava/corn/bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in north Brazil. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 167: 207-212.

Zhang, G., Yang Z. and Dong, S. 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. *Field Crop Research*. 124 :66-73.

Effects of manure and different intercropping patterns on quantitative and qualitative yield of roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) and cowpea (*Phasaeolous vulgaris*)

MohammadAli Karimian[1*], Behrooz Mir[2], Fatemeh Bidranameni[1], Abbas Keshtehgar[3]

[1]Agricultural Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran
[2]M.Sc. Graduated in Agronomy, Deputy Research and technology, University of Zabol, Zabol, Iran
[3]Ph.D Student, Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

*Corresponding Author: Mohammadkarimian1350@gmail.com

Received: 22 January 2018 Accepted: 27 January 2020 **DOI: 10.22034/csrar.2020.119091**

Abstract

In order to study the effects of manure and different intercropping patterns on quantitative and qualitative yield of roselle and cowpea, an experiment was conducted as split plot based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Center of Zabol University in 2013. The treetments included 0, 20 and 30 $t.ha^{-1}$ manure to main plots and different intercropping patterns (sole roselle, sole cowpea, %75 roselle + 25% cowpea, %50 roselle + %50 cowpea, and %25 roselle + %75 cowpea) in sub plots. Results revealed that in roselle the most plant height, number of fruits per plant, economic yield, biological yield and in cowpea the maximum number of pod per plant, economical yield, biologinal yield and percent seed protein of sole cropping along with application of 30 $t.ha^{-1}$ manure were obtained. The highest amount anthocyanins and carbohydrates sour tea were obtained from the application of 30 $t.ha^{-1}$ of manure and intercropping % 25 hibiscus + % 75 cowpea. The highest harvest index in roselle of %75 roselle + %25 cowpea and in cowpea of pure cultures along with application of 30 $t.ha^{-1}$ manure were obtained.

Key words: Anthocyanin, Protein, Legumes, Animal manure, Economic yield