Archive of SID

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و نهم، ۱۳۹۸

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

ارزیابی عملکرد اقتصادی و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ (*Lactuca sativa*) و گل عسلی (*Lobularia maritima*)

محمد حسن هاتفی فرجیان[۱]، علیرضا کوچکی[۲]، مهدی نصیری محلاتی[۳]

دریافت: ۹۶/۱/۳۱ پذیرش: ۹۶/۵/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر عملکرد اقتصادی و شاخص‌های سودمندی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارها شامل الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) و کشت خالص دو گونه بودند. نتایج نشان داد که تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر وزن تر بوته هر دو گونه معنی‌دار بود. بالاترین وزن تر بوته کاهو پیچ و گل عسلی به‌ترتیب با ۳۶۲۰۰ و ۵۹۰۹/۲ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص حاصل شد. بیشترین نسبت برابری زمین کلی (۱/۰۴) از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ حاصل شد که نشان‌دهنده سودمندی زراعی ٤ درصدی کشت مخلوط و بیانگر کارایی بیشتر استفاده از زمین در این الگوی کشت نسبت به کشت‌های خالص این دو محصول بود. بیشترین شاخص سودمندی بوم‌نظام نیز در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ با ۳۵٤٦٦/۵ حاصل شد. بنابراین به‌نظر می‌رسد باتوجه به این‌که الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ از نسبت برابری زمین کلی و همچنین شاخص سودمندی بوم‌نظام بالاتری درمقایسه با سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی برخوردار بود، برای کسب حداکثر عملکرد و درآمد مناسب‌تر از کشت خالص باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، شاخص رقابت، شاخص سودمندی بوم‌نظام، نسبت برابری زمین

هاتفی فرجیان، م.ح.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۸. ارزیابی عملکرد اقتصادی و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ (*Lactuca sativa*) و گل عسلی (*Lobularia maritima*). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۹: ۵۷-٤٤.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مشهد، ایران- مسئول مکاتبات. akooch@ferdowsi.um.ac.ir
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مشهد، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشت مخلوط نیز به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مؤثر کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیکی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد، استفاده کارآمدتر از منابع موجود مانند زمین، کار، آب و عناصر غذایی، کاهش مشکلات آفت‌ها و بیماری‌ها، افزایش ثبات بوم‌نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام و برتری اقتصادی می شود (نعمت اللهی و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها، به‌شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی نیز از دیگر اهداف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار می‌باشد (فرناندز آپاریکو و همکاران، ۲۰۰۷).

کاهو پیچ از خانواده کاسنیان (Asteraceae)، گیاهی یک-ساله، علفی، خودگرده‌افشان و نیمه‌مقاوم نسبت به سرما است. بوته ابتدا یک مرحله رشد کند را طی می‌کند. برگ‌های ابتدایی طویل هستند، به‌صورت مداوم بر پهنای برگ افزوده می‌شود تا زمانی که در مرحله رسیدگی، برگ‌ها به صورت پهن درمی‌آیند. تقریباً در مرحله ۱۲-۱۰ برگی، یک برگ فنجانی‌شکل شده، برگ های بعدی را دربرمی‌گیرد که منجر به تشکیل و نمو یک پیچ کروی می‌شود. پیچ به بزرگ و پرشدن از سمت درون ادامه می‌دهد تا این‌که به اندازه بازارپسند برسد (سرابی، ۱۳۹۱).

گل عسلی گیاهی است دارای ارقام یک‌ساله و چندساله از خانواده چلیپاییان (Brassicaceae) که بومی جنوب اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا و به‌طور کلی متعلق به مناطق مدیترانه-ای با آب و هوای معتدل می‌باشد (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۹). این گیاه دارای گل‌های معطر و زیبایی بوده و از این جهت به فرش گل مشهور می‌باشد. گل عسلی یکی از گونه‌هایی می‌باشد که اغلب در مدیریت زیستگاه به‌منظور کنترل زیستی حفاظتی مورد مطالعه قرار گرفته است (فیدلر و همکاران، ۲۰۰۸). در آزمایشی به مدت بیش از ده سال، گل عسلی به عنوان گیاه انسکتاریومی در مزارع کاهوی ارگانیک کالیفرنیا برای جلب حشرات پروازی بالغ (مگس‌های سیرفید (Dip.: Syrphidae)) کشت شده است که از دانه گرده و شهد این گیاه تغذیه کرده‌اند (باگ و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای مشاهده شد که کشت مخلوط کاهو با گل عسلی در کالیفرنیا تعداد لارو حشرات پروازی که مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته‌ها (Aphids) در کاهو هستند را افزایش می‌دهد (اسمیت و چنی، ۲۰۰۷؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۰۸).

پژوهش‌های زیادی در ارتباط با افزایش و یا کاهش عملکرد اقتصادی در کشت مخلوط انجام شده است. در ارزیابی عملکرد در کشت مخلوط سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) عنوان شد که بیشترین عملکرد سیب‌زمینی در کشت خالص سیب‌زمینی با تراکم ثابت ٦ بوته در متر مربع و کم‌ترین میزان در کشت مخلوط ۱۸ بوته در متر مربع گلرنگ + ٦ بوته در متر مربع سیب‌زمینی به‌دست آمد. همچنین بالاترین عملکرد دانه گلرنگ (٢٤٤٥ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص ۱۸ بوته در متر مربع و کم‌ترین میزان (۱۲۱۲ کیلوگرم در هکتار) در کشت مخلوط ٦ بوته در متر مربع گلرنگ + ٦ بوته در متر مربع سیب‌زمینی به دست آمد (رحیمی درآباد و همکاران، ١٣٩٤). در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط افزایشی زعفران (*Crocus sativus* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.)، بیشترین وزن تر کلاله (۲۹/۲ گرم در متر مربع) در الگوی کشت خالص و کم‌ترین میزان (۰/٦٥ گرم در متر مربع) در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱۰۰ درصد زعفران + ۲۰ درصد نخود به دست آمد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۵). در کشت مخلوط خیار (*Cucumis sativus* L.) و پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) بیشترین عملکرد میوه خیار در الگوی کشت خالص و کم‌ترین میزان در فاصله کشت پیاز ۸ سانتی‌متری به‌دست آمد (بلندنظر و همکاران، ۱۳۹۰). در کشت مخلوط خیار و ذرت (*Zea mays* L.) بیشترین عملکرد میوه خیار در کشت خالص گزارش شد و عنوان شد در سامانه‌های مخلوط افزایشی به‌دلیل رقابت بین گونه‌ای با ذرت عملکرد خیار به صورت معنی‌دار کاهش می‌یابد (قنبری و همکاران، ۱۳۸۵).

به‌منظور توصیف برتری رقابتی در کشت مخلوط از شاخص هایی، مانند نسبت برابری زمین، شاخص رقابت و شاخص سودمندی بوم‌نظام استفاده می‌شود (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۱۱؛ آجینهو و همکاران، ۲۰۰۸). شاخص‌های ریاضی به پژوهشگران این امکان را می‌دهند که نتایج آزمایش رقابت گیاه را به‌صورت خلاصه تفسیر کرده و گزارش کنند. این شاخص‌ها امکان مقایسه نتایج حاصل از مطالعه‌های گوناگون را نیز فراهم می‌سازند (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۱۱). یکی از شاخص هایی که در بسیاری از ترکیبات کشت مخلوط به‌منظور تعیین سودمندی استفاده می‌شود نسبت برابری زمین است. برتری نسبت برابری زمین در سامانه‌های گوناگون کشت مخلوط مانند ذرت و ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) (شایگان و همکاران، ۱۳۸۷)، ذرت و ماش سبز (*Vigna radiate* L.) (نخ‌زری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸)، زنیان (*Carum copticum*) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) (میرهاشمی و همکاران، ۱۳۸۸) نسبت به تک‌کشتی گزارش شده است. در مطالعه کشت مخلوط خیار و گوجه‌فرنگی

www.SID.ir

Archive of SID

(*Lycopersicon esculentum* Mill.) نسبت برابری زمین ۱/۱٤ گزارش شد (شولتز و همکاران، ۱۹۸۲). در کشت مخلوط لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* L.) با پیازچه (*Allium schoenoprasum*) و کاهو، نسبت برابری زمین در کشت مخلوط لوبیاسبز با کاهو، لوبیا سبز با پیازچه و لوبیاسبز با پیازچه و کاهو به‌ترتیب ۱/٤٦، ۱/٤۳ و ۱/۸٦ گزارش شد (ابوحسین و همکاران، ۲۰۰۵). در بررسی کشت مخلوط نخود با گلرنگ عنوان شد که بیش‌ترین عملکرد و نسبت برابری زمین در بین نسبت‌های گوناگون کشت مربوط به نسبت ۵۰:۵۰ بود (سرکار و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج پژوهشی بر روی کشت مخلوط همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) و نخود نشان‌داد که در مورد گیاه همیشه‌بهار بیش‌ترین عملکردهای بذر و زیست‌توده (به‌ترتیب برابر با ۷٤٦ و ۲۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص به دست آمد. هم‌چنین میزان نسبت برابری زمین در اغلب تیمارهای مخلوط بزرگ‌تر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است (ولیزادگان، ۱۳۹٤). در مطالعه‌ای ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که کشت مخلوط شنبلیله و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) بر کشت خالص آن‌ها برتری دارد و کشت مخلوط تک‌ردیفی بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۳۹) را به خود اختصاص داد (مردانی و همکاران، ۱۳۹٤). شاخص دیگری که معمولاً در ارزیابی اقتصادی سامانه‌های کشت مخلوط کاربرد دارد، شاخص سودمندی بوم‌نظام است که مقدار آن با استاندارد-کردن محصول زراعت ثانوی برمبنای محصول زراعت اصلی محاسبه می‌گردد (آجینهو و همکاران، ۲۰۰٦). در کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و باقلا (*Vicia faba* L.) بیشترین شاخص سودمندی بوم‌نظام در تیمار کشت مخلوط گندم و باقلا در نسبت ۱۰۰: ۳۷/۵ وجود داشته است (آجینهو و همکاران، ۲۰۰۸). در پژوهشی با مطالعه سودمندی رقابتی در سامانه‌های کشت مخلوط، بهبود تولید گیاهان زراعی و استفاده کارآمد از عناصر غذایی، بیان شد که افزایش عملکرد معنی‌داری در سامانه‌های کشت مخلوط گندم- ذرت و گندم- سویا (*Glycine max* L.)، در مقایسه با تک‌کشتی گندم وجود داشت (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۷).

ترکیب این دو گونه علاوه بر افزایش تنوع زیستی و تاثیر بر کنترل آفت‌ها و علف‌های هرز، از نظر اقتصادی نیز سودآور می-باشد. هدف از اجرای این آزمایش بررسی عملکرد اقتصادی و استفاده از شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط کاهو پیچ و گل عسلی به‌منظور ارزیابی سودمندی یا عدم سودمندی کشت مخلوط این گیاهان می‌باشد.

مواد و روش ها

به‌منظور مقایسه الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی از نظر عملکرد اقتصادی و شاخص‌های سودمندی، آزمایشی در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (با عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳٦ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا) اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی‌لومی بود. تیمارهای آزمایش شامل الگوهای کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱)، ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳)، کشت خالص کاهو پیچ و کشت خالص گل عسلی بودند. ابتدا کرت‌هایی به ابعاد ۳/۵ در ۳ متر ایجاد و در درون هر کرت ٦ ردیف برای کشت در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۱ و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر نیز ۱ متر بود. نشا کاهو پیچ رقم خرداد از شرکت فلات و نشا گل عسلی از گلخانه‌های سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری بجنورد تهیه شدند. عملیات شخم، تسطیح زمین و در نهایت درست کردن جوی و پشته‌ها در نیمه اول فروردین‌ماه ۱۳۹٤ انجام گرفت. کشت نشاء گل عسلی و کاهو پیچ به ترتیب در ۱۳۹٤/۰۱/۲۰ و ۱۳۹٤/۰۲/۰۲ به صورت نشاهای چهار برگی، در زمین اصلی که قبلاً آبیاری شده بود، انجام شد. برای هر دو گیاه فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر پنج روز یک‌بار به روش نشتی تا آخر فصل رشد انجام گرفت. در زمان آماده سازی زمین و در طول فصل رشد هیچ‌گونه کود شیمیایی، زیستی، علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کشی استفاده نگردید. عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی ۲ بار در طول فصل رشد انجام گرفت.

برای تعیین عملکرد نهایی، با در نظر گرفتن ۵۰ سانتی متر از اطراف هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، بوته‌های کاهو پیچ در ۱۵ تیرماه و گل عسلی در ۲۵ تیرماه از سطحی معادل ۱ متر مربع به-صورت دستی برداشت و جهت تعیین وزن تر بوته (عملکرد اقتصادی) به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن تر بوته‌های هر دو گیاه توسط ترازوی دیجیتال تعیین شد. جهت ارزیابی سودمندی

www.SID.ir

Archive of SID

کشت مخلوط (براساس عملکرد اقتصادی) از شاخص نسبت برابری زمین (معادله ۱)، شاخص رقابت (معادله ۲) و شاخص سودمندی بوم‌نظام (معادله ۳) استفاده شد (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۱۱).

$$LER = \sum \left(\frac{Ypi}{Ymi}\right) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$CI = \frac{(N'A - NA) \times (N'B - NB)}{NA \times NB} \quad \text{معادله (۲)}$$

$$SPI = \left(\frac{Yaa}{Ybb}\right) \times Y_{ba} + Y_{ab} \quad \text{معادله (۳)}$$

در این معادلات، Y_{pi}: عملکرد گونه i در کشت مخلوط، Y_{mi}: عملکرد گونه i در کشت خالص، Y_{ab} و Y_{ba} به‌ترتیب عملکرد گونه a و b در کشت مخلوط، Y_{aa} و Y_{bb} به‌ترتیب عملکرد گونه a و b در کشت خالص، $N'A$ و NA به‌ترتیب عملکرد گونه a در کشت خالص و مخلوط و $N'B$ و NB به‌ترتیب عملکرد گونه b در کشت خالص و مخلوط می‌باشد (نصیری محلاتی، ۲۰۰۰؛ میدیا و همکاران، ۲۰۰۵؛ چایی چی و همکاران، ۲۰۰۷؛ اودو، ۱۹۹۱).

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار Minitab-17 و جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم شکل‌ها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

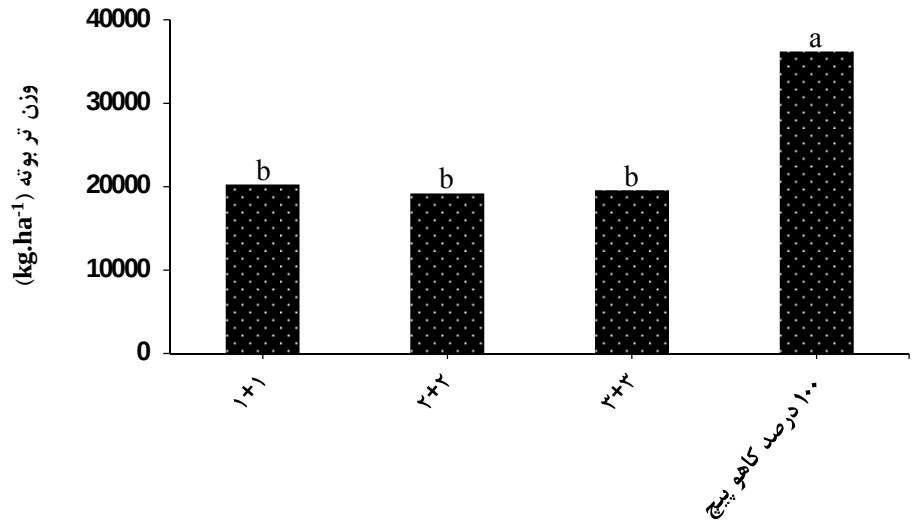
وزن تر بوته

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر وزن تر بوته کاهو پیچ و گل عسلی معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین وزن تر بوته کاهو پیچ (۳۶۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص و کم‌ترین آن (۲۰۲۵۵/۵ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) ملاحظه گردید (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر وزن تر بوته کاهو پیچ و گل عسلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر بوته کاهو پیچ	وزن تر بوته گل عسلی
تکرار	۲	۳۴۵۲۲۳۰۶ns	۱۴۷۴۶۱۳ns
تیمار	۳	۲۰۵۵۰۹۳۱۱*	۱۱۹۳۳۷۹۵*
خطا	۶	۲۳۳۵۴۷۴۵	۱۴۶۰۴۴۵
ضریب تغییرات (٪)		۲۰/۳۰	۴۰/۷۸

* و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و معنی دار نیست.



شکل ۱- تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی با گل عسلی بر وزن تر بوته کاهو پیچ

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (توکی ۵٪).

www.SID.ir

Archive of SID

از لحاظ وزن تر بوته، الگوهای کشت مخلوط ردیفی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با این حال، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) در مقایسه با سایر الگوهای کشت مخلوط از وزن تر بوته بالاتری برخوردار بود و این احتمالاً به این دلیل است که کاهو پیچ در این‌جا به مقدار کم‌تری فشرده‌تر کشت شده (کاهو پیچ به صورت یک در میان با گل عسلی کشت شده است) و فضای رشد بهتری نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی داشته است و در نهایت، توانسته از منابع محیطی نهایت استفاده را ببرد. نتایج پژوهشی بر روی کشت مخلوط لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgar* Mill.) نشان داد که کشت خالص لوبیا بیشترین میزان عملکرد اقتصادی (۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد که دلیل آن تراکم حداکثری لوبیا در کشت خالص نسبت به سایر تیمارهای کشت مخلوط بود (خاموشی، ۱۳۹۲). با توجه به تراکم بوته کم‌تر کاهو پیچ در تیمارهای کشت مخلوط، کاهش عملکرد در این تیمارها نسبت - به کشت خالص توجیه‌پذیر است. در پژوهشی بر روی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و لوبیا عنوان شد که بیشترین عملکرد اقتصادی (دانه) ریحان در کشت خالص آن به دست آمد که دلیل آن تراکم بوته بالاتر ریحان در این کشت اعلام شد (علی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). در پژوهشی بر روی کشت مخلوط نخود و زعفران انجام شد که بیشترین وزن تر گل و وزن تر کلاله زعفران برای کشت خالص به ترتیب با ٤٨/٠٢ و ۲/۲۹ گرم در متر مربع و کم‌ترین میزان این صفات برای نسبت ۱۰۰ درصد زعفران + ۲۰ درصد نخود به ترتیب با ۱۳/۳۸ و ۰/٦٥ گرم در متر مربع حاصل شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهشی عنوان شد که بیشترین و کم‌ترین عملکرد بخش خوراکی کلم‌پیچ به ترتیب مربوط به کشت مخلوط کلم‌پیچ و کاهوبرگ و کلم‌پیچ و تربچه بوده است (ایلدیریم و گوونس، ۲۰۰۵). همچنین در بررسی کشت مخلوط چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) نشان داده شد که بیشترین و کم‌ترین عملکرد اقتصادی چای‌ترش به ترتیب در الگوی کشت خالص چای‌ترش و الگوی کشت مخلوط ۲۵٪ چای‌ترش + ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی به دست آمد که البته بین الگوی کشت خالص و سایر الگوهای کشت تفاوت معنی‌داری وجود داشت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج مطالعه دوساله‌ای بر روی کشت مخلوط نخود با سبزیجات زمستانی، مانند کلم‌پیچ (*Brassica oleracea* L. var. capitata)، خردل (*Raphanus sativus* L.)، مناداب (*Eruca sativa* L.)، اسفناج (*Spinacia oleracea* L.)، کاهو (*Lactuca sativa* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و گشنیز (*Coriandum sativum* L.) نشان داد که در سال نخست بیشترین عملکرد نخود برای کشت مخلوط با گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و در سال دوم برای مخلوط با سیب‌زمینی به دست آمد (حسین و همکاران، ۲۰۰۵). در بررسی کشت مخلوط فلفل (*Capsicum annuum* L.) و پیاز (*Allium cepa* L.) مشخص شد که بالاترین عملکرد میوه بازارپسند فلفل در کشت خالص (۸/٦۱ تن در هکتار) و کم‌ترین میزان در کشت مخلوط با پیاز (۷/۸۰ تن در هکتار) بود (برینتا و سران، ۲۰۱۲).

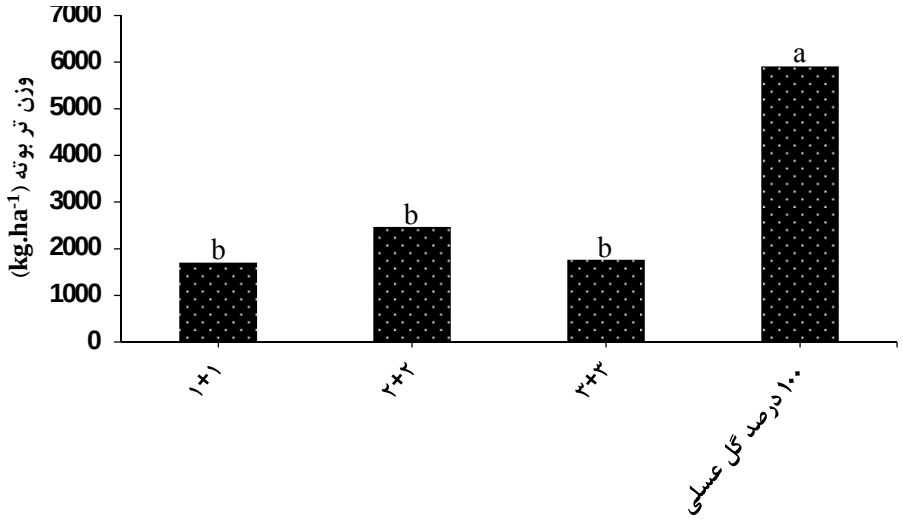
همچنین بیشترین وزن تر بوته گل عسلی (٥۹۰۹/۲ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت خالص و کم‌ترین آن در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) (۱۷۰٦/٥ کیلوگرم در هکتار) وجود داشت (شکل ۲).

الگوهای کشت مخلوط ردیفی از لحاظ وزن تر بوته، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با این حال، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) در مقایسه با سایر الگوهای کشت مخلوط از وزن تر بوته بالاتری برخوردار بود که احتمالاً تعداد ردیف بیشتر گل عسلی در این الگوی کشت، رقابت بین گونه‌ای را کاهش داده و توانسته از منابع محیطی بیشتری استفاده کند و در نهایت وزن تر بوته افزایش یافته است. کاهش عملکرد گشنیز، زیره‌سیاه (*Carum carvi* L.) و رازیانه در کشت مخلوط با ذرت نسبت به کشت خالص هر یک از این گیاهان گزارش شده است (بگوم، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای اثر الگوهای کشت مخلوط بر عملکرد سویا، ریحان و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) نشان داده شد که بیشترین وزن تر اندام هوایی در کشت خالص ریحان و کم‌ترین آن نیز در الگوی کشت مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد ریحان + ۷۵ درصد سویا به دست آمد (زعفریان و باقری شیروان، ۱۳۹۳). در بررسی کشت مخلوط جایگزینی سویا با دو گیاه ریحان و گاوزبان اروپایی در شرایط تداخل علف‌های هرز اعلام شد که بیشترین عملکرد اقتصادی سویا (۳٦۳٦/٦۷ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت خالص سویا- بدون علف هرز و کم‌ترین آن (٤٥۳/٦۷ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد سویا + ۷۵ درصد گاوزبان اروپایی به دست آمد (باقری شیروان و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین بیشترین وزن تر اندام هوایی ریحان (۱٦٥۲۳ کیلوگرم در هکتار) در چین نخست

www.SID.ir

Archive of SID

در الگوی کشت خالص ریحان- بدون علف هرز و کم‌ترین میزان (۹۲۷ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت مخلوط جایگزینی ۲۵ درصد ریحان + ۷۵ درصد سویا وجود داشت. در بررسی تأثیر سطوح گوناگون نیتروژن و آرایش کشت در کشت مخلوط بزرک (*Linum usitatissimum* L.) و شبدر برسیم بذری (*Trifolium alexandrinum*) مشخص شد که بالاترین عملکرد دانه بزرک در کشت خالص (۵۹/۵ گرم در متر مربع) به دست آمد و تفاوت معنی‌داری با سایر آرایش‌های کشت داشت (ریحانی و همکاران، ۱۳۹۵). در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) با کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیاقرمز اعلام شد که بالاترین عملکرد اقتصادی (دانه) آفتابگردان (۵۵۴۵ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط ردیفی آفتابگردان، کنجد و لوبیاقرمز و کم‌ترین آن (۱۹۸۲ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص به دست آمد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۵).



شکل ۲- تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر وزن تر بوته گل عسلی.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (توکی ۵٪).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص‌های سودمندی کاهو پیچ و گل عسلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نسبت برابری زمین جزئی کاهو پیچ	نسبت برابری زمین جزئی گل عسلی	نسبت برابری زمین کلی	شاخص رقابت	شاخص سودمندی بوم‌نظام
تکرار	۲	۰/۰۵ns	۰/۰۴ns	۰/۱۸ns	۱۵/۵۱ns	۱۹۰۸۲۰۵۶۳ns
تیمار	۲	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۱ns	۰/۰۱ns	۰/۸۴ns	۱۵۶۵۵۲۵۶ns
خطا	۴	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۴	۲/۰۳	۵۳۳۲۲۸۲۴
ضریب تغییرات (٪)		۲۵/۶۹	۲۲/۸۵	۲۳/۶۱	۶۰/۱۱	۲۲/۲۳

ns: معنی‌دار نیست.

شاخص‌های سودمندی

تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر هیچ‌کدام از شاخص‌های سودمندی کاهو پیچ و گل عسلی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

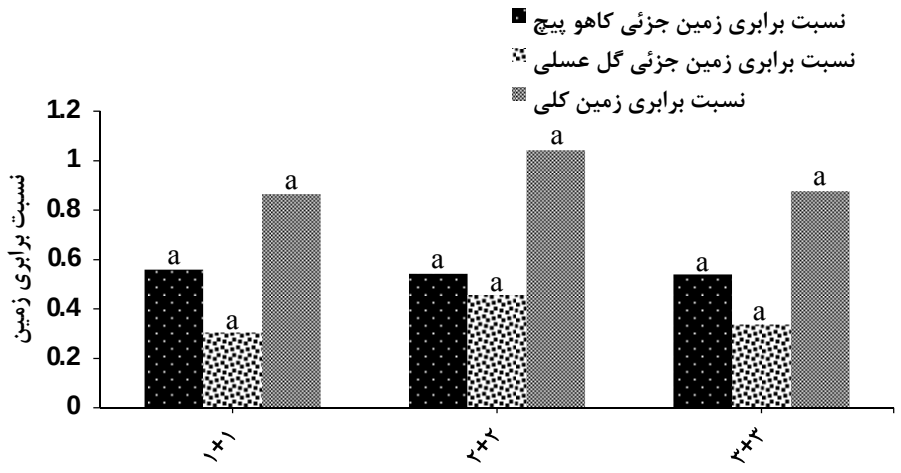
نسبت برابری زمین (LER)

نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نظر نسبت برابری زمین جزئی برای کاهو پیچ تفاوت معنی‌داری را با هم نشان ندادند (جدول ۲). با این حال، بیشترین نسبت برابری زمین جزئی کاهو پیچ (۰/۵۶) مربوط به الگوی

www.SID.ir

Archive of SID

کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) و کم‌ترین نسبت برابری زمین جزئی کاهو پیچ (۰/۵۳) که مربوط به الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) بود، به دست آمد (شکل ۳). همچنین، الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نظر نسبت برابری زمین جزئی برای گل عسلی تفاوت معنی‌داری را با هم نشان ندادند. با این حال، بیشترین نسبت برابری زمین جزئی گل عسلی (۰/٤٥)، مربوط به الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) و کم‌ترین نسبت برابری زمین جزئی گل عسلی نیز از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) (۰/۳۰) به دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳- تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر نسبت برابری زمین.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (توکی ۵٪).

یکی از مهم‌ترین دلایل کشت دو یا چند گیاه با هم، افزایش تولید و استفاده حداکثری از واحد سطح زمین می‌باشد. به طور کلی، نسبت برابری زمین جزئی کاهو پیچ در تمامی الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نسبت برابری زمین جزئی گل عسلی بیشتر بود و می‌توان نتیجه گرفت کاهو پیچ گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با گل عسلی اثر مثبت دریافت کرده است که این امر احتمالاً مربوط به بهبود شرایط رشدی می‌باشد. دلیل این امر احتمالاً اختلافات مورفولوژیکی موجود بین قسمت‌های متفاوت گیاهان می‌باشد که باعث به حداقل رسیدن رقابت بین آن‌ها برای جذب منابع و در نتیجه بهبود کارایی مصرف منابع (نور، آب و عناصر غذایی) در آن‌ها می‌شود. نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به نسبت برابری زمین بالاتر در کشت مخلوط آفتابگردان و ماش (سلیم و همکاران، ۲۰۰۳)، همچنین در کشت مخلوط سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) و لوبیاسبز گزارش شده است (دعا و همکاران، ۲۰۰۵). در پژوهشی اگرچه اثر مجزای هر یک از تیمارهای آزمایش و نیز برهم‌کنش آن‌ها بر نسبت برابری زمین معنی‌دار نبود، ولی بیشترین نسبت برابری زمین جزئی آمارانت (۱/۳۳) از الگوی کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد آمارانت و پس از آتش زدن بقایای گندم و کم‌ترین میزان (۰/۵۵) برای الگوی کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد آمارانت و پس از حذف بقایای گندم به دست آمد و همچنین بیشترین نسبت برابری زمین جزئی ماش (۰/٦٥) در الگوی کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد آمارانت و کم‌ترین میزان (۰/۱۸) در الگوی کشت مخلوط ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد آمارانت به دست آمد (بهاری و همکاران، ۱۳۹۳). در بررسی عملکرد در الگوهای گوناگون کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و شوید (*Anethum graveolens* L.) عنوان شد که بیشترین نسبت برابری زمین جزئی لوبیا و شوید از کشت مخلوط ردیفی یک ردیف لوبیا + یک ردیف شوید و کم‌ترین میزان به ترتیب از کشت مخلوط روی ردیف‌های کشت ۵۰ درصد شوید + ۵۰ درصد لوبیا و کشت مخلوط نواری چهار ردیف لوبیا + دو ردیف شوید به دست آمد (رضایی‌چیانه و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نظر نسبت برابری زمین کلی اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند. بیشترین مقدار نسبت برابری زمین کلی (۱/۰٤) از

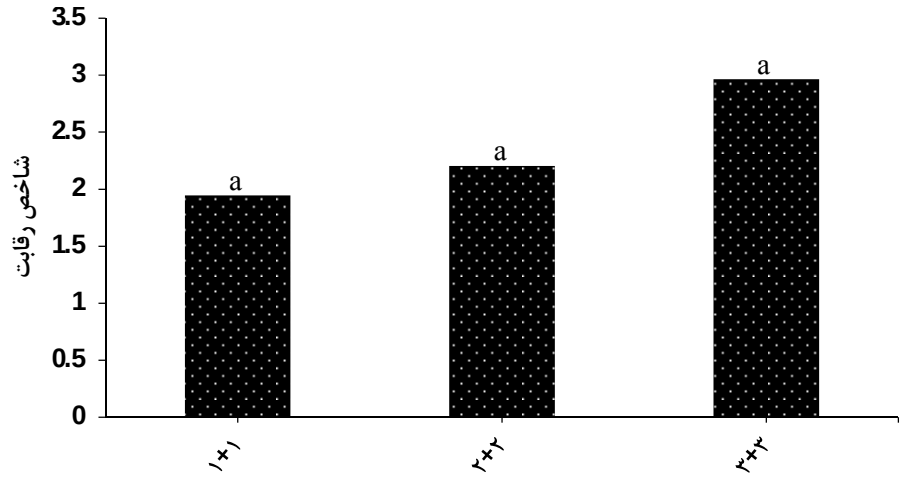
www.SID.ir

Archive of SID

الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) حاصل شد که نشان‌دهنده سودمندی زراعی ٤ درصدی و برتری عملکرد اقتصادی در این الگوی کشت نسبت به کشت‌های خالص این دو محصول است و بیانگر کارایی بیشتر استفاده از زمین در این الگوی کشت می‌باشد. کم‌ترین مقدار نسبت برابری زمین کلی (۰/۸) از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) به دست آمد که ۸ درصد کاهش نسبت به الگوی کشت خالص نشان داد (شکل ۳). کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد اقتصادی مخلوط، بیشتر از محصول تک‌کشتی باشد. اضافه عملکرد به دست آمده از کشت مخلوط را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گونه، اختلافات مورفوفیزیولوژیکی بین آن‌ها، تثبیت و جذب نیتروژن، کاهش فشار رقابتی بین دو گونه و کاهش رشد و زیست‌توده علف‌های هرز نسبت داد که موجب افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شود (واندرمییر، ۱۹۸۹؛ وایلی، ۱۹۹۰). نسبت برابری زمین معیاری از جذب نور در جامعه گیاهان مخلوط است. اگر میزان نسبت برابری زمین بیشتر از یک باشد نشان-دهنده بهبود جذب نور است. همچنین نسبت برابری زمین بیشتر از یک می‌تواند ناشی از کارایی مصرف نور بالاتر در مخلوط در مقایسه با کشت خالص باشد (صدرآبادی حقیقی، ۱۳۷۷). در پژوهشی اعلام شده است که با کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا قرمز نسبت برابری زمین به ۱/۲۵ رسید (سینگ، ۲۰۰۷). در طی آزمایشی اعلام شد که با کشت مخلوط آفتابگردان و سویا نسبت برابری زمین به ۱/۳۷ رسید (سودی و المتولی، ۲۰۰۹). در پژوهشی بالاترین نسبت برابری زمین در آرایش کشت ۷۰ درصد بزرک + ۷۰ درصد شبدر برسیم بذری و در سطح کود ۳۰ کیلوگرم نیتروژن (۱/۵۸) به دست آمد (ریحانی و همکاران، ۱۳۹۵). در کشت مخلوط ذرت و ماش سبز گزارش شده است که بیشترین نسبت برابری زمین به تیمار ۱۰۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد ماش با میزان ۱/٤۳ تعلق داشت (نخ‌زری‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). در بررسی کشت مخلوط ذرت و باقلا، نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای مخلوط بیشتر از یک به دست آمد که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است (رضایی‌چیانه و همکاران، ۲۰۱۱).

شاخص رقابت

با بررسی مفهومی به نام شاخص رقابت، اگرچه میزان اضافه محصول نشان داده نمی‌شود، ولی با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در تیمارهای متفاوت مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی مخلوط قضاوت کرد (دریایی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نظر شاخص رقابت تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند (جدول ۲). در این مطالعه کلیه الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص رقابت بالاتر از یک بودند (شکل ٤).



شکل ٤- تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص رقابت.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (توکی ۵٪).

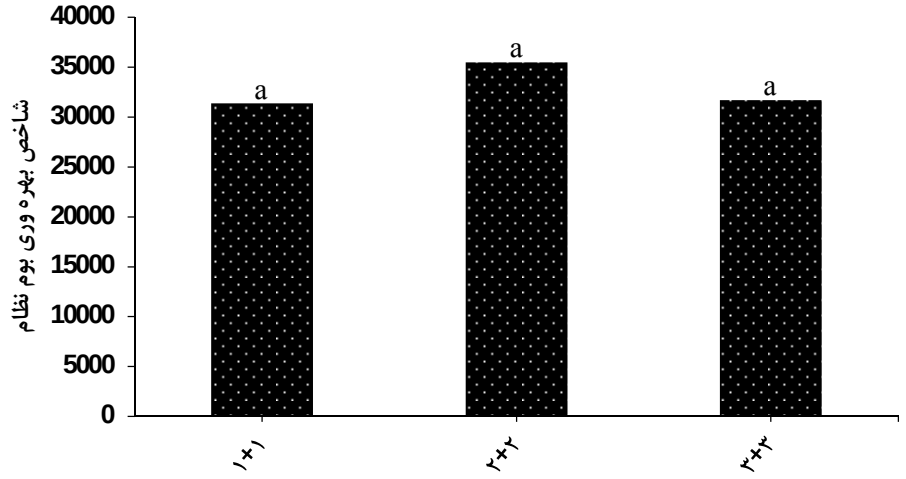
www.SID.ir

Archive of SID

این موضوع نشان‌دهنده سوددهی پایین‌تر کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. بیشترین شاخص رقابت از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۳ ردیف کاهو پیچ + ۳ ردیف گل عسلی (۳:۳) (۲/۹۶) و کم‌ترین شاخص رقابت نیز از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) با ۱/۹٤ به دست آمد. در بررسی شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط نخودسیاه (*Cicer arietinum* L.) و جو عنوان شد که تیمار کشت مخلوط ۱۰۰ درصد نخود + ۱۰۰ درصد جو پایین‌ترین مقدار شاخص رقابت (۰/۱۱۵) را در مقایسه با سایر تیمارها به خود اختصاص داد و با وجود این‌که این تیمار بیشترین مقدار نسبت برابری زمین را نیز دارا بود، بالاترین شایستگی را جهت انتخاب به عنوان تیمار برتر نشان داد (دریایی و همکاران، ۱۳۸۷). در بررسی کشت مخلوط نخود و جو با استفاده از شاخص‌های سودمندی تحت شرایط رقابت با علف-های هرز عنوان شد که شاخص رقابت در تمام الگوهای کشت مخلوط کم‌تر از یک بود و کم‌ترین (۰/۰۱) و بیشترین (۰/۹۹) میزان شاخص رقابت نیز به ترتیب در تیمارهای آلوده به علف-های هرز + ۵۰ درصد جو + ۵۰ درصد نخود و عاری از علف هرز + ۲۵ درصد جو + ۱۰۰ درصد نخود به دست آمد (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۲). نتایج پژوهشی بر روی شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط گندم و کلزا نشان داد که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط شاخص رقابت کم‌تر از یک بود (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۱).

شاخص سودمندی بوم‌نظام

نتایج نشان داد که هیچ‌کدام از الگوهای کشت مخلوط ردیفی از نظر شاخص سودمندی بوم‌نظام اختلاف معنی‌داری با هم نشان ندادند (جدول ۲).



شکل ۵- تاثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ و گل عسلی بر شاخص سودمندی بوم نظام.
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون تفاوت معنی‌داری ندارند (توکی ۵٪).

بیش‌ترین شاخص سودمندی بوم‌نظام از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) با ۳۵٤٦٦/۵ به دست آمد که بیان‌گر سودمندی بیشتر این الگوی کشت در مقایسه با دیگر الگوهای کشت مخلوط ردیفی است. هم‌چنین کم‌ترین شاخص سودمندی بوم‌نظام نیز از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) (۳۱۳۵۷/٤) به دست آمد (شکل ۵). در بررسی عملکرد و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط گیاهان علوفه ای یک‌ساله با جو اعلام شد که بیشترین مقدار شاخص سودمندی بوم‌نظام (۲/۹۲) متعلق به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۷۵ درصد نخود علوفه ای و ۲۵ درصد جو بود (لامعی هروانی، ۱۳۹۱). در پژوهشی بیشترین شاخص سودمندی بوم‌نظام در تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۷۵ درصد جو و ۲۵ درصد نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) به دست آمد (نخزری‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهشی بر روی کشت مخلوط نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) و کلزا، شاخص سودمندی بوم‌نظام برای هیچ‌یک از نسبت‌های کشت مخلوط معنی‌دار نشد ولی بیشترین شاخص سودمندی بوم‌نظام (۳۳۹۷) در الگوی کشت دو

www.SID.ir

Archive of SID

ردیف نخودفرنگی + یک ردیف کلزا (*Brassica napus* L.) به دست آمد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۳). در بررسی سودمندی عملکرد در کشت مخلوط سویا با ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) اعلام شد که حداکثر شاخص سودمندی بوم‌نظام مربوط به تیمار ۷۵ درصد سویا (۲۵ درصد) ریحان بود (باقری شیروان و همکاران، ۱۳۹۱). در گزارش دیگری نیز بیشترین عدد شاخص سودمندی بوم‌نظام در تیمار دو ردیف سورگوم (*Sorghum bicolor* L. Moench) با یک ردیف لوبیا چشم‌بلبلی وجود داشت (اوسینی، ۲۰۱۰). در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط جو و گاودانه (*Vicia ervilia*) عنوان شد که بیشترین شاخص سودمندی بوم‌نظام (٤٥٢٦) در کشت مخلوط ۳۰۰ بوته جو با ۲۰ بوته در متر مربع گاودانه به دست آمد (حمزه‌ئی، ۱۳۹۱). بنابراین به نظر می‌رسد باتوجه به این‌که الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) از نسبت برابری زمین کلی و همچنین شاخص سودمندی بوم‌نظام بالاتری در مقایسه با سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی برخوردار است، برای کسب حداکثر عملکرد و درآمد مناسب‌تر از کشت خالص باشد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص‌های سودمندی کاهو پیچ و گل عسلی تحت تأثیر الگوهای کشت مخلوط ردیفی قرار نگرفت. مقایسه الگوهای کشت مخلوط ردیفی نشان داد که الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) در اکثر شاخص‌های سودمندی به جز شاخص رقابت نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط ردیفی برتری داشت. همچنین در بین الگوهای کشت مخلوط ردیفی، الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱ ردیف کاهو پیچ + ۱ ردیف گل عسلی (۱:۱) در تمامی شاخص‌های سودمندی پایین‌ترین میزان را دارا بود. به نظر می‌رسد تعداد ردیف بیشتر گل عسلی در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲) از یک‌سو و متراکم‌تر کشت شدن کاهو پیچ در این الگوی کشت از سوی دیگر باعث افزایش شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط شده است. در الگوهای کشت مخلوط ردیفی سهم گل عسلی از نسبت برابری زمین کاهش یافته است و در عوض کاهو پیچ از مساعدت گل عسلی استفاده کرده و سهم نسبت برابری زمین مربوط به کاهو پیچ افزایش یافته است. در الگوی کشت مخلوط ردیفی۲ ردیف کاهو پیچ + ۲ ردیف گل عسلی (۲:۲)، نسبت برابری زمین کلی بیشتر از یک بود که این نشان از سودمندی کشت مخلوط این الگوی کشت در مقایسه با کشت خالص دارد. در این پژوهش، شاخص رقابت نشان می‌دهد که در الگوهای کشت مخلوط ردیفی تحت بررسی، رقابت بین گونه‌ای شدیدتر از رقابت درون‌گونه‌ای بوده و این امر باعث‌شده که الگوهای کشت مخلوط ردیفی کاهو پیچ + گل عسلی به جز در الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ که به‌صورت جزیی اثرات مثبت وجود داشته، مزیت قابل توجهی از نظر عملکرد نداشته باشند. بنابراین باید مزایای غیر مستقیم این نوع کشت مخلوط ردیفی به عنوان مثال، کنترل یا کاهش خسارت آفت‌ها که در مقدمه به آن اشاره شد، مورد توجه قرار گیرد. در نهایت می‌توان این‌گونه بیان کرد که احتمالاً تغییردادن الگوهای کشت ممکن است افزایش عملکرد هم به همراه داشته باشد، که باید بررسی شود.

منابع

اسدی، ق.، س. خرم‌دل و م. ح. هاتفی فرجیان. ۱۳۹۵. اثر نسبت‌های کشت مخلوط ردیفی نخود و زعفران بر عملکرد و برخی خصوصیات رشدی. نشریه زراعت و فناوری زعفران، جلد ٤، شماره ۲: ۹۳-۱۰۳.

باقری شیروان، م.، ف. زعفریان، و. اکبرپور و ق. اسدی. ۱۳۹۱. ارزیابی سودمندی عملکرد و بهره‌وری اقتصادی کشت مخلوط سویا با ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.). مجله کشاورزی بوم‌شناختی، جلد ۲، شماره ۲: ٤۲-۵۷.

باقری شیروان، م.، ف. زعفریان، ب. بیچرانلو و ق. اسدی. ۱۳۹۳. بررسی نسبت‌های مختلف جایگزینی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) با دو گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در شرایط تداخل علف هرز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ٦، شماره ۱: ۷۰-۸۳.

بلندنظر، ص.، ز. پازانی و ج. محمدی. ۱۳۹۰. بررسی کشت مخلوط خیار و پیاز خوراکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۱، شماره ۳: ۱۳۵-۱٤۵.

www.SID.ir

Archive of SID

بهاری، ا.، ا. آینه بند و ا. فاتح. ۱۳۹۳. اثر روش‌های مختلف مدیریت بقایای گندم بر عملکرد و اجزای عملکرد علوفه در کشت مخلوط آمارانت (*Amaranthus cruentus* L.) و ماش (*Vigna radiate* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ٢٤، شماره ١: ١-١٦.

حمزه‌ئی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد، شاخص SPAD، کارایی استفاده از زمین و شاخص بهره‌وری سیستم در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و گاودانه (*Vicia ervilia*). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۲، شماره ٤: ۷۹-۹۱.

حمزه‌ئی، ج. و م. سیدی. ۱۳۹۱. تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا براساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۲، شماره ۵: ۱۰۹-۱۱۹.

حمزه‌ئی، ج. و م. سیدی. ۱۳۹۲. ارزیابی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum*) و جو (*Hordeum vulgare*) با استفاده از شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز. مجله دانش زراعت، جلد ٦، شماره ۹: ۱-۱۲.

حیدری، ح.، م. دهمرده و ع. خمری. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد کمی و کیفی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در کشت مخلوط در سری‌های جایگزینی. فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی، جلد ۳، شماره ۱: ٤٣-٥٣.

خاموشی، ا. ۱۳۹۲. مقایسه نسبت‌های مختلف کاشت لوبیا و رازیانه در مخلوط‌های افزایشی و جایگزینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۷۰ صفحه.

دریایی، ف.، م. آقاعلیخانی و م. ر. چایی‌چی. ۱۳۸۷. مقایسه شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود سیاه و جو در تولید علوفه. فصل‌نامه نظام‌مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲۱: ۳۵-٤٠.

رحیمی‌درآباد، غ.، م. برمکی و ر. سیدشریفی. ۱۳۹٤. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط سیب‌زمینی و گلرنگ. نشریه زراعت، جلد ۱۰۸: ۱۱٤-۱۱۹.

رضایی‌چیانه، ا.، ا. ولیزادگان، م. تاج بخش، ع. دباغ محمدی‌نسب و و. ریماز. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد زراعی و تنوع حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و شوید. نشریه به‌زراعی کشاورزی، جلد ١٦، شماره ۲: ۳۵۳-۳٦۸.

ریحانی، و.، ح. کریم‌مجنی، ع. حیدری اصل، م. ح. اهتمام و م. زاهدی. ۱۳۹۵. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و آرایش کاشت بر تداخل علف‌های هرز در کشت مخلوط بزرک و شبدر برسیم بذری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ٦، شماره ۲۱: ۹۱-۱۰۳.

زعفریان، ف. و م. باقری شیروان. ۱۳۹۳. تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد سویا، ریحان و گاوزبان اروپایی. نشریه به‌زراعی کشاورزی، جلد ١٦، شماره ۱: ۱۹۷-۲۱٤.

سرابی، ب. ۱۳۹۱. کاهو، آندیو و شیکوره. انتشارات آوای مسیح، سروا، ساری، ۲٤۰ صفحه.

شایگان، م.، د. مظاهری، ح. رحیمیان مشهدی و س. پیغمبری. ع. ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و ارزن دم روباهی (*Setaria italica* L.) بر عملکرد دانه آن ها و کنترل علف های هرز. مجله علوم زراعی ایران، دوره ۱۰، شماره ۱: ۳۱-٤٦.

صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۷۷. کشت مخلوط گندم و ماشک گل‌خوشه ای با آبیاری تکمیلی در یک نظام دیم‌کاری کم‌نهاده. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

علی‌زاده، ی.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف هرز دو گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط کشت مخلوط. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۲، شماره ۳: ۳۸۳-۳۹۷.

فلاح، س.، س. بهارلویی و ع. عباسی سورکی. ۱۳۹۳. ارزیابی شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ٦، شماره ۳: ۵۷۱-۵۸۱.

قاسمی قهساره، م. و م. کافی. ۱۳۸۹. گلکاری علمی و عملی (جلد اول). چاپ ششم. انتشارات (مؤلف)، ۳۱۲ صفحه.

قنبری، ا.، ح. غدیری و م. جوکار. ۱۳۸۵. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و خیار (*Cucumis sativus* L.) بر کنترل علف‌های هرز. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، جلد ۷۳: ۱۹۳-۱۹۹.

www.SID.ir

Archive of SID

کوچکی، ع.، ه. زرقانی و ع. نوروزیان. ۱۳۹۵. تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، لوبیاقرمز (*Phaseolus calcaratus* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ١٤، شماره ٢: ٢٢٦-٢٤٣.

لامعی هروانی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی فنی و اقتصادی کشت مخلوط خلر با جو و تریتیکاله در شرایط دیم استان زنجان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۲، شماره ٤: ۹۳-۱۰۲.

مردانی، ف.، ح. ر. بلوچی، ع. یدوی و ا. صالحی. ۱۳۹٤. اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف هرز شنبلیله (*Trigonella foenum-greacum* L.) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.). پژوهش های زراعی ایران، جلد ۱۳، شماره ۳: ٦٢٣-٦٣٦.

میرهاشمی، س. م.، ع. کوچکی، م. پارسا و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. نشریه پژوهش های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱: ۲۷۱-۲۸۱.

نخ‌زری مقدم، ع.، م. ر. چایی چی، د. مظاهری، ح. رحیمیان مشهدی، ن. مجنون‌حسینی و ع. نوری‌نیا. ۱۳۸۸. اثر کشت مخلوط ذرت و ماش سبز بر عملکرد، نسبت برابری زمین و برخی از ویژگی‌های کیفی علوفه. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ٤٠، شماره ٤: ١٥١-١٥٩.

نخ‌زری مقدم، ع.، ا. دهقان‌پور اینچه‌برون و ع. راحمی کاریزکی. ۱۳۹۵. تأثیر سطوح نیتروژن و نسبت‌های کشت مخلوط سری جایگزینی بر عملکرد علوفه و شاخص‌های رقابت جو و نخودفرنگی. نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۱: ۱۹۹-۲۱٤.

نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۹. مدلسازی فرآیند رشد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۰ صفحه.

ولیزادگان، ا. ۱۳۹٤. مطالعه عملکرد کمی و کیفی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) و نخود (*Cicer arientinum* L.) و تنوع گونه‌ای و وفور نسبی حشرات در کشت مخلوط ردیفی و نواری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۵، شماره ۳: ۱۵-۳۰.

Abou-Hussein, S. D., S. R. Salman, A. M. R. Abdel-Mawgoud, and A. A. Ghonarne. 2005. Productivity, quality and profit of sole or intercropped green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. J. Agron. 4: 151-155.

Agegnehu, G., A. Ghizaw, and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Eur. J. Agron. 25: 202-207.

Agegnehu, G., A. Ghizaw, and W. Sinebo. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. Agron. Sustainable Dev. 28: 257-263.

Begum, S., S. S. Kakon, M. N. Islam, F. Ahmed, and. M. M. Haque. 2010. Study on intercropping of different species with hybrid maize. J. Exp. Biol. Sci. 1(2): 47-50.

Brintha, I. and T. H. Seran. 2012. Effect of intercropping chili (*Capsicum annuum* L.) with onion (*Allium cepa* L.) in sandy regosol. Bangl. J. Agric. Res. 37(3): 547-550.

Bugg, R. L., R. G. Colfer, W. E. Chaney, H. A. Smith, and J. Cannon. 2008. Flower flies (*Syrphidae*) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, P. 25.

Chaichi, M. R., F. Daryaei, and M. Aghaalikhani. 2007. Forage production of sorghum and alfalfa in sole and intercropping systems. Asian J. Plant Sci. 6(5): 833-838.

Dua, V. K., S. S. Lal, and P. M. Govindakrishnan. 2005. Production potential and competition indices in potato-French bean intercropping system in Shimla Hills. Indian J. Agric. Sci. 75: 321-323.

Fernandez-Aparicio, M., J. C. Sillero, and D. Rubials. 2007. Intercropping with cereals reduce infection be *Orobanche crenata* in legumes. Crop Prot. 26: 1166-1720.

Fiedler, A. K., D. A. Landis, and S. D. Wratten. 2008. Maximizing ecosystem services from conservation biological control: the role of habitat management. Biol. Control, 45: 254–271.

Hussain, S. A., N. Ali, A. Rab, and A. Hashemi. 2005. Intercropping effect on growth and yield of winter vegetables. Sarhad J. Agric. 21: 345-350.

Lithourgidis, A. S., D. N. Vlachostergios, C. A. Dordas, and C. A. Damalas. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. Eur. J. Agron. 34: 287-294.

Midya, A., K. Bhattacharjee, S. S. Ghose, and P. Banik. 2005. Seeding of barley gram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field of yield advantages and smothering of weeds. J. Agron. Crop Sci. 1: 195-201.

Neamatollahi, E., M. R. Jahansuz, D. Mazaheri, and M. Bannayan. 2013. Intercropping. In: Lichtfouse, E. (ed.), Sustainable Agriculture Reviews, Sustainable Agriculture Reviews 12. Springer London, P. 304.

www.SID.ir

Archive of SID

Odo, P. E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: Land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. Exp. Agric. 27: 435-441.

Oseni, T. O. 2010. Evaluations of sorghum-cowpea intercrop productivity in savanna agro-ecology using competition indices. J. Agric. Sci. 2(3): 229-234.

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

Saleem, R., F. M. Umar, and R. Ahmed. 2003. Bio economic assessment of different sunflower based intercropping systems at different geometric configurations. Pak. J. Biol. Sci. 6: 1187-1190.

Sarkar, R. K., D. Shit, and S. Maitra. 2000. Competition function, productivity and economics of chickpea based intercropping systems under rain fed conditions of Bhar plateau. Ind. J. Agron. 45: 681-688.

Saudy, H. S., and I. M. Elmetwally. 2009. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. J. Cent. Eur. Agric. 10: 41-52.

Schultz, B., C. Phillips, P. Rosset, and J. Vandermeer. 1982. An experiment in intercropping cucumbers and tomatoes in Southern Michigan. U.S.A. Sci. Horticult. 18: 1-8.

Singh, J. K. 2007. Response of sunflower (*Helianthus annuus*) and French bean (*Phaseolus vulgaris*) Intercropping to different row ratios and nitrogen levels under rain fed conditions of temperate Kashmir. Ind. J. Agron. 52: 36-39.

Smith, H. A. and W. E. Chaney. 2007. A survey of syrphid predators of *Nasonovia ribisnigri* in organic lettuce on the Central Coast of California. J. Econ. Entomol. 100: 39–48.

Smith, H. A., W. E. Chaney, and T. A. Bensen. 2008. Role of syrphid larvae and other predators in suppressing aphid infestations in organic lettuce on California's Central Coast. J. Econ. Entomol. 101: 1526–1532.

Vandermeer, J. H. 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, 297 p.

Willey, R. W. 1990. Resources use in intercropping systems. J. Agric. Water Manage. 17: 215-231.

Yildirim, E. and I. Guvence. 2005. Intercropping based on cauliflower: more productive, profitable and highly sustainable. Eur. J. Agron. 22: 11-18.

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

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of economic yield and productivity indices in row intercropping of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata) and alyssum (*Lobularia maritima* (L.) Desv.)

M.H. Hatefi Farjian[1], A. Kocheki[2], M. Nasiri Mahlati[2]

Received: 2017-4-20 Accepted: 2017-8-1

Abstract

In order to study the effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum economic yield and productivity indices, a field experiment was conducted as a completely randomized blocks design with three replications during growing in 2014-2015 at Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Treatment included 1 row of lettuce + 1 row alyssum (1:1), 2 rows lettuce + 2 rows alyssum (2:2), 3 rows lettuce + 3 rows alyssum (3:3) and their monoculture. The results showed that the effect of row intercropping patterns of lettuce and alyssum was significant on fresh weight of both crops. The highest fresh weight of lettuce and alyssum was observed in monoculture with 36200 and 5909.2 kg per hectare, respectively. The highest total land equivalent ratio (1.04) was obtained from 2:2 treatment, indicating 4% yield advantage of intercropping and represents a more efficient use of land in this cropping pattern compared to the monoculture of two crops. The highest competition index was achieved from 3:3 treatment (2.96). In addition, the highest system productivity index was obtained in row intercropping pattern 2:2 with 35466.5. Therefore, it seems that the row intercropping pattern of 2:2 was higher in land equivalent ratio and as well as system productivity index compared to other row intercropping patterns to obtain the highest yield and income than monoculture.

Key words: Competition index, land equivalent ratio, planting pattern, system productivity index

1- MsC Student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdosi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Professor, Department of Agronomy and Crop Breeding, College of Agriculture, Ferdosi University of Mashhad, Mashhad, Iran

www.SID.ir