فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی، جلد ۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵ صفحه ۴۳-۵۳

ارزیابی عملکرد کمی و کیفی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در کشت مخلوط در سری‌های جایگزینی

حسین حیدری[1*]، مهدی دهمرده[2] و عیسی خمری[2]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

* مسول مکاتبه: h.heydari69@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۲۳

چکیده

به منظور ارزیابی تولید در کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم بلبلی در سری‌های جایگزینی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه آموزشی تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کاشت در پنج سطح به صورت کشت خالص چای ترش، ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی، ۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی، ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی و کشت خالص لوبیا چشم بلبلی به روش جایگزینی بود. نتایج نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه دو گیاه چای ترش و لوبیا چشم بلبلی داشتند. بیشترین عملکرد اقتصادی و بیولوژیک چای ترش از تیمار کشت خالص به ترتیب برابر با ۱۲۲۳/٤ و ۱۰٦۰۵/۱ کیلو گرم در هکتار و کمترین مقادیر آن در نسبت کاشت ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی به ترتیب ٦۸۸/۷ و ٦۸۷۰/٤ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. نتایج در مورد گیاه لوبیا چشم بلبلی نشان داد که بیشترین پروتئین دانه در کشت خالص و بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی از نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش حاصل شد. بالاترین نسبت برابری زمین برابری زمین در نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش به میزان ۱/٦۵ به دست آمد که نشان دهنده ٦۵ درصد افزایش سودمندی زراعی کشت مخلوط دو گونه نسبت به کشت خالص آن‌ها است.

واژه‌های کلیدی: پروتئین دانه، کشت مخلوط، نسبت کاشت، نسبت برابری زمین

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت در جهان افزایش تولید تنها با صرف هزینه‌های زیاد در واحد سطح امکان پذیر می‌باشد. علاوه بر این مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به همراه داشته است (پوجیو و همکاران، ۲۰۰۵). از این رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تامین کنند. نکته حایز اهمیت در این نظام‌های کشاورزی پایدار، افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد زمان و مکان (چند کشتی) است که در آن به شکل بهتری می‌توان از عوامل محیطی بهره‌برداری کرد (اصغری پور و رفیعی، ۲۰۱۰). اهداف متنوعی برای کشت مخلوط در نظر گرفته شده است که عمده‌ترین آن‌ها استفاده بهتر از شرایط و عوامل محیطی، افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کمیت و کیفیت محصول، افزایش کارآیی مصرف آب، کنترل فرسایش خاک و مهمتر از همه

ایجاد تنوع و ثبات در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (کرمر و کوسمان، ۲۰۱۱). نتایج تحقیقات نشان داده است که برتری کشت مخلوط به دلیل استفاده کارآمد از منابع محیطی است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۵) که این امر موجب شده تا این نوع نظام‌های زراعی قرن‌ها در کشاورزی معیشتی نقش مهمی در تامین مواد غذایی داشته باشند و در حال حاضر جایگاه خاصی را در طراحی بوم نظام‌های زراعی پایدار به خود اختصاص دهند (میکیک و همکاران، ۲۰۱٤). کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح کشاورزی اطلاق می‌شود که ضمن رفع نیازهای در حال تغییر بشری، کیفیت محیط زیست و ظرفیت منابع آب و خاک را حفظ می‌کند (فیلیپ، ۲۰۰۹). دهمرده و همکاران (۱۳۹۰) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی دریافتند که عملکرد در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص است و نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود و بر کشت خالص برتری داشتند. در کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی گزارش شد که بیشترین عملکرد زیست توده و عملکرد دانه در کشت خالص مشاهده شد، ولی در کلیه تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود که نشان دهنده‌ی برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود (رضایی چیانه و پیرزاد، ۱۳۹٤). موسی پور و همکاران (۱۳۹٤) در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه گزارش کردند که میزان شاخص رقابت در کلیه نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط می‌باشد. در بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا مشخص شد که بیشترین عملکرد اقتصادی لوبیا و گاوزبان اروپایی از کشت خالص و کمترین مقدار آن‌ها از الگوی چهار ردیف لوبیا و گاوزبان اروپایی ٤:٤ به دست آمد، ولی بالاترین نسبت برابری زمین در الگوی کشت نواری ۲:۲ مشاهده گردید (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱).

چای ترش با نام علمی (*Hibiscus sabdariffa* L.) متعلق به تیره Malvaceae است که عمدتا کاسبرگ این گیاه به عنوان دارو قابلیت استفاده دارد. کاسبرگ‌های چای ترش دارای اسیدهای آلی اگزالیک، مالتیک، سیتریک و تارتاریک و همچنین ویتامین C، پروتئین، مواد معدنی و آنتوسیانین می‌باشند (احمد و همکاران، ۲۰۱۱). در میان گیاهان زراعی حبوبات توانایی و قابلیت سازگاری زیادی در الگوهای مختلف کاشت دارند و کشت مخلوط حبوبات به دلیل برخورداری از ساز و کار تثبیت نیتروژن اتمسفری ضمن افزایش حاصل‌خیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان تولید شده نیز شود (قلی نژاد و رضایی چیانه، ۱۳۹۳). لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) گیاهی علفی و یکساله از تیره لگومینوز است. به این دلیل که یک منبع سرشار از پروتئین با کیفیت بالا می‌باشد، نقش به سزایی را در تغذیه مردم کم درآمد در کشورهای در حال توسعه دارد. این گیاه در غنی ساختن و باروری خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، در جلوگیری از فرسایش خاک به صورت یک گیاه پوششی و همچنین اغلب اوقات به صورت علوفه سبز کاربرد دارد (میلر، ۱۹۸٤).

تولید گیاهان در شرایط کم نهاده در کشت مخلوط یکی از راه‌کارهای مناسب جهت رسیدن به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف نهاده‌های خارجی است که در راستای اهداف کشاورزی پایدار بوده و در بلند مدت می‌تواند منجر به کاهش نیاز سیستم‌های زراعی به این نهاده‌ها شود. این آزمایش با هدف تعیین بهترین تیمار کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم بلبلی از لحاظ عملکرد کمی و کیفی در مقایسه با تک کشتی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک، با موقعیت ٦١ درجه

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (٪)	مواد آلی (٪)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام)
شنی لومی	۷۰	۱۷	۱۳	۷/۸	۲/۹۳	۰/۷	۰/۸۵	۱۰/٤	۲۸۰

و ٤١ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ٥٤ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ٤٨٣ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از عمق۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه برداری شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. آزمایش به صورت کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کاشت در پنج سطح به صورت کشت خالص چای ترش، ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی، ۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی، ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی و کشت خالص لوبیا چشم بلبلی بود. تیمارهای کشت مخلوط به صورت یک ردیف چای ترش و یک ردیف لوبیا چشم بلبلی کشت شدند و تیمارهای کشت خالص هر گیاه به تنهایی کشت شد. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود که ثابت در نظر گرفته شد، ولی فاصله روی هر ردیف متفاوت بود. تراکم تیمارها به صورت جایگزینی اجرا شد. تغییر تراکم روی ردیف در نسبت‌های مختلف کاشت با تغییر فاصله دو بوته روی ردیف اعمال شد که فاصله بین بوته-های چای ترش ۲۵ و برای لوبیا چشم بلبلی ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت چای ترش و لوبیا چشم بلبلی به صورت همزمان در۱۵ اسفند ماه انجام شد. بذر چای ترش از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل و بذر لوبیا چشم بلبلی از توده محلی شهرستان زابل تهیه شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت به منظور تسریع و تسهیل سبز شدن صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی برحسب نیاز گیاه و شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفت روز یک‌بار صورت گرفت. عملیات تنک کردن جهت رسیدن به تراکم مورد نظر در هر نسبت کاشت به صورت دستی و در مرحله ٤-٦ برگی انجام شد. علف‌های هرز در طول فصل رشد به صورت دستی وجین و کنترل شدند. به منظور ظاهر شدن تاثیر تثبیت نیتروژن لوبیا چشم بلبلی، در زمان آماده سازی و طی فصل رشد از هیچ نوع کودی استفاده نشد. در پایان فصل رشد پس از حذف ردیف‌های کناری به عنوان اثر حاشیه‌ای به طور تصادفی ۱۰ بوته از قسمت میانی جهت تعیین خصوصیات کیفی و اندازه گیری عملکردها برداشت شدند. سپس، نمونه‌های هر دو گیاه طی ٢٤ ساعت در دمای اتاق و در شرایط سایه خشک شدند و پس از توزین عملکردهای دو گیاه تعیین شدند. جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio) استفاده گردید. در این شاخص عملکرد نسبی هر جزء محاسبه و مجموع آن‌ها میزان LER را نشان می‌دهد (واندرمیر،۱۹۸۹).

(1) $LER\ (T)= LER\ (a)+ LER\ (b)$

(2) $LER\ (a)= Y_{ab}/ Y_{aa}$

(3) $LER\ (b)= Y_{ba}/ Y_{bb}$

LER (T): نسبت برابری کل،LER (a):نسبت برابری زمین گونهA(چای ترش)،LER (b):نسبت برابری زمین گونهB(لوبیا چشم بلبلی)،Y_{ab}: عملکرد گونهAدر کشت مخلوط، Y_{aa}: عملکرد گونهAدر کشت خالص، Y_{ba}: عملکرد گونهBدر کشت مخلوط،Y_{bb}: عملکرد گونهBدر کشت خالص می‌باشد.

اگر LER=۱ باشد، نشان دهنده‌ی سودمندی یکسان تک کشتی و کشت مخلوط است و چنانچه LER>۱ باشد، کشت مخلوط سودمند خواهد بود و اگر LER<۱ باشد، کشت خالص نسبت به کشت مخلوط برتری خواهد داشت.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ استفاده شد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات کیفی و عملکرد چای ترش

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان که نسبت-های مختلف کاشت بر میزان آنتوسیانین، کلروفیل، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت چای ترش در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۱۰۶۰۵/۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (٦٨٧/٠٤ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیکی چای ترش به ترتیب در نسبت کاشت خالص و نسبت کاشت ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی مشاهده شد (جدول ۳). در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نیز بیشترین عملکرد بیولوژیکی از نسبت کاشت ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی به دست آمد که با نسبت کاشت خالص اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). نحوه تاثیرپذیری عملکرد بیولوژیکی چای ترش از رقابت با لوبیا چشم بلبلی به این گونه است که با افزایش تراکم لوبیا چشم بلبلی عملکرد چای ترش نیز کاهش پیدا می‌کند، این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد بیولوژیکی چای ترش به طور کامل تحت تاثیر نسبت‌های کاشت قرار دارد و با افزایش سهم چای ترش در سیستم‌های کاشت عملکرد بیولوژیکی آن نیز افزایش پیدا می‌کند. موسی پور و همکاران (۱۳۹٤) در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه گزارش کردند که بیشترین عملکرد بیولوژیکی زنیان در کشت خالص مشاهده شد و کمترین میزان این صفت در نسبت کاشت ۱۰۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان به دست آمد. قلی نژاد و رضایی چیانه (۱۳۹۳) در کشت مخلوط سیاهدانه و نخود گزارش کردند که عملکرد بیولوژیکی در کاشت خالص به طور معنی‌داری بیشتر از کشت مخلوط بود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۱۲۲۳/٤ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (٦٨٨/٧ کیلوگرم در هکتار)

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد کمی وکیفی چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد اقتصادی	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	آنتوسیانین	کلروفیل
تکرار	۳	٤٠٦/٠٧^{ns}	۲۱۲٥٥۷٦^{ns}	۰/۰٦۳۱٦۱^{ns}	۰/۰۰۱۲^{ns}	۱۰/۱٤^{ns}
نسبت کاشت	۳	۲۰۰۲۸۱/٤**	۹٤۰۳۹۳۸**	۳/٤۰۸**	۰/۰۱٥**	٥۳/۱۲**
خطا	۹	۹٥٦٤/۳۱	۳٥۷۰۲	۰/٤٦۰۷۷	۰/۰۰۰۹	۱/۷۸
ضریب تغییر (٪)	-	۱۰/٦۸	٦/۷۳	٦/٦۲	٦/٥۲	٥/٥۲

n.s و **: به ترتیب نشان دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول۳- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چای ترش

نسبت‌های کاشت	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	آنتوسیانین (میکرومول بر گرم)	کلروفیل (SPAD)
کشت خالص	۱۲۲۳/٤ a	۱۰٦۰٥/۱ a	۱۱/٥٦ a	۰/٤٦۷b	۲۳/۰٥b
۷٥٪ چای ترش+ ۲٥٪ لوبیا چشم بلبلی	۸٥٥/۸ b	۹۰٦۳/۰۷ b	۹/٤۰ b	۰/٥٥۷a	۲۲/۷b
٥۰٪ چای ترش+ ٥۰٪ لوبیا چشم بلبلی	۸۹٤/٥ b	۸۹٥۳/۳ b	۹/۹٦ b	۰/٤۰۸c	۲۹/٥a
۲٥٪ چای ترش+ ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی	٦۸۸/۷ c	٦۸۷۰/٤ c	۱۰/۰۳ b	۰/٤۸۷b	۲۱/۳b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال پنج در صد تفاوت معنی‌داری ندارند.

عملکرد اقصادی چای ترش به ترتیب از نسبت کاشت خالص و نسبت کاشت ۲٥٪ چای ترش+ ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی به دست آمد که البته بین نسبت کاشت خالص و سایر نسبت‌های کاشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نیز بیشترین عملکرد اقتصادی چای ترش در نسبت کاشت ٥۰٪ چای ترش+ ٥۰٪ لوبیا چشم بلبلی مشاهده شد (جدول ۳). علت این امر می‌تواند کاهش رقابت برون گونه‌ای در کشت خالص و قرار گرفتن نور و منابع کافی در اختیار چای ترش باشد. در کشت مخلوط نخود و کلزا مشخص شد که عملکرد اقتصادی در کشت خالص به طور معنی‌داری بیشتر از نسبت‌های مختلف کشت مخلوط می‌باشد (نامداری و محمودی، ۱۳۹۱). در بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا مشخص شد که میانگین عملکرد دانه هر سه گیاه در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳).

بیشترین (۱۱/٥٦ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۹/٤۰ درصد) برای چای ترش به ترتیب در نسبت کاشت خالص و نسبت کاشت ۷٥٪ چای ترش+ ۲٥٪ لوبیا چشم بلبلی حاصل شد که بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل می‌باشد که در کشت خالص به علت نبود رقابت بین گونه‌ای این منابع به شکل بهتری توزیع خواهند شد. اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که سری افزایشی ۱۰۰ درصد جو+ ۲۰ درصد یونجه در بررسی کشت مخلوط جو و یونجه دارای کمترین شاخص برداشت یونجه بود. آن‌ها علت را رقابت برای نور و در نتیجه رشد رویشی زیاد دانستند. رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۸) در کشت مخلوط ماش و سیاهدانه نشان دادند که شاخص برداشت ماش در تک کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بیشترین میزان کلروفیل (۲۹/٥) از نسبت کاشت ٥۰٪ چای ترش+ ٥۰٪ لوبیا چشم بلبلی و کمترین میزان کلروفیل (۲۱/۳) از نسبت کاشت ۲٥٪ چای ترش+ ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی به دست آمد که با نسبت کاشت خالص اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). قوش و همکاران (۲۰۰٦) در کشت مخلوط سویا (*Glycin max* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بالاتر بوده است، آنان علت این امر را به سایه اندازی این دو گیاه روی یکدیگر و نیتروژن تثبیت شده توسط سویا نسبت دادند که در اینجا لوبیا چشم بلبلی نقش سویا را بازی می‌کند و با سایه اندازی و تثبیت نیتروژن موجب افزایش کلروفیل چای ترش در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن می‌شود. رضایی چیانه و همکاران (۱۳۹۰) در کشت مخلوط ذرت و باقلا گزارش کردند که شاخص کلروفیل ذرت در کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی ذرت ۱۱/۹٦ درصد بیشتر بود.

بیشترین میزان ترکیب فنولی آنتوسیانین چای ترش (۰/۵۵۷ میکرو مول بر گرم) در نسبت کاشت ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی مشاهده شد که با سایر نسبت-های کاشت اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان آنتوسیانین (۰/٤۰۸ میکرو مول بر گرم) از نسبت کاشت ۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی به دست آمد (جدول ۳). افزایش آنتوسیانین در کشت مخلوط احتمالا به دلیل استفاده بهتر و بیشتر از منابع محیطی و همچنین استفاده چای ترش از نیتروژن تثبیت شده توسط لوبیا چشم بلبلی می‌باشد. عبدل کادر (۲۰۱۲) در کشت مخلوط چای ترش و گوار گزارش کرد که میزان آنتوسیانین در کشت مخلوط بیشتر از تک کشتی است.

خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد زیست توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و کلروفیل در سطح یک درصد و بر پروتئین دانه در سطح پنج درصد تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد زیست توده در نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش (۹٦۳۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد که با نسبت کاشت خالص اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین عملکرد زیست توده در نسبت کاشت ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۷۵٪ چای ترش با میانگین (٦۹۲۷/۵ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۵). کاهش عملکرد زیست توده در نسبت‌های کشت مخلوط می‌تواند به دلیل وجود رقابت بین گونه‌ای برای کسب منابع مورد نیاز برای رشد و نمو از جمله آب، نور، مواد غذایی و فضای رشد باشد. این نتایج نشان می‌دهد که توده اندام هوایی لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر تراکم قرار گرفت به نحوی که با افزایش تراکم چای ترش نسبت به لوبیا چشم بلبلی میزان زیست توده لوبیا چشم بلبلی کاهش می‌یابد. رضایی چیانه و پیرزاد (۱۳۹٤) در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و بادرشبی گزارش کردند که بیشترین عملکرد زیست توده لوبیا از کشت خالص و کمترین میزان زیست توده از نسبت کاشت سه ردیف باردشبی + یک ردیف لوبیا به دست آمد.

بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی مربوط به نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش با میانگین (۲٦۳٤ کیلوگرم در هکتار) که با نسبت کاشت خالص از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن مربوط به نسبت کاشت ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۷۵٪ چای ترش بود (جدول ۵). به علت پایین بودن تراکم در این نسبت کاشت و کشت خالص باعث شده تا منابع بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد و مواد بیشتری را به دانه اختصاص دهد. در کشت مخلوط آویشن و یونجه بمی گزارش شد که بیشترین عملکرد اقتصادی آویشن در کشت مخلوط با نسبت ۷۵٪ آویشن + ۲۵٪ یونجه به دست آمد (کدوری و شریفی عاشور آبادی، ۱۳۹٤). در بررسی کشت مخلوط نخود و زیره سبز گزارش شد که عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی کاهش یافت (ظریف پور و همکاران، ۱۳۹۳).

جدول٤- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط با چای ترش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	عملکرد زیست توده	شاخص برداشت	پروتئین دانه	کلروفیل
تکرار	۳	۲۸۰۸٦/۸^{ns}	۷۳۱۳۸۲^{ns}	۲/۱۰^{ns}	۲۳۱۹/۱^{ns}	۱٤۷/٥^{ns}
نسبت کاشت	۳	۱٦۳٥۰۷٤**	۸۱٥٦۹۳۸**	٤۹/٦۳**	۸٦٦۱۸*	۱۲٥۹**
خطا	۹	۲۹۲۲۸	۱۳۹۷۳٦	٤/۰۰۹	۱۹۹۰۸	٤۹/٥۷
ضریب تغییر (٪)	-	۸/۱۹	٤/٤۷	۸/۱۸	۳۰/٤۲	۱۱/٤۰

n.s، *و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٥- مقایسه میانگین خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط با چای ترش

نسبت‌های کاشت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (میلی گرم بر میلی لیتر)	کلروفیل (SPAD)
۷٥٪ چای ترش+ ۲٥٪ لوبیا چشم بلبلی	۱٤۳۷/۲٥ b	٦۹۲۷/٥ b	۲۰/٥٥ b	۳٤۸/٥ b	٤۸/۹۷ b
٥۰٪ چای ترش+٥۰٪ لوبیا چشم بلبلی	۱٦۳٥/۲٥ b	۷۳۳۰/۲ b	۲۲/ ٤٥ b	۳۳۰/۷٥ b	٤٤/۰۲ b
۲٥٪ چای ترش+ ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی	۲٦۳٥/٥ a	۹٦۳۰ a	۲۷/۳٥ a	٥٤۷/٥ ab	۷٥/٤٥ a
کشت خالص	۲٦۳٤ a	۹٥٤۰ a	۲۷/٥٥ a	٦۲۸ a	۷۸/٤٥ a

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

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۲۷/٥٥ درصد) از نسبت کاشت خالص و کمترین شاخص برداشت (۲۰/٥٥ درصد) از نسبت کاشت ۲٥٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۷٥٪ چای ترش به دست آمد (جدول ٥). در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بالاترین شاخص برداشت مربوط به تیمار ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲٥٪ چای ترش بود که با نسبت کاشت خالص اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٥). شاخص برداشت نیز از جمله صفاتی است که می‌تواند تحت تاثیر رقابت قرار گیرد، به طوری که با افزایش تراکم چای ترش موجب کاهش تخصیص مواد به بخش‌های زایشی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی خواهد شد. از این رو در نسبت کاشت خالص به علت نبود رقابت شاخص برداشت بیشتری به دست آمد. نتایج این تحقیق با نتایج قنبری و همکاران (۱۳۸۹) در کشت مخلوط ارزن و لوبیا مطابقت دارد.

بیشترین میزان کلروفیل در نسبت کاشت خالص با میانگین (۷۸/٤٥) و کمترین میزان این شاخص در نسبت کاشت ٥۰٪ لوبیا چشم بلبلی + ٥۰٪ چای ترش با میانگین (٤٤/۰۲) به دست آمد (جدول ٥). در بین نسبت‌های کشت مخلوط بالاترین میزان کلروفیل از نسبت کاشت ۷٥٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲٥٪ چای ترش به دست آمد که با نسبت کاشت خالص اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٥). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تراکم چای ترش در کشت مخلوط، کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی کاهش می‌یابد. این امر ممکن است به دلیل کاهش سطح برگ، سایه اندازی و رقابت بوته‌ها بر سر منابع به خصوص نور باشد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین (٦٢٨) و کمترین (٣٣٠/٧٥) پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی به ترتیب در نسبت کاشت خالص و نسبت کاشت ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۵۰٪ چای ترش به دست آمد (جدول ۵) که بین نسبت کاشت خالص و نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش و همچنین، بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط باهم از نظر میزان پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که وقتی بقولات در کنار گونه دیگر به صورت کشت مخلوط قرار می‌گیرند، به دلیل اثر مکملی بقولات جهت تثبیت نیتروژن مقدار بیشتری از نیتروژن تحریک شده و در نتیجه تعداد گره فعال و سرعت تشکیل آن‌ها افزایش می‌یابد و افزایش تثبیت نیتروژن حاصل از بقولات موجب افزایش میزان پروتئین دانه نیز می‌شود (هوگارد-نیلسون و همکاران، ۲۰۰۱).

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین جزئی چای ترش و لوبیا چشم بلبلی بین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که نسبت برابری جزئی زمین لوبیا چشم بلبلی نسبت به چای ترش بالاتر بود. بیشترین نسبت برابری زمین جزئی لوبیا چشم بلبلی (۰/۹۸) و چای ترش (۰/۷۰) به ترتیب از نسبت‌های کاشت ۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵ درصد چای ترش و ۵۰ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۵۰ درصد چای ترش به دست آمد (جدول ٦). می‌توان چنین نتیجه گرفت که لوبیا چشم بلبلی از کشت مخلوط با چای ترش اثر مثبت بیشتری را دریافت کرده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نسبت برابری زمین کل در تمامی نسبت‌های مختلف کاشت بالاتر از یک بود که این موضوع نشان دهنده برتری کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم بلبلی نسبت به تک کشتی آن‌ها است. در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نسبت کاشت ۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵ درصد چای ترش بیشترین نسبت برابری زمین (١/٦٥) را داشت که نشان دهنده ٦٥ درصد افزایش سودمندی زراعی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گونه می‌باشد. در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه تمامی تیمارهای کشت مخلوط دارای نسبت برابری زمین بالاتر از یک بودند که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (موسی پور و همکاران، ١٣٩٤). رضوانی مقدم و مرادی (١٣٩١) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله، قلی نژاد و رضایی چیانه (١٣٩٣) در کشت مخلوط سیاهدانه و نخود و رضایی چیانه و پیرزاد (١٣٩٤) در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و بادرشبی نتایج مشابهی را گزارش کردند. کدوری و شریفی عاشور آبادی (١٣٩٤) در کشت مخلوط آویشن و یونجه بمی گزارش کردند که بیشترین نسبت برابری زمین در نسبت کاشت ۷۵٪ آویشن+ ۲۵٪ یونجه به دست آمد.

جدول٦- اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم بلبلی بر نسبت برابری زمین

نسبت‌های کاشت	نسبت برابری جزیی چای ترش	نسبت برابری جزیی لوبیا چشم بلبلی	نسبت برابری زمین کل (LER)
۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم بلبلی	۰/٥٤ a	۰/٥٣ c	١/٠٧ c
۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی	۰/۷ a	۰/٦٠ b	١/٣٠ b
۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی	۰/٦٧ a	۰/۹۸ a	١/٦٥ a

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

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد هر دو گونه تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت. ارزیابی

سودمندی کشت مخلوط نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی آن‌ها داشت که در تمامی نسبت-های مختلف کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. بالاترین میزان LER (۱/٦٥) در نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش به دست آمد که نشان دهنده ٦٥ درصد افزایش سودمندی نسبت به تک کشتی می‌باشد. این نسبت کاشت می‌تواند برای ایجاد پایداری و افزایش تولید و بهره‌وری اقتصادی از زمین‌های کشاورزی موثر واقع شود.

منابع

دهمرده، م.، قنبری، ا.، سیاه سر، ب .ع.، رمرودی، م. ۱۳۹۰. مقایسه عملکرد و میزان پروتئین علوفه ذرت در کشت مخلوط با لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (٤): ٦٧٠-٦٥٨.

رضایی چیانه، ا.، پیرزاد، ع. ر. ۱۳۹٤. ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط ردیفی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط کم نهاده. فصلنامه پژوهش در اکوسیتم‌های زراعی. ۲ (۳): ۵۱-۳۷.

رضایی چیانه، ا.، دباغ محمدی نسب، ع.، شکیبا، م .ر.، قاسمی گلغذانی، ک.، اهری زاد، س. ۱۳۹۰. بررسی ویژگی‌های زراعی ذرت (*Zea mays* L.) در کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱ (۱): ۱٤-۲.

رضوانی مقدم، پ.، رئوفی، م.، راشد محصل، م .ح.، مرادی، ر. ۱۳۸۸. بررسی ترکیب‌های مختلف کاشت و اثر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiate* L.) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱ (۱): ۷۹-٦٥.

رضوانی مقدم، پ.، مرادی، ر. ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. مجله علوم زراعی ایران. ٤۳ (۲): ۲۳۰-۲۱۷.

ظریف پور، ن.، ناصری پوریزدی، م. ت.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۳. اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط یر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز و نخود زراعی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ٤۳-۳٤.

قلی نژاد، ا.، رضایی چیانه، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در کشت مخلوط با نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله علوم زراعی ایران. ١٦ (۳): ۲٤۹-۲۳٦.

قنبری، ا.، نصیرپور، م.، توسلی، ا. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کشت مخلوط ارزن دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲ (٤): ٥٦٤-٥٥٦.

کدوری، م. ر.، شریفی عاشور آبادی، ا. ۱۳۹٤. ارزیابی عملکرد کمی نسبت‌های کشت مخلوط آویشن (*Thymus daenensis*) و یونجه بمی (*Medicago sativa*). فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی. ۲ (۳): ۱۲-۱.

کوچکی، ع.، شباهنگ، ج.، خرم دل، س.، غفوری، ا. ۱۳۹۱. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ٤ (۱): ۱۱-۱.

کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، برومند رضازاده، ز.، جهانی، م.، جعفری، ل. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ۸-۱.

موسی پور، ح.، قنبری، ا.، سیروس مهر، ع .ر.، اصغری پور، م .ر. ۱۳۹٤. اثر زمان کاشت بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی و رقابتی زنیان (*Carum copticum* L.) و اسفرزه (*Plantngo ovate* Forsk.) در کشت مخلوط. مجله علوم زراعی ایران. ۱۷ (۲): ۱٥۲-۱۳۹.

نامداری، م.، محمودی، س. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در نسبت‌های کشت مخلوط نخود و کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ١٤ (٤): ۳٥۷-۳٤٦.

Abdel-Kader, M.A.I. 2012. Effect of intercropping and fertilization some medicinal plants. A thesis submitted hn partial Fulfillment of the requirents for philosophy in Agriculture Sciences (Horticulture- Floriculture), Department of Hot tic ulture Faculty of Agriculture Zagazig University.

Ahmad, Y. M., Shahlaby, E. A., Shnan, N. T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of Roselle plants (*Hibiscus sabdarifa*). *Afr J Biotech*. 10: 1988-1996.

Asgharipour, M. R., Rafiei, M. 2010. Intercropping of Isabgol (*Plantago ovate* L.) and lentil as influenced by drought stress. *Am-Eur J Agric Environ* Sci. 9 (1): 62-69.

Esmaeili, A., Hosseini, M. B., Mohammadi, M., Hosseinikhah, F.S. 2011. Evaluation of grain yield dry matter production and some of the forage and silage quality properties in annual medic (*Medicago scutellata*) and spring barley (*Hordeum vulgare*) intercropping. *Seed Plant Prod J*. 28 (3): 277-296.

Ghosh, P. K., Manna, M. C., Bandyopaghyay, K. K., Ajay, A. K., Tripathi, R. H., Wanjari, K. M., Hati, A. K., Misra Charya, C. L., Subba Rao, A. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean-sorghum intercropping system. *Agron J*. 98 (4): 1097-1108.

Hauggard-Nielson, H., Ambus, P., Janson, E. S. 2001. Inter-specific competition, N-use and interference with weed in pea- barley intercropping. *J Field Crops Res*. (70): 101-109.

Kremer, R. J., Kussman, R. J. 2011. Soil quality in a pecan-kura clover alley cropping system in the Midwestern USA. *Agroforest syst*. 93: 213-223.

Mikic, A., Cupinax, B., Rubiales, D., Mihailovi, V., Sarunaitek, L., Fustec, J., Antanasovicx, S., Krsticx, D., Bedoussac, L., Zoricx, L., DorCevic, V., Peric, Srebri, M. 2014. Models, Developments, and Perspectives of Mutual Legume Intercropping. *J Adv Agron*. 130: 1-83.

Miller, D.A. 1984. Forage crops. New York (NY). McGraw-Hill Inc. p: 530.

Philipp, A. 2009. What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views: Switzerland and New Zealand. *J Ecol Econ*. 68: 1872-1882.

Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *J Agric Ecosys Environ*. 109: 48-58.

Vandermeer, J. H. 1989. The Ecology of intercropping. Cambridge University Press.

Wang, Z., Zhao, X., Wu, P., He, J., Chen, X., Gao, Y., Cao, X. 2015. Radiation interception and utilization by wheat/maize strip intercropping systems. *J Agri Forest Meteor*. 204: 58-66.

Evaluation of the Quantity and Quality Yield of Roselle (*Hibiscussabdariffa* L.) and Cowpea (*Vignaunguiculata* L.) in Intercropping at Replacement Series

Hossein Heydari[1*], Mehdi Dahmardeh[2], Eisa Khammari[2]
1.Graduated MSc Student of Agroecology, Fucuhty of Agriculture, Zabol University, Iran.
2. Assistant professor Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University, Iran.
*For Correspondence: h.heydari69@yahoo.com

Received: 29.05.16 **Accepted: 14.08.16**

Abstract

In order to evaluate of production in Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping at replacement series, a field experiment was conducted based on a randomized complete block design with four replications in Research station of agriculture university of Zabol in the growing season of 2012-2013.Treatments included planting pattern with 5 levels (sole Roselle, 75% Roselle+ 25% Cowpea, 50% Roselle+ 50% Cowpea, 25% Roselle+ 75% Cowpea and sole Cowpea) using replacement method. Results showed that different planting ratios had significant effect on all traits in Roselle and Cowpea. The highest economic and biological yield of Roselle were achieved in sole cropping with 1223.4 and 10605.1 kg ha^{-1} and the lowest in planting ratio of 25% Roselle+ 75% Cowpea with 688.7 and 6870.4 kg ha^{-1}, respectively. Results showed that the maximum protein content of Cowpea in sole cropping and the highest biological yield and grain yield achieved in planting ratio of 75% Cowpea+ 25% Roselle, respectively. The highest LER values (1.65) were obtained in planting ratio of 75% Cowpea+ 25% Roselle. This means that grain yield in intercropping improved by 65% as compared with sole cropping.

Key words: Protein grain, Intercropping, Planting ratio, Land equivalent ratio.