

## ارزیابی نظام کشت مخلوط وسمه (*Indigofera tinctoria* L.) و چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) بر عملکرد، تنوع زیستی و تغییرات جمعیت علف‌های هرز

زهرا خوشنام<sup>۱</sup>، مهدیه امیری‌نژاد<sup>۲</sup>، احمد آیین<sup>۳</sup> و بهاره پارسامطلق<sup>۲\*</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۳۰)

### چکیده

استفاده از نظام‌های کشت مخلوط به دلیل به حداکثر رساندن پوشش سطح خاک و تنوع گیاهان یکی از روش‌های اکولوژیکی برای کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود. در این راستا به منظور ارزیابی کشت مخلوط بر تنوع زیستی، تغییرات جمعیت علف‌های هرز و عملکرد گیاهان وسمه و چای ترش، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سری‌های افزایشی کاشت وسمه و چای ترش به نسبت‌های ۱۰۰ درصد چای ترش و ۱۰۰ درصد وسمه ( $H_{100}:I_{100}$ )، ۱۰۰ درصد چای ترش و ۵۰ درصد وسمه ( $H_{100}:I_{50}$ )، ۵۰ درصد چای ترش و ۱۰۰ درصد وسمه ( $H_{50}:I_{100}$ ) و سری جایگزینی با نسبت ۵۰ درصد چای ترش و ۵۰ درصد وسمه ( $H_{50}:I_{50}$ ) و کشت خالص وسمه ( $I_{100}$ ) و چای ترش ( $H_{100}$ ) بودند. نتایج نشان داد تراکم و زیست توده علف‌های هرز غالب تاج‌خروس و اویارسلام و سایر علف‌های هرز (آفتاب‌پرست، خارشتر و خرفه) به طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط وسمه و چای ترش قرار گرفت. تراکم علف هرز تاج‌خروس در نسبت‌های اختلاط  $I_{100}:H_{100}$ ،  $I_{100}:H_{50}$  و  $I_{50}:H_{100}$  به ترتیب ۵۷/۴۴، ۸۱/۵ و ۷۰/۳۸ درصد نسبت به کشت خالص چای ترش کاهش یافت. بیشترین تراکم علف هرز اویارسلام در کشت‌های خالص  $H_{100}$ ،  $I_{100}$  و نسبت کشت جایگزینی  $I_{50}:H_{50}$  بود. تراکم سایر علف‌های هرز در نسبت‌های کشت مخلوط  $H_{100}:I_{100}$ ،  $H_{50}:I_{100}$ ،  $H_{100}:I_{50}$  و  $H_{50}:I_{50}$  به ترتیب ۴۴/۴، ۴۸/۲، ۵۱/۸ و ۷۷/۷ درصد نسبت به کشت خالص کاهش یافت. میزان زیست توده علف‌های هرز در نسبت‌های کاشت  $H_{100}:I_{100}$ ،  $H_{50}:I_{100}$ ،  $H_{100}:I_{50}$  در مقایسه با کشت خالص به ترتیب ۳۸/۴۴، ۲۳/۲۵ و ۱۵/۹۸ درصد کاهش نشان داد. بیشترین عملکرد کاسبرگ چای ترش (۱۱۱۴/۲ کیلوگرم در هکتار) و وزن خشک برگ وسمه (۳۰۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار  $I_{100}:H_{100}$  مشاهده شد. مقادیر نسبت برابری زمین در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بزرگ‌تر از واحد بود و بالاترین میزان آن به تیمار  $H_{100}:I_{100}$  تعلق داشت که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در این آزمایش بود.

واژه‌های کلیدی: تراکم، تنوع زیستی، تک‌کشتی، سری افزایشی، سری جایگزینی

۱ و ۲. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت  
۳. استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت

\* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: bparsam@ujiroft.ac.ir

## مقدمه

علف‌های هرز جزء تنش‌های زنده و از جمله مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی هستند که با وجود کنترل شدیدی که در بیشتر نظام‌های کشاورزی صورت می‌گیرد رقابت علف‌های هرز باعث کاهش ده درصد در تولیدات کشاورزی می‌شود، استفاده از نظام‌های کشت مخلوط یا تغییر در آنها یکی از روش‌های اکولوژیکی کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود و برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۳۵). در این نظام‌ها به حداکثر رساندن پوشش سطح خاک و تنوع گیاهان دو اصل مهم هستند که باعث کنترل بهتر و مؤثرتر علف‌های هرز در زراعت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌شود. بر این اساس، کنترل و فرونشانی علف‌های هرز یکی از مزایای کشت مخلوط است. نتایج برخی از پژوهش‌ها نیز نشان داده است که در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از منابع به طور مؤثرتری استفاده شده و به همین دلیل مقدار منبع قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش می‌یابد از طرف دیگر، کشت مخلوط با تأثیر سایه‌اندازی، خفه‌کردن و ویژگی‌های دگرآسیبی از رشد و گسترش گونه‌های مختلف علف‌های هرز جلوگیری می‌کند (۲۴).

وسمه یا نیل (*Indigofera tinctoria* L.) گیاهی یک‌ساله از خانواده حبوبات بوده که بیشتر مختص نواحی حاره است و امروزه به منظور استفاده‌های صنعتی در اکثر نواحی گرم از قبیل هند، مالزی، آمریکای مرکزی و مناطقی از آفریقا کشت می‌شود، گیاهی بوته‌ای به ارتفاع یک یا دو متر و پوشیده از کرک‌های ظریف نقره‌ای است. برگ‌ها مرکب شانه‌ای، گل‌ها به‌رنگ صورتی و میوه آن نیام است که در صنعت رنگرزی کاربرد فراوان دارد (۳۶). از نظر طب سنتی مصرف برگ‌ها و ریشه گیاه وسمه در درمان بیماری‌هایی از قبیل دیابت، نارسایی‌های کبدی، تنگی نفس و سیاه‌سرفه مؤثر شناخته شده است. عصاره کل اندام‌های گیاه از رشد ویروس ایدز ممانعت می‌کند و پودر خشک شده این گیاه در درمان آسم کاربرد دارد (۱۰). وسمه در

ایران بیشتر در منطقه جیرفت و کهنوج به‌خصوص در شهرستان رودبار جنوب کشت و کار می‌شود (۵).

چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) گیاهی دو منظوره دارویی و زینتی متعلق به خانواده پنیرکیان است که از گذشته‌های دور به‌صورت خوراکی و دارویی استفاده می‌شده است (۴)، همچنین به‌عنوان یک گیاه جدید برای مصارف خوراکی (دارویی)، الیاف و چوب کاربرد دارد (۲). گیاهی یک‌ساله، روزکوتاه، خودگشن و از نظر شرایط آب‌وهوایی به سرما و یخبندان حساس است (۳). بخش قابل استفاده این گیاه کاسبرگ‌ها هستند که دارای اسیدهای آلی چون آگزالیک، مالیک، سیتریک و تارتاریک و همچنین دارای ویتامین ث، پروتئین، مواد معدنی و آنتوسیانین هستند. از کاسبرگ‌ها برای درمان فشار خون، اسهال، ضداکسکوریت، سوء هاضمه و بیماری‌های کبدی و قلبی استفاده می‌شود (۶). پژوهشگران در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد زیره‌سبز (*Cuminum cyminum*) در مخلوط با عدس (*Lens culinaris*) مشاهده کردند که عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد بذر در هر چتر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر الگوهای مختلف کاشت قرار گرفت و در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مقادیر آنها افزایش یافت (۱۹). در بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی سورگوم (*Sorghum bicolor*) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) بر جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز، با افزایش نسبت لوبیا چشم‌بلبلی در مخلوط با سورگوم، زیست‌توده علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری نسبت به کشت خالص سورگوم کاهش یافت (۳۴). زیمدال (۳۷) نشان داد در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از منابع به‌طور مؤثرتری استفاده شده و به همین دلیل مقدار منبع قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش می‌یابد. در بررسی تأثیر کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی بر فرونشانی علف‌های هرز، برتری و مزیت نظام کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی و کاهش مصرف علف‌کش‌ها در تولید ذرت گزارش شد (۲۰). در همین راستا پژوهشگران گزارش کردند در بررسی تأثیر کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و نخودفرنگی

و تعیین بهترین نسبت اختلاط کشت مخلوط بر عملکرد و شاخص سودمندی نسبت برابری زمین از اهداف مهم این پژوهش بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد وسمه و چای ترش و مدیریت علف‌های هرز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، واقع در شهر جیرفت با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۱۰ دقیقه با ارتفاع ۶۵۰ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ اجرا شد. اقلیم منطقه از نوع خشک با تابستان‌های بسیار گرم و زمستان‌های ملایم است. تیمارهای آزمایش شامل سری‌های افزایشی کاشت وسمه و چای ترش به نسبت‌های ۱۰۰ درصد چای ترش و ۱۰۰ درصد وسمه ( $H_{100}:I_{100}$ )، ۱۰۰ درصد چای ترش و ۵۰ درصد وسمه ( $H_{100}:I_{50}$ )، ۵۰ درصد چای ترش و ۱۰۰ درصد وسمه ( $H_{50}:I_{100}$ ) و سری جایگزینی با نسبت ۵۰ درصد چای ترش و ۵۰ درصد وسمه ( $H_{50}:I_{50}$ ) و کشت خالص وسمه ( $I_{100}$ ) و چای ترش ( $H_{100}$ ) بودند. گیاهان مورد استفاده در آزمایش شامل گیاه وسمه توده بومی منطقه و چای ترش گونه سابداریفا (*Hibiscus Sabdariffa* L.) که از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی جنوب استان کرمان تهیه شد. عملیات آماده‌سازی بستر بذر شامل شخم، تسطیح زمین و کرت‌بندی در خردادماه سال ۱۳۹۴ انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایشی ۳ × ۳ متر، فاصله بین کرت‌ها دو متر و بین تکرارها یک متر در نظر گرفته شد. به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متر از نقاط مختلف مزرعه به صورت تصادفی انجام شد (جدول ۱). بر اساس آزمون خاک، کودهای سوپرفسفات تریپل ۵۰ کیلوگرم در هکتار، سولفات پتاسیم ۷۵ کیلوگرم در

(*Pisum sativum* L.) بر شاخص‌های جمعیتی علف‌های هرز، بیشترین زیست توده علف‌های هرز در دو تیمار افزایشی ۱۰۰ درصد سیر و ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و نسبت ۱۰۰ درصد نخودفرنگی و ۷۵ درصد سیر مشاهده شد (۱). نصراله زاده و همکاران (۲۸) عنوان کردند در کشت مخلوط افزایشی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و لوبیاچیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) بیشترین نسبت برابری زمین در نسبت افزایشی ۱۰۰ درصد آفتابگردان و ۵۰ درصد لوبیاچیتی وجود داشت. پژوهشگران در مطالعه بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و ماش (*Vigna radiate* L.) نشان دادند بیشترین نسبت برابری زمین به کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد ماش بود که دلیل برتری این امر را می‌توان به استفاده بهتر از منابع و کنترل علف‌های هرز نسبت داد (۳۰). در ارزیابی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) عنوان شد کشت مخلوط علاوه بر تأثیر مطلوب عملکرد گیاهان، وزن زیست‌توده علف‌های هرز را در مقایسه با تیمار شاهد به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد (۱۲).

برای بررسی تنوع جوامع گیاهی در اکولوژی علف‌های هرز، از شاخص متداول تنوع شانون-وینر استفاده می‌شود (۱۶). این شاخص بر اساس غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی گونه‌ها استوار بوده و در منابع مختلف، شاخص شانون-وینر معیار دقیق تری نسبت به سایر شاخص‌های اکولوژیکی برای محاسبه تنوع گونه‌ای معرفی کرده‌اند با توجه به اینکه این شاخص معیار مناسبی برای تعیین توان اکولوژیکی بوم نظام‌ها و ارزیابی آنها در بعد مکان و زمان است (۲۹) از این رو توصیه شده است به منظور ارزیابی تنوع زیستی می‌توان از این شاخص بهره برد (۳۰). در این پژوهش دو گیاه وسمه و چای ترش به لحاظ تفاوت‌های رشدی و مورفولوژیکی و نیازهای اکولوژیکی متفاوت به منظور کشت مخلوط و اقلیم منطقه انتخاب شدند. بنابراین بررسی تأثیر کشت مخلوط گیاه صنعتی وسمه و گیاه دارویی چای ترش بر مدیریت علف‌های هرز در منطقه جیرفت

جدول ۱. خصوصیات خاک محل آزمایش

عمق خاک	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	ماده آلی	نیترژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
(سانتی‌متر)			(دسی زیمنس بر متر)	(درصد)			(میلی گرم بر کیلوگرم)		
۰-۳۰	لومی-شنی	۷/۸	۱/۰۴	۰/۴۷	۰/۰۷۱	۱۳/۰۲	۲۵۸	۱/۷۳	۰/۱۸

در این رابطه R: شاخص غنای گونه‌ای، S: تعداد گونه‌ها و N: تعداد کل افراد گونه است.

$$H = \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \frac{N}{N_i} \quad (2)$$

در این رابطه H: شاخص تنوع گونه‌ای، N: تعداد کل جمعیت افراد،  $N_i$ : تعداد جمعیت گونه  $i$  ام و S: تعداد کل گونه‌هاست. برداشت گیاهان پس از پایان دوره رشد (وسمه در شهریورماه و چای ترش در آذرماه) از میانه هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای از سطحی معادل دو مترمربع، به روش هواخشک در سایه، خشک شده و وزن آنها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver.12.5 و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

تأثیر کشت مخلوط وسمه و چای ترش بر تراکم علف‌های هرز نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تراکم علف‌های هرز تاج‌خروس و اوریاسلام ( $P \leq 0/01$ ) و سایر علف‌های هرز ( $P \leq 0/05$ ) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط قرار گرفتند (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها تراکم علف هرز تاج‌خروس در نسبت‌های اختلاط  $H_{100}:H_{0}$ ،  $H_{50}:H_{50}$ ،  $H_{50}:I_{50}$  به ترتیب ۵۷/۴۴، ۸۱/۵ و ۷۰/۳۸ درصد نسبت به کشت خالص چای ترش کاهش داشت. بالاترین تراکم علف هرز تاج‌خروس در کشت خالص چای ترش و نسبت اختلاط  $H_{50}:I_{50}$  مشاهده شد. همچنین تیمارهای کشت مخلوط افزایشی منجر به کاهش تراکم علف هرز تاج‌خروس در مقایسه با کشت خالص شدند (جدول ۳). بالاترین تراکم علف هرز اویاسلام در کشت خالص چای ترش

هکتار قبل از کاشت و کود اوره ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در سه نوبت (همزمان با کاشت، مرحله رویشی و مرحله گل‌دهی) مورد استفاده قرار گرفتند. پس از نصب سامانه آبیاری به‌صورت قطره‌ای، گیاه چای ترش با فاصله بین ردیف ۵۰ و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر (تراکم ۸ بوته در مترمربع) (۳۱) و گیاه وسمه با فاصله بین ردیف ۶۰ و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (تراکم ۱۶/۶ مترمربع) در تاریخ ۱۸ خردادماه ۱۳۹۴ به‌صورت همزمان کشت شدند (۵). تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی با حذف نسبتی از تراکم مطلوب چای ترش و جایگزین کردن تراکم معادل آن از گیاه وسمه طراحی شدند و در تیمارهای افزایشی به نسبت‌های گفته شده اضافه شد، نمونه‌برداری از علف‌های هرز با حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت در پلات‌های با ابعاد ۱×۱ متر انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و سپس با ترازوی دیجیتال و با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. علف‌های هرز به ترتیب گونه‌های غالب به سه دسته تقسیم شدند که عبارت بودند از: علف هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، علف هرز اویاسلام (*Cyperus esculantus* L.) و سایر گونه‌های علف هرز به علف هرز آفتاب پرست (*Heliotropium europaeum* L.)، خارشتر (*Alhagi persarum* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تقسیم شدند. به‌منظور اندازه‌گیری تنوع علف‌های هرز از شاخص‌های تنوع شانون-وینر و مارگالف به ترتیب از معادلات ۱ و ۲ استفاده شد (۱۴):

$$R = \frac{S-1}{\ln N} \quad (1)$$

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تراکم و زیست توده علف‌های هرز در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط وسمه و چای ترش

زیست توده علف‌های هرز	میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
	تراکم علف هرز				
	سایر علف‌های هرز	اویارسلام	تاج خروس		
۲۶۹/۳۸ <sup>ns</sup>	۶/۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۵۶ <sup>ns</sup>	۲	بلوک
۴۵۰/۰۵ <sup>**</sup>	۱۵/۸۳ <sup>*</sup>	۴۰/۳۲ <sup>**</sup>	۹۰/۸۸ <sup>**</sup>	۵	تیمار
۶۸/۶۵۶	۴/۰۳	۲/۷۲	۱۱/۲۵	۱۰	خطا
۳/۴۲	۱۲/۷۳	۱۴/۲۸	۱۳/۹۴	-	ضریب تغییرات (/.)

ns \*\* \* به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۳. مقایسه میانگین تراکم و زیست توده علف‌های هرز در کشت‌های خالص و کشت مخلوط وسمه و چای ترش

زیست توده علف‌های هرز (گرم در مترمربع)	تراکم علف‌های هرز (بوته در مترمربع)			نسبت کاشت
	سایر علف‌های هرز	اویارسلام	تاج خروس	
۱۱۲/۶۷ <sup>a</sup>	۹ <sup>a</sup>	۱۰/۶۷۷ <sup>a</sup>	۱۸ <sup>a</sup>	H <sub>۱۰۰</sub>
۱۰۰/۳۳ <sup>ab</sup>	۶ <sup>ab</sup>	۸/۶۸ <sup>a</sup>	۱۰/۳۳ <sup>bc</sup>	I <sub>۱۰۰</sub>
۸۴ <sup>c</sup>	۲ <sup>c</sup>	۲/۶۷ <sup>b</sup>	۷/۶۶ <sup>cd</sup>	I <sub>۱۰۰</sub> .H <sub>۱۰۰</sub>
۹۴/۶۶ <sup>bc</sup>	۴/۶۶ <sup>bc</sup>	۳ <sup>b</sup>	۳/۳۳ <sup>d</sup>	I <sub>۵۰</sub> .H <sub>۱۰۰</sub>
۸۶/۳۳ <sup>bc</sup>	۴/۳۳ <sup>bc</sup>	۲/۶۷ <sup>b</sup>	۵/۳۳ <sup>cd</sup>	I <sub>۱۰۰</sub> .H <sub>۵۰</sub>
۱۱۱/۶۷ <sup>a</sup>	۵ <sup>bc</sup>	۸/۶۷ <sup>a</sup>	۱۴ <sup>ab</sup>	I <sub>۵۰</sub> .H <sub>۵۰</sub>

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

خالص بادام زمینی و نسبت افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت و ۱۰۰ درصد بادام زمینی گزارش کردند (۲۱).

به نظر می‌رسد که در شرایط کشت خالص و همچنین کشت مخلوط H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub> وسمه و چای ترش آشیان اکولوژیک بیشتری نسبت به شرایط کشت افزایشی در اختیار علف هرز اویارسلام قرار داشته است. در بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لویاقرمز (*Phaseolus coccineus*) مشاهده شد که روش افزایشی کشت مخلوط از شرایط رقابتی بهتری برخوردار بوده و موفق به کنترل بیشتر علف‌های هرز می‌شود و وجود اثرات تسهیل کنندگی و تکمیل کنندگی ذرت و لویاقرمز در کنار یکدیگر به کاهش زیست توده علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص هر یک از گیاهان منجر شد (۱۳).

و کشت خالص وسمه مشاهده شد که فاقد تفاوت معنی دار با نسبت کاشت جایگزینی I<sub>۵۰</sub>:H<sub>۵۰</sub> بود. نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی I<sub>۵۰</sub>:H<sub>۱۰۰</sub>، H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۵۰</sub>، I<sub>۵۰</sub>:H<sub>۱۰۰</sub> کمترین تراکم علف هرز اویارسلام را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که در کشت مخلوط بقولات با سایر گیاهان، معمولاً کنترل علف‌های هرز بهتر صورت می‌گیرد (۷). در بررسی کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum* L.) و لویا (*Phaseolus vulgaris* L.) گزارش شد که بهترین نتایج در رابطه با کنترل علف‌های هرز در نسبت کاشت ۱۰۰:۵۰ زنیان و لویا حاصل شده است (۲۲). محققان در بررسی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) بیشترین و کمترین تراکم علف هرز اویارسلام را به ترتیب از کشت

در بررسی اثر کشت مخلوط سسبانا (*Sesbania sesban* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.) در کنترل علف‌های هرز گزارش شد که کمترین وزن خشک علف‌های هرز گل گندم (*Centaurea cyanus*)، علف‌شور (*Rigida salsola*)، آفتاب‌پرست (*Heliotropium sp.*) و مجموع علف‌های هرز به تیمار ۲۵:۷۵ سسبانا و ارزن تعلق داشت (۱۰).

آنگه‌هو و همکاران (۳) در بررسی کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa*) بیشترین وزن خشک علف‌های هرز را از کشت خالص جو گزارش کردند. در کشت مخلوط زنیان (*Carum copticum* L.) و لوبیا بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا و کمترین آنها در تیمار افزایشی ۱۰۰٪ زنیان + ۵۰٪ لوبیا مشاهده شد (۲۲). در مطالعه دیگری با افزایش گونه‌های زراعی موجود در کشت مخلوط وزن خشک و تراکم کل علف‌های هرز کاهش یافت به‌طوری که تیمارهای مخلوط گونه‌های زراعی کمترین وزن خشک علف‌های هرز را داشتند (۸). تحقیقات در این زمینه حاکی از کاهش علف‌های هرز به دلیل سایه‌اندازی، تراکم بالا و کاهش علف‌های هرز اختصاصی هر گیاه زراعی در مخلوط است (۱۸، ۲۳ و ۲۵).

#### تأثیر کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش بر شاخص‌های تنوع علف‌های هرز

شاخص تنوع شانون-وینر و مارگالف به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0/01$ ) تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش قرار گرفتند (جدول ۴). بالاترین شاخص تنوع شانون-وینر و مارگالف به کشت خالص و سمه و چای‌ترش و کمترین آن به نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی  $H_{100}:I_{50}$  و  $H_{100}:I_{100}$  تعلق داشت (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد افزایش تراکم و وزن زیست‌توده علف‌های هرز در کشت‌های خالص و سمه و چای‌ترش موجب افزایش شاخص‌های تنوع علف‌های هرز شد. بر اساس شاخص شانون-وینر میزان تنوع گونه‌ای در کشت

همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بالاترین تراکم سایر علف‌های هرز به کشت خالص چای‌ترش  $H_{100}$  اختصاص داشت. تراکم سایر علف‌های هرز در نسبت‌های کشت مخلوط  $H_{100}:I_{100}$ ،  $H_{50}:I_{100}$ ،  $H_{100}:I_{50}$ ،  $H_{50}:I_{50}$  به ترتیب ۴۴/۴، ۴۸/۲۲، ۵۱/۸۸ و ۷۷/۷ درصد نسبت به کشت خالص چای‌ترش کاهش یافت (جدول ۳). در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گیاه، تراکم سایر علف‌های هرز کاهش یافت که این کاهش در تراکم‌های بالاتر کشت مخلوط افزایشی چشمگیرتر بود به‌طوری که نسبت کاشت افزایشی  $I_{100}:H_{100}$  کمترین تراکم سایر علف‌های هرز را به‌خود اختصاص داد. به‌نظر می‌رسد که در شرایط کشت مخلوط به‌ویژه کشت مخلوط افزایشی آشیان‌های اکولوژیک بسیار محدودی در اختیار علف‌های هرز قرار گرفته که منجر به کاهش جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز شده است.

#### تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش بر وزن زیست‌توده علف‌های هرز

اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین وزن خشک علف‌های هرز به کشت خالص چای‌ترش (۱۱۲/۶۷ گرم در مترمربع)، نسبت کشت جایگزینی  $I_{50}:H_{50}$  (۱۱۱/۶۷ گرم در مترمربع) و کشت خالص و سمه (۱۰۰/۳۳ گرم در مترمربع) اختصاص داشت. کمترین وزن خشک علف‌های هرز در نسبت کشت افزایشی  $H_{100}:I_{100}$  (۸۴ گرم در مترمربع) مشاهده شد که با نسبت کشت  $H_{50}:I_{100}$ ،  $H_{100}:I_{50}$  از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). میزان کاهش وزن خشک علف‌های هرز در نسبت‌های کاشت  $H_{100}:I_{50}$ ،  $H_{50}:I_{100}$ ،  $H_{100}:I_{100}$  در مقایسه با کشت خالص چای‌ترش، به ترتیب ۲۵/۴۴، ۲۳/۳۸ و ۱۵/۹۸ درصد بود. همچنین تیمارهای کشت مخلوط افزایشی سبب کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به کشت خالص و نسبت کشت جایگزینی  $H_{50}:I_{50}$  شدند.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های تنوع در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص شانون	شاخص مارگالف
تکرار	۲	۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۵ <sup>ns</sup>
تیمار	۵	۰/۰۰۱۶ <sup>**</sup>	۰/۶۸ <sup>**</sup>
خطا	۱۰	۰/۰۰۰۰۵	۰/۲۶
ضریب تغییرات	-	۱۱/۲	۶/۲

<sup>ns</sup>، <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش

نسبت کاشت	شاخص شانون-وینر	شاخص مارگالف
H <sub>۱۰۰</sub>	۰/۰۹۶ <sup>a</sup>	۱۰/۴ <sup>a</sup>
I <sub>۱۰۰</sub>	۰/۰۸۳ <sup>b</sup>	۹/۱ <sup>b</sup>
H <sub>۵۰</sub> :I <sub>۵۰</sub>	۰/۰۵۵ <sup>d</sup>	۸/۷ <sup>b</sup>
H <sub>۵۰</sub> :I <sub>۱۰۰</sub>	۰/۰۰۷ <sup>c</sup>	۷/۶ <sup>c</sup>
H <sub>۱۰۰</sub> :I <sub>۵۰</sub>	۰/۰۴۳ <sup>c</sup>	۶/۳ <sup>cd</sup>
H <sub>۱۰۰</sub> :I <sub>۱۰۰</sub>	۰/۰۳۶ <sup>e</sup>	۶/۹ <sup>d</sup>

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

بخش‌بندی و همکاران (۹) در بررسی الگوهای کاشت زنیان (*Carum copticum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) اعلام کردند بیشترین شاخص تنوع شانون-وینر علف‌های هرز در کشت خالص شنبلیله در مقایسه با زنیان مشاهده شد. با افزایش تنوع گیاهی به دلیل بهبود تخصیص و توزیع منابع و توزیع بین گونه‌ها، تعداد و تنوع علف‌های هرز کاهش یافته است. عزیزی و همکاران (۸) در بررسی اثر تنوع گیاهان بر تراکم و ترکیب علف‌های هرز، بیشترین شاخص تنوع شانون را در تک‌کشتی گیاهان مورد بررسی مشاهده کردند.

#### تأثیر کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش بر عملکرد کاسبرگ خشک چای‌ترش

تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و سمه و چای‌ترش بر عملکرد کاسبرگ خشک چای‌ترش معنی‌دار ( $P < 0/01$ ) بود (جدول ۶). بیشترین مقدار وزن خشک کاسبرگ چای‌ترش از

خالص نسبت به کشت مخلوط بیشتر است که این امر مربوط به فراوانی بیشتر حضور گونه‌های علف‌های هرز در کشت خالص در مقایسه با تیمارهای کشت مخلوط است (جدول ۳). همچنین سایه‌اندازی گیاهان در تراکم‌های بالاتر و کاهش فضاهای خالی سبب جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در کشت مخلوط شده و به دنبال آن شاخص تنوع شانون-وینر نیز کاهش یافته است.

محمودی و همکاران (۲۶) در بررسی اثر تراکم‌های مختلف ذرت بر شاخص‌های اکولوژیکی گونه‌های علف هرز عنوان کردند با افزایش تراکم ذرت مقدار شاخص شانون-وینر و مارگالف کاهش یافت. یکی از دلایل کاهش تنوع گونه‌ای در نتیجه افزایش تراکم، کاهش میزان نور رسیده به کانوپی علف‌های هرز است، با افزایش تراکم درصد بیشتری از نور حادث شده توسط گیاه زراعی جذب شده و میزان نور باقی‌مانده برای استفاده علف‌های هرز کم خواهد شد.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس عملکرد اقتصادی چای ترش و وسمه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد خشک کاسبرگ چای ترش	میانگین مربعات	
			وزن خشک برگ و سمه	وزن خشک ساقه و سمه
بلوک	۲	۱۸۷۷ <sup>ns</sup>	۳۸۶۰۶ <sup>ns</sup>	۱۹۳۲۶ <sup>ns</sup>
تیمار	۴	۳۳۵۱۲۹ <sup>**</sup>	۹۵۶۲۶۶ <sup>**</sup>	۱۱۷۰۹۰ <sup>*</sup>
خطا	۸	۱۰۷۱۴	۳۵۵۵۶	۱۸۹۳۳۵
ضریب تغییرات (%)	-	۱۰/۴	۱۱/۵	۱۱/۶۱

<sup>ns</sup>، <sup>\*</sup>، <sup>\*\*</sup> به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۷. نتایج مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی چای ترش و وسمه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط

نسبت کاشت	عملکرد کاسبرگ خشک چای ترش (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک برگ و سمه (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک ساقه و سمه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد خشک کل (کیلوگرم در هکتار)
H <sub>۱۰۰</sub>	۹۴۰ <sup>ab</sup>	-	-	-
I <sub>۵۰</sub> :H <sub>۵۰</sub>	۶۲۵ <sup>c</sup>	۱۳۷۳ <sup>cd</sup>	۱۰۲۰ <sup>b</sup>	۲۳۹۳ <sup>cd</sup>
I <sub>۵۰</sub> :H <sub>۱۰۰</sub>	۹۸۰ <sup>ab</sup>	۸۰۶ <sup>d</sup>	۸۰۰ <sup>b</sup>	۱۶۰۶ <sup>d</sup>
I <sub>۱۰۰</sub> :H <sub>۵۰</sub>	۷۲۶ <sup>bc</sup>	۲۳۰۰ <sup>b</sup>	۱۵۴۳ <sup>ab</sup>	۳۷۴۶ <sup>b</sup>
I <sub>۱۰۰</sub> :H <sub>۱۰۰</sub>	۱۱۱۴ <sup>a</sup>	۳۰۱۶ <sup>a</sup>	۲۳۸۰ <sup>a</sup>	۵۳۹۶ <sup>a</sup>

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

مخلوط افزایشی ۱۰:۱۰۰، گیاه نخود کمترین عملکرد بیولوژیک و اقتصادی را داشت (۳۲).

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که وزن خشک کاسبرگ چای ترش در نسبت‌های دارای تراکم بالاتر و سمه افزایش یافته است. از دلایل عمده این نتیجه، استفاده مناسب از منابع محیط رشد در کشت مخلوط، نسبت به کشت خالص و همچنین اثرات غیرمستقیمی که کشت مخلوط در کنترل علف‌های هرز دارد، عنوان شده است (۱۰). در شرایط کشت مخلوط افزایشی سایه‌اندازی گیاه زراعی بر علف‌های هرز از رشد آن ممانعت کرده و شرایط رقابت را به نفع گیاه زراعی تعدیل می‌کند (۴). با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد افزایش تراکم گیاهی در کشت مخلوط منجر به کاهش رشد علف‌های هرز و بهبود شرایط رشد چای ترش و در نهایت

نسبت H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> به مقدار ۱۱۱۴/۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار از نسبت‌های I<sub>۵۰</sub>:H<sub>۵۰</sub> و H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub> به ترتیب ۶۲۵ و ۷۲۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۷).

به نظر می‌رسد که با افزایش سهم گیاه و سمه در ترکیب کشت مخلوط، به دلیل ایجاد مکانیسم مساعدت، عملکرد چای ترش افزایش یافته است. هنگامی که گیاهان خانواده لگوم همراه با گیاهان دیگر به صورت مخلوط کشت می‌شوند، نیتروژن تثبیت شده توسط این دسته از گیاهان در خاک می‌تواند به گیاه همراه در کشت مخلوط منتقل و موجب افزایش عملکرد آن شود (۱۰). در بررسی اثر نسبت‌های مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کجند (*Sesamum indicum* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) در کشت مخلوط سری‌های افزایشی عنوان شد نسبت کشت



جدول ۸. مقادیر نسبت برابری زمین در کشت مخلوط وسمه و چای ترش

نسبت برابری زمین (LER)			نسبت کاشت
کل	چای ترش (جزئی)	وسمه (جزئی)	
۱/۱۴	۰/۴۳	۰/۷۱	I <sub>۵۰</sub> :H <sub>۵۰</sub>
۱/۲۴	۰/۷۳	۰/۴۷	I <sub>۱۰۰</sub> :H <sub>۵۰</sub>
۲/۰۵	۰/۹۵	۱/۱۰	I <sub>۵۰</sub> :H <sub>۱۰۰</sub>
۲/۱۶	۱/۱۳	۱/۰۳	I <sub>۱۰۰</sub> :H <sub>۱۰۰</sub>

در این نسبت به تیمار خالص و استفاده مؤثر از منابع رشدی در کشت مخلوط افزایشی می‌توان نام برد. افزایش عملکرد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در گیاهان مختلف از جمله: ذرت و لوبیا (۱۳ و ۲۷)، جو و باقلا (۳)، گندم و نخود (۱۰) و ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم‌بلبلی (۱۷) گزارش شده است.

**تأثیر کشت مخلوط وسمه و چای ترش بر نسبت برابری زمین**  
نسبت برابری زمین در بیشتر تیمارهای کشت مخلوط بزرگ‌تر از واحد بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. نسبت برابری زمین در نسبت‌های کاشت H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub>، H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> و H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۵۰</sub>:H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> به ترتیب معادل ۱/۱۴، ۱/۲۴، ۲/۰۵، ۲/۱۶ بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود نسبت کاشت H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> دارای بیشترین میزان نسبت برابری زمین شده که برتری نسبت کشت مخلوط افزایشی نسبت به شرایط کشت خالص را نشان می‌دهد (جدول ۸) عملکرد بیشتر به دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلاف ظاهری گیاهان و کمتر بودن علف‌های هرز در نظام کشت مخلوط نسبت داد.

نظری و همکاران (۳۰) در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و ماش (*Vigna radiate* L.) عنوان کردند بیشترین نسبت برابری زمین در نسبت کشت افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد ماش بود که دلیل این برتری را می‌توان به استفاده بهتر از منابع و کنترل علف‌های هرز نسبت داد.

افزایش عملکرد شده است. همچنین پایین‌بودن عملکرد چای ترش در تیمارهای کشت H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub> به دلیل پایین‌بودن تراکم چای ترش در واحد سطح است. در بررسی کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای (*Panicum miliaceum*) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) گزارش شد که با افزایش نسبت ارزن در کشت مخلوط، تعداد غلاف در هر بوته لوبیا چشم‌بلبلی کاهش یافت که ناشی از رقابت شدیدتر ارزن با لوبیا چشم‌بلبلی بود (۱۷).

#### تأثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط وسمه و چای ترش بر وزن خشک وسمه

اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط وسمه و چای ترش بر وزن خشک برگ (P≤۰/۰۱)، ساقه (P≤۰/۰۵) و وزن خشک کل (P≤۰/۰۱) وسمه معنی‌دار بود (جدول ۶). بیشترین وزن خشک کل وسمه (۴۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به نسبت کاشت H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> و کم‌ترین به نسبت کاشت H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub> (۲۳۹۳/۳ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت که با توجه به اختلاف زیاد در تراکم بوته‌های وسمه در این دو تیمار مربوط می‌شود (جدول ۶). کاهش میزان عملکرد وسمه در نسبت کاشت H<sub>۵۰</sub>:I<sub>۵۰</sub> و کشت خالص را به میزان تراکم بوته‌های وسمه می‌توان نسبت داد. در این نسبت میزان بوته‌های کمتری برداشت شده و در نتیجه میزان ماده خشک تولیدی هم کمتر شده است همچنین علت بالا بودن عملکرد در تیمار H<sub>۱۰۰</sub>:I<sub>۱۰۰</sub> را به دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز و همچنین تراکم بالاتر

ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش شده است (۱۱ و ۱۷).

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه نسبت‌های افزایشی کشت مخلوط باعث کاهش وزن زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز نسبت به کشت خالص شده و در این میان کشت مخلوط افزایشی  $H_{100}:I_{100}$  بیشترین میزان نسبت برابری زمین نسبت به سایر نسبت‌های کشت مخلوط را داشت. همچنین بیشترین عملکرد اقتصادی در گیاهان چای‌ترش و وسمه در نسبت افزایشی  $H_{100}:I_{100}$  مشاهده شد که علت آن را می‌توان به افزایش تراکم و کنترل علف‌های هرز نسبت داد. در مجموع نتایج این پژوهش اهمیت کشت مخلوط لگوم (وسمه) و گیاه دارویی (چای‌ترش) را در استفاده بهینه از منابع محیطی، کاهش تعداد و فراوانی علف‌های هرز و سودمندی بیشتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص وسمه و چای‌ترش را مورد توجه قرار می‌دهد.

همچنین محققین در بررسی کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیاچیتی در سری افزایشی نشان دادند که نسبت برابری زمین در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بزرگ‌تر از یک بود و دلیل این امر وجود اشکوب‌های مختلف و بهره‌برداری بهینه از منابع عنوان شد (۲۸). به نظر می‌رسد در کشت‌های مخلوط افزایشی به دلیل افزایش تراکم از رشد و جوانه‌زنی علف هرز کاسته می‌شود بنابراین بیشترین میزان بهره‌وری از زمین حاصل می‌شود. در مطالعه مقایسه نسبت‌های مختلف کشت در مخلوط ذرت و لوبیا عنوان کردند که مقادیر نسبت برابری زمین تا ۱/۹ درصد در کشت مخلوط ردیفی دو گونه افزایش یافت (۳۳). در بررسی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum*) و جو (*Hordeum vulgare*) با استفاده از شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز، بیشترین نسبت برابری زمین برابر ۲/۴ بود که به نسبت کاشت ۱۰۰ درصد جو و ۱۰۰ درصد نخود تعلق داشت (۱۵). نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به نسبت برابری زمین بالاتر در کشت مخلوط آفتابگردان و ماش، سیب‌زمینی و لوبیاسبز و همچنین

### منابع مورد استفاده

1. Abbasian, A., A. Nakhzari Moghaddam, H. Pirdashti and E. Gholamalipour Alamdari. 2017. Effect of Different Garlic (*Allium sativum*) and Peas (*Pisum sativum*) Intercropping Patterns on Weed Population Indices. *Iranian Journal of Weed Science* 12(2): 222-235. (In Farsi).
2. Abid-Askari, M., S. Solangi and S. I. Ahmed. 1995. Autecological studies of exotic plant (*Hibiscus sabdariffa* L.) (Roselle), a multipurpose plant, for its introduction and culture. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* 38(1): 17-21.
3. Agegnehu, G., A. Ghizaw and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and fababean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy* 25: 202-207.
4. Ahmad, Y. M., E. A. Shahlaby and N. T. Shanan. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *African Journal of Biotechnology* 10(11): 1988-1996.
5. Aien, A. and M. Shabani. Indigo (*Indigofera tinctoria* L.) cultivation in arid regions. 2008. *Journal of Olive* 186: 72-83. (In Farsi).
6. Asadi, Gh. A. and S. Khorramdel. 2014. Effects of different ratio of barley and hairy vetch intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity. *Journal of Crop Production* 7(1): 131-156. (In Farsi).
7. Awal, M. A., H. Koshi and T. Ikeda. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agriculture and Forest Meteorology* 139: 74-83.
8. Azizi, G., A. Koocheki, M. Nasiri Mahallati and P. Rezvani Moghadam. 2008. Effect of plant diversity and nutrient resource on weed composition and density in different cropping systems. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 115-125. (In Farsi).
9. Bakhshaei, S., S. Khorramdel and A. A. Khoshnud Yazdi. 2013. Evaluation of row intercropping patterns with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) on density, weeds diversity and yield. Iranian Weed Science Conference, 24th August. (In Farsi).

10. Bangar, V. A. and M. G. Saralaya. 2011. Anti-hyperglycaemic activity of ethanol extract and chloroform extract of *Indigofera tinctoria* leaves in streptozotocin induced diabetic mice (Family- Papilionaceae). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 2(1): 445-455.
11. Dua, V., S. Lal and P. M. Govindakrishnan. 2005. Production potential and competition indices in potato French bean intercropping system in Shimla Hills. *Indian Journal of Agricultural Science* 75: 321-323.
12. Duke, J. A. 1979. Eco systematic data on economic plants. *Quarterly Journal of Crude Drug Research* 17(3-4): 91-110.
13. Fotohi Chianeh, S., A. Javanshir, A. Dabbagh Mohammadi Nasab, A. Zand, F. F. Razavi and E. Rezaei Chianeh. 2012. The effect of intercropping different densities of maize (*Zea mays* L.) and red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on the yield of two species crops and weed biomass. *Journal of Agroecology* 4(2): 131-143. (In Farsi).
14. Gliessman, S. R. 1990. Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. Springer-Verlag, New York.
15. Hamzei, J. and M. Seyedi. 2013. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare*) and chickpea (*Cicer arietinum*) intercropping systems using advantageous indices of intercropping under weed interference conditions. *Journal of Agronomy Sciences* 5(9): 1-12. (In Farsi).
16. Hassanzadeh Aval, F., A. Koocheki, H. R. Khazaie and M. Nassiri Mahallati. 2012. Effect of density on growth physiological indices of savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research* 10(1): 75-83. (In Farsi).
17. Hosseini, M., D. Mazaheri, M. Jahansooz and B. Yazdi Samadi. 2003. The effect of nitrogen different levels on yield and yield components of forage millet (*Panicum miliaceum*) and bean (*Vigna unguiculata*) in intercropping. *Journal of Pajoohesh & Sazandegi* 59: 60-68. (In Farsi).
18. Hosseini, P., H. Rahimian Mashhadi and H. Alizadeh. 2011. Competition of red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with two soybean (*Glycine max*) cultivars under sole and intercropping systems 2- light absorption, soybean Growth indices. *Iranian Journal of Weed Science* 7(2): 25-35. (In Farsi).
19. Jahani, M., A. R. Koocheki and M. Nassiri Mahallati. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 6(1): 67-78. (In Farsi).
20. Jamshidi, Kh., D. Mazaheri, N. Majnoon Hosseini, H. Rahimian Mashhadi and S. A. Peyghambari. 2011. Investigation of corn/cowpea intercropping effect on suppressing the weeds. *Iranian Journal of Field Crop Science* 42(2): 233-241. (In Farsi).
21. Keshtegar, A., M. Dahmardeh, M. Galavi and I. Khammari. 2015. Study of the pattern of intercropping and monoculture of maize (*Zea mays* L.) and peanuts (*Arachis hypogaea* L.) on weed properties. *Iranian Journal of Field Crop Science* 46(4): 547-558. (In Farsi).
22. Khorramdel, S., Gh. Mahmoodi, F. Abdollahi and H. R. Hassanzadeh. 2014. Evaluation of Growth Indices and Diversity of Weeds in Replacement and Additive Intercropping Series of Ajowan (*Carum copticum* L.) with Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Research in Crop Ecosystems* 1(3): 59-70. (In Farsi).
23. Koocheki, A., J. Shabahang, S. Khorramdel and A. Amin Ghafuri. 2012. The ecological study of different patterns of row intercropping of bean and borage. *Journal of Agroecology* 4(1): 1-11. (In Farsi).
24. Liebman, M. 1988. Ecological suppression of weed in intercropping system: a review. pp. 197-212. In: Altieri, M. A. and M. Liebman (Eds.), Weed Management in Agro Ecosystems. Ecological Approaches. CRC Press Boca Raton.
25. Midya, A., K. Bhattacharjee. S. S. Ghose and P. Banik. 2005. Defferred seeding of blackgarm (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191(3): 195-201.
26. Mahmoodi, G., A. Ghanbari and A. A. Mohammadabadi. 2011. Assessment of corn densities on ecological indices of weed species. *Iranian Journal of Field Crops Research* 9(4): 1-11. (In Farsi).
27. Nasrollahzadeh Asl, A., E. Valizadegan, F. Jalili and A. Chavoshgoli. 2011. Evaluation of corn and bean intercropping based on additive and replacement method. *Iranian Journal of Field Crops Research* 13(4): 115-129. (In Farsi).
28. Nasrollahzadeh Asl, A., A. Chavoshgoli, E. Valizadegan, R. Valiloo and V. Nasrollahzadeh Asl. 2012. Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping based on additive method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 22(2): 79-90. (In Farsi).
29. Nassiri Mahalatti, M., A. Koocheki, P. Rezvani Moghaddam and A. Beheshti. 2001. Agroecology (translation) Ferdowsi University of Mashhad Press.
30. Nazari, Sh., A. Zand, S. Asadi and F. Gholzardi. 2012. Effect of additive and replacement intercropping series of corn (*Zea mays* L.) and mungbean (*Vigna radiate* L.) on yield, yield components and weed biomass. *Weed Research Journal* 4(2): 97-109. (In Farsi).

31. Parsa Motlagh, B., R. Rezvani Moghaddam, R. Ghorbani and Z. Azami Sardooei. 2017. The Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under Jiroft climate conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research* 14(4): 735-745. (In Farsi).
32. Pouramir, F., M. Nassiri Mahallati, A. Koocheki and R. Ghorbani. 2011. Evaluation the effect of different planting ratios on yield and yield components of intercropping sesame (*Sesamum indicum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) in additive series. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8(3): 393-402. (In Farsi).
33. Rezvan Beidokhti, Sh. 2004. Comparison of different patterns of multiple cropping of corn and soybean. MSc Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
34. Sanjani, S., M. B. Hosseini, M. R. Chaichi and S. Rezvan Beidokhti. 2009. Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. *Iranian Journal of Field Crops Research* 7(1): 85-95. (In Farsi).
35. Tsubo, M., E. Mukhala, H. Ogindo and S. Walker. 2005. Productivity of maize-bean intercropping in a semi-arid region of South Africa. *Water SA* 29: 381-388.
36. Zargari, A. 1996. Medicinal plants. Tehran University Press.
37. Zimdahl, R. L. 2007. Fundamentals of Weed Sciences. Academic Press, New York.

## The Evaluation of Intercropping System of Indigo (*Indigofera tinctoria* L.) and Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) on Yield, Weed Biodiversity and Changes of Weeds Community

Z. Khoshnam<sup>1</sup>, M. Amiri Nejad<sup>2</sup>, A. Aein<sup>3</sup> and B. Parsa Motlagh<sup>2\*</sup>

(Received: December 10-2018; Accepted: September 21-2019)

### Abstract

Application of intercropping systems is one of the ecological methods for controlling weeds due to maximization of soil cover and plant diversity. In order to study the effect of intercropping system of indigo (*Indigofera tinctoria* L.) and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) on biodiversity, weeds population changes and plant yield an experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in the Research Farm of South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Jiroft, Iran, during 2014-2015 growing season. Treatments were additive and replacement series of intercropping including: I<sub>100</sub>:H<sub>100</sub>, I<sub>100</sub>:H<sub>50</sub>, I<sub>50</sub>:H<sub>100</sub>, I<sub>50</sub>:H<sub>50</sub> and monoculture of indigo and roselle. The results showed that the density and biomass of Amaranth, Cyprus and other weeds (*Heliotropium europaeum* L., *Heliotropium europaeum* L. and *Portulaca oleracea* L.) were significant by intercropping of indigo and roselle. Amaranth weed density in I<sub>100</sub>:H<sub>100</sub>, I<sub>50</sub>:H<sub>100</sub> and I<sub>100</sub>:H<sub>50</sub> were 57.44, 81.5 and 70.38%, respectively, lower than roselle monoculture. The highest of Cyprus weed density was in indigo and roselle monoculture and I<sub>50</sub>:H<sub>50</sub> intercropping ratio. The density of other weeds in I<sub>50</sub>:H<sub>50</sub>, I<sub>50</sub>:H<sub>100</sub>, I<sub>100</sub>:H<sub>50</sub> and I<sub>100</sub>:H<sub>100</sub> ratio were 44.4, 48.2, 51.8 and 77.7 % lower than monoculture. Weed biomass in I<sub>100</sub>:H<sub>100</sub>, I<sub>10</sub>:H<sub>50</sub> and I<sub>50</sub>:H<sub>100</sub> ratio were decreased by 25.44, 23.38 and 15.98 % in comparison to monoculture, respectively. The highest yield of roselle (1114.2 kg/ha) and leaf dry weight (3016.7 kg/ha) of indigo was observed in I<sub>100</sub>: H<sub>100</sub> ratio. The values of the land equivalent ratio (LER) in all of intercropping treatments were greater than unit and the highest LER belonged to H<sub>100</sub>: I<sub>100</sub> treatment, indicating that intercropping system outperforms the monoculture in terms of crop productivity and hence weed control.

**Keywords:** Biodiversity, Density, Incremental series, Monoculture, Replacement series

1, 2. MSc. Graduate of Agroecology and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

3. Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Jiroft, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: bparsam@ujiroft.ac.ir