

بررسی تأثیر کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی بر فرونشانی علف‌های هرز

خلیل جمشیدی^{۱*}، داریوش مظاهری^۲، ناصر مجنون حسینی^۳، حمید رحیمیان مشهدی^۴ و سید علی پیغمبری^۵

۱، استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۲، ۳، ۴، ۵، استادان و دانشیار

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۹ - تاریخ تصویب: ۸۹/۹/۳)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم کشت مخلوط ذرت دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی بر روند تغییرات ماده خشک علف‌های هرز آزمایشی با استفاده از روش جایگزینی و افزایشی با نسبت اختلاط ۱:۱ (۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ ذرت)، ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا + ۶۷٪ ذرت)، ۱:۲ (۶۷٪ لوبیا + ۳۳٪ ذرت)، (۲۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت) و (۱۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۸۶ به اجرا درآمد. در این تحقیق تراکم مطلوب و بالای مطلوب گیاه ذرت رقم سینگل کراس ۶۴۷ موسوم به محقق (۷۵ و ۹۰ هزار بوته در هکتار) و برای لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو (۱۵۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ذرت به میزان ۸۸۴۴ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط افزایشی با نسبت (۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی) و بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی به میزان ۶۴۰/۵ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط جایگزینی با نسبت (۳۳٪ ذرت + ۶۷٪ لوبیا چشم بلبلی) به دست آمد. اثر الگوی کاشت و تراکم گیاهی بر میزان ماده خشک علف‌های هرز در سطح یک درصد مؤثر بود و سیستم کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی در کنترل علف‌های هرز بهتر بوده است. در نسبت اختلاط ۶۷٪ ذرت + ۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی به روش جایگزینی، کمترین میزان ماده خشک علف هرز به دست آمد. بررسی تراکم نسبی گونه‌های علف هرز نشان داد که تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) با ۳۸ درصد تراکم، علف هرز غالب مزرعه بود و علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس سفید (*Amaranthus albus*)، نیلوفر پیچ (*Ipomoea hederacea*)، تلخ‌بیان (*Acroptilon repens*)، گاو زبان بدل (*Sophora pachycarpa*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، توق (*Xanthium pensylvanicum*) و علف شور (*Salsola kali*) به ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند. مقادیر نسبت برابری زمین بیش از یک به ترتیب در روش کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی و جایگزینی ۶۷٪ ذرت + ۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی، مزیت کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: مجموع عملکرد نسبی، شاخص علف هرز، سودمندی کشت مخلوط،

نسبت برابری زمین، روش افزایشی و جایگزینی.

مقدمه

کنترل علف‌های هرز، معمولاً به‌عنوان یکی از مزایای کشت مخلوط برشمرده شده است (Vandermeer, 1992). در کشت مخلوط به دلایل مختلف از جمله افزایش پوشش گیاهی، افزایش رقابت و سرعت رشد اولیه بیشتر، میزان و هجوم علف‌های هرز به نحو بارزی کاهش می‌یابد. از این رو کشت مخلوط می‌تواند به طور قابل توجهی از میزان کاربرد علف‌کش‌ها بکاهد و این امر علاوه بر ارزش اقتصادی از اهمیت زیست‌محیطی بسزایی برخوردار است (Schippers & Kropff, 2001).

در مطالعات، به سیستم کشت مخلوط به عنوان یک گزینه برای مدیریت تلفیقی علف هرز، به ویژه در سیستم‌های کشاورزی کم نهاده اشاره شده است (Schoofs & Entz, 2000; Liebman & Davis, 2000). اثر تنوع محصول بر علف‌های هرز نیز توسط محققین دیگر بررسی شده است (Teasdale, 1998; Liebman & Ohno, 1998). به عنوان یک نمونه از تنوع زیستی، کشت مخلوط تیره‌فرنگی^۱ با کرفس^۲ اثرات مختلف سودمندی مانند کاهش علف‌های هرز و آفات را نشان داده است. کنترل علف هرز توسط کرفس با افزایش کانوپی کرفس و کاهش نور قابل دسترس برای جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز در ارتباط بوده است (Baumann et al., 2000 & 2001). کشت مخلوط می‌تواند علف‌های هرز محصولات غلات را خفه کرده و قدرت تولید آنها را بهبود بخشد (Odhambo & Ariga, 2001).

کشت مخلوط لوبیا با تراکم و آرایش کاشت مناسب، کنترل علف جادو (*Striga* sp.) و سایر علف‌های هرز، حاصلخیزی خاک، عملکرد دانه ذرت و لوبیا چشم بلبلی را افزایش داد. مزایای سیستم کشت مخلوط به دلیل استفاده کارآمدتر از منابع در دسترس و یا به دلیل اثر آلوپاتیک بر روی علف‌های هرز بیشتر از تک‌کشتی است (Liebman & Dyck, 1993). یکی از راه‌های کاهش تقاضای علف‌کش، استفاده از رقابت ارقام ذرت در ترکیب کشت مخلوط است که به طور مؤثر می‌تواند از آب، نور و

مواد غذایی و در حضور علف‌های هرز استفاده کند (Ford & Pleasant, 1994). در سیستم کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی کمترین وزن خشک و جمعیت علف هرز و بالاترین بهره‌وری کنترل علف هرز به دست آمد (Karnataka, 2008). در بررسی کشت مخلوط ذرت و خیار و تأثیر آن بر کنترل علف‌های هرز، کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت‌های خالص برتری نشان دادند (Ghanbari et al., 2006).

بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی سورگوم و لوبیا چشم بلبلی بر جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط کم آبیاری، نشان داد که زیست‌توده علف‌های هرز تحت تأثیر سطوح آبیاری و نسبت‌های اختلاط قرار گرفت به طوری که کمترین زیست‌توده علف‌های هرز در تیمار آبیاری شاهد به دست آمد و با افزایش نسبت لوبیا چشم بلبلی در مخلوط با سورگوم، زیست‌توده علف‌های هرز به طور معنی‌داری نسبت به سورگوم خالص (بدون وجین) کاهش یافت. تراکم علف‌های هرز نیز در سطوح کشت مخلوط و خالص تفاوت‌های معنی‌داری نشان داد. کشت مخلوط افزایشی بویژه در تراکم‌های بالاتر گیاه همراه علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز، عملکرد قابل قبولی را نیز تولید کرد (Sanjan et al., 2009). در بررسی نقش کشت مخلوط ذرت - سویا بر جلوگیری از رشد علف‌های هرز، بالاترین میزان زیست‌توده علف هرز به میزان ۳۷۶/۷۳ گرم بر مترمربع در تک‌کشتی سویا آلوده به تاتوره به دست آمد. بدین ترتیب کشت مخلوط ذرت و سویا در مقایسه با تک‌کشتی، کاهش معنی‌داری در زیست‌توده علف‌های هرز ایجاد نمود (Zaefarian et al., 2007). در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، تیمار ۱۰۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد لوبیا با تراکم بهینه، بیشترین کاهش را بر وزن خشک علف‌های هرز اعمال کرد. تیمار مذکور باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز تاج خروس و تاج‌ریزی در مقایسه با شاهد (ذرت بدون وجین) شد (Mazaheri et al., 2000).

در این تحقیق دو گیاه ذرت و لوبیا چشم بلبلی برای بررسی سودمندی کشت مخلوط از نظر کنترل و کاهش زیست‌توده علف‌های هرز انتخاب شدند. با بررسی تأثیر نسبت‌های اختلاط و تراکم کشت این دو گیاه انتظار می‌رود، موضوع کنترل تلفیقی علف‌های هرز مورد توجه قرار گیرد.

1. *Allium porrum*
2. *Apium graveolens*

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در سال زراعی ۱۳۸۶ اجرا شد. زنجان دارای آب و هوای سرد و خشک کوهستانی، با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۹۳/۵ میلی‌متر است که در ۴۸ درجه و ۴۹/۵ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۶۳۴ متر از سطح دریا قرار دارد. خاک محل آزمایش دارای هدایت الکتریکی ۳/۸۶ میلی‌موس بر سانتی‌متر، pH برابر با ۷/۵۴ و بافت لومی شنی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل (۲×۷) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجراء شد. عامل نسبت اختلاط (A) شامل هفت سطح: کشت خالص (۱۰۰٪ ذرت)، کشت مخلوط با روش جایگزینی به نسبت ۱:۱ (۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ ذرت)، روش جایگزینی با نسبت ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا + ۶۷٪ ذرت)، روش جایگزینی با نسبت ۱:۲ (۶۷٪ لوبیا + ۳۳٪ ذرت)، کشت مخلوط با روش افزایشی (۲۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت)، روش افزایشی (۱۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت) و کشت خالص (۱۰۰٪ لوبیا چشم بلبلی) بود. عامل تراکم گیاهی (B) نیز شامل دو سطح: تراکم مطلوب دو گیاه (ذرت ۷۵ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۱۵۰ هزار بوته در هکتار) و تراکم بالای مطلوب دو گیاه (ذرت ۹۰ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۲۰۰ هزار بوته در هکتار) بود.

هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۶ متر با فواصل ۷۵ سانتی‌متر بود که با استفاده از خط‌کش‌های چوبی بذرهای تراکم‌های مطلوب و بالای مطلوب به ترتیب با فواصل بین بوته ۱۸ و ۱۵ سانتی‌متر در وسط پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری برای ذرت و با فواصل بین ردیف ۱۸ و ۱۳ سانتی‌متر در دو طرف پشته‌های ۳۷.۵ سانتی‌متری برای لوبیا چشم بلبلی کشت شدند. در ترکیب مخلوط با توجه به معادل واحدگیاهی، به ازاء هر بوته ذرت، دو بوته لوبیا چشم بلبلی به فاصله ۵۶/۲۵ سانتی‌متر از ذرت با لحاظ کردن دو ردیف کناری به عنوان حاشیه کشت شدند. در این آزمایش از رقم ذرت سینگل کراس ۶۴۷ (محقق) و رقم لوبیا چشم بلبلی پرستو استفاده شد. زمین موردآزمایش در پائیز سال قبل با گاوآهن برگردان‌دار شخم خورده و تا تاریخ اجرای آزمایش رها شده بود. عملیات کاشت هر

دو گیاه به طور همزمان به صورت خشکه‌کاری در بیست و دوم اردیبهشت انجام شد. نمونه‌برداری برای تعیین ماده خشک علف‌های هرز، طی شش مرحله به روش تخریبی به فاصله زمانی ۱۵ روز یکبار از سه ردیف وسطی به عرض ۲/۲۵ متر و طول ۵۰ سانتی‌متر پس از برداشت بوته‌های لوبیا و ذرت از سطح برداشت انجام گرفت. کلیه علف‌های هرز موجود در مزرعه پس از شناسایی گونه‌ها و شمارش و تعیین علف‌های هرز غالب به تفکیک گونه برای تعیین مقدار ماده خشک جمع آوری شد. با استفاده از شاخص‌ها و روش‌های متداول مقایسه کشت‌های مخلوط با تک‌کشتی، سودمندی کشت مخلوط ارزیابی شد. شاخص مجموع عملکرد نسبی^۱ از مجموع محصول نسبی گونه‌های تشکیل‌دهنده مخلوط و با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$RYT=RYa+RYb \quad (1)$$

$$RYa = \frac{Sa}{Ya}$$

$$RYb = \frac{Sb}{Yb}$$

Yb و Ya: عملکرد هر یک از گیاهان در کشت خالص

Sb و Sa: عملکرد هر یک از گیاهان در کشت مخلوط

نسبت برابری زمین (LER)^۲ معیاری است که اغلب پژوهشگران برای بررسی تأثیر کشت مخلوط به کار می‌برند. این معیار مشخص می‌کند که برای به دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط حاصل می‌شود، چه مقدار زمین بصورت زراعت تک‌کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت گردد. برای تعیین این شاخص، عملکرد نسبی هر جزء محاسبه می‌شود و مجموع آنها میزان LER را نشان می‌دهد.

$$LER = \sum_{i=1}^m \frac{Y_i}{Y_{ii}} \quad (2)$$

ارزش جانشینی کشت مخلوط (RVI)^۳ نشان

می‌دهد که اگر از محصول ثانوی در کشت مخلوط به عنوان عاملی برای کاهش استفاده از علف‌کش و آفت کش در تولید گیاه اصلی استفاده شود. میزان درآمد

1. Relative Yield Total

2. Land Equivalent Ratio

3. Replacement Value of Intercropping

میزان ماده خشک علف‌های هرز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر نسبت اختلاط نشان داد که بیشترین ماده خشک علف هرز مربوط به تیمار تک‌کشتی لوبیا و کمترین آن مربوط به کشت مخلوط افزایشی ذرت با نسبت (۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی) به ترتیب به میزان ۶۹۰/۷ و ۲۴۱ گرم بر مترمربع بود. از بین نسبت‌های اختلاط، روش جایگزینی ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی + ۶۷٪ ذرت) کمترین تجمع ماده خشک علف هرز را به میزان ۳۱۰/۶ گرم بر مترمربع داشته است، اگرچه اختلاف معنی‌داری با روش کشت مخلوط افزایشی با نسبت (۱۰۰٪ ذرت + ۱۰٪ لوبیا چشم بلبلی) نداشت (جدول ۳).

جدول ۱- فراوانی نسبی گونه‌های علف هرز در واحدهای آزمایشی

گونه علف هرز	فراوانی نسبی (درصد)
تاج خروس ریشه قرمز	۳۸
سلمه تره	۳۰/۲
تاج خروس سفید	۱۱/۷
نیلوفرپیچ	۹/۲
تلخ بیان	۴/۶
گاو زبان بدل	۴/۵
سوروف	۱/۲
توق	۰/۵
علف شور	۰/۱

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ذرت به میزان ۸۸۴۴ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط افزایشی با نسبت (۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی) و بیشترین عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی به میزان ۶۴۰/۵ کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط جایگزینی بانسبت (۳۳٪ ذرت + ۶۷٪ لوبیا چشم بلبلی) به دست آمد (جدول ۳). تیمار تک‌کشتی لوبیا چشم بلبلی در رقابت با علف‌های هرز آسیب پذیرتر از بقیه نسبت‌های اختلاط بود و ماده خشک علف هرز در آن بیشترین میزان را داشته است. کشت مخلوط افزایشی ذرت با نسبت (۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی) به دلیل قدرت رقابت بالای ذرت با علف‌های هرز کمترین ماده خشک علف هرز را داشته و موفق به کنترل بیشتر علف‌های هرز شده است (جدول ۳).

خالص کشت مخلوط باید با درآمد تک‌کشتی، منهای هزینه علف‌کش‌ها مقایسه گردد (رابطه ۳). یعنی گاهی کشت مخلوط جانشین برخی از نهاده‌های کشاورزی می‌شود.

$$RVI = (ap_1 + bp_2) / (aM_1 - C) \quad (3)$$

C هزینه نهاده‌ای است که کشت مخلوط جانشین مصرف آن شده است. در این رابطه a قیمت محصول اصلی و b قیمت محصول ثانوی (ریال)، p_1 تولید گونه اصلی و p_2 تولید گونه ثانوی در مخلوط و M_1 عملکرد کشت خالص گونه اول و M_2 عملکرد کشت خالص گونه دوم می‌باشد. هر کدام از aM_1 یا bM_2 بزرگتر باشد در مخرج کسر قرار می‌گیرد.

همچنین برای تعیین درصد کاهش محصول دانه دو گیاه ذرت و لوبیا چشم بلبلی در اثر رقابت علف‌های هرز در الگوهای مختلف کاشت به طور جداگانه از فرمول شاخص علف هرز (درصد) (رابطه ۴) استفاده شد:

$$\text{Weeds Index} = \frac{(x-y)}{x} \times 100 \quad (4)$$

x: عملکرد تیمار کنترل

y: عملکرد تیمار غیرکنترل

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C صورت گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی فراوانی نسبی گونه‌های علف هرز نشان داد که علف هرز تاج خروس ریشه قرمز^۱ با ۳۸٪ فراوانی، غالب و علف‌های هرز سلمه تره^۲، تاج خروس سفید^۳، نیلوفرپیچ^۴، تلخ بیان^۵، گاو زبان بدل^۶، سوروف^۷، توق^۸ و علف شور^۹ به ترتیب در رده‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۱). براساس تجزیه واریانس داده‌ها اثر نسبت اختلاط، سطوح تراکم گیاهی و برهمکنش عامل‌ها بر

1. *Amaranthus retroflexus*
2. *Chenopodium album*
3. *Amaranthus albus*
4. *Ipomoea hederacea*
5. *Sophora pachycarpa*
6. *Acroptilon repens*
7. *Echinochloa crus-galli*
8. *Xanthium pensylvanicum*
9. *Salsola kali*

جدول ۲- میانگین مربعات عملکرد دانه ذرت و لوبیا چشم بلبلی و ماده خشک علف‌های هرز در نسبت‌های اختلاط و تراکم‌های مختلف ذرت و لوبیا چشم بلبلی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه ذرت	عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی	ماده خشک علف‌های هرز
تکرار (R)	۲	۱۵۵۷۰۱۱/۷۴ ^{ns}	۲۷۲۷/۶۶ ^{ns}	۹۴/۵ ^{ns}
الگوی کاشت (A)	۶	۲۴۷۱۴۱۲۳/۷۷*	۳۴۳۷۰۸۷/۴۹**	۱۳۴۶۹۱/۳**
تراکم گیاهی (B)	۱	۲۴۴۷۸۵۶۵/۴۸**	۴۹۶۶۰۵/۲۹**	۲۰۹۷۷۱/۳**
برهم کنش (AB)	۶	۳۱۲۹۲۶۲/۹۴ ^{ns}	۱۷۲۱۵/۳۹*	۷۲۰۶۰/۷**
خطای آزمایشی (e)	۲۶	۲۲۷۸۴۹۶/۷۴	۲۴۱۸/۶۸	۱۳۹/۲
ضریب تغییرات %C.V		۱۹/۲۹	۷/۷۸	۳/۰۲

ns: عدم اختلاف معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین ماده خشک علف هرز در بررسی اثر نسبت‌های اختلاط ذرت و لوبیا چشم بلبلی

نسبت اختلاط لوبیا: ذرت (درصد)	میانگین ماده خشک علف‌های هرز (گرم بر مترمربع)	عملکرد دانه ذرت (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (کیلوگرم بر هکتار)
۱۰۰+۰	۳۱۷/۴d	۷۷۱۸b	---
۵۰+۵۰	۴۶۹ b	۶۷۹۹b	۳۸۷/۱e
۶۷+۳۳	۳۱۰/۶ d	۶۷۰۵b	۲۴۰/۷f
۳۳+۶۷	۳۷۹/۸ c	۳۹۹۱c	۶۴۰/۵c
۱۰۰+۲۰	۲۴۱ e	۸۸۴۴ab	۳۳/۶g
۱۰۰+۱۰	۳۲۵/۶d	۸۳۸۴ab	۳۹/۶g
۰+۱۰۰	۶۹۰/۷ a	---	۵۹۸/۵c

بخشی از محیط گونه اصلی (ذرت) نماینده حالتی از اصل تولید مساعدتی می‌باشد، بدین ترتیب که علاوه بر اثر رقابتی مستقیم گیاه زراعی با گیاه دیگر، اثر رقابتی علف هرز نیز با گیاه زراعی در نظر گرفته می‌شود (Vandermeer, 1992). به دلیل قدرت بالای ذرت در رقابت با علف‌های هرز در روش کشت مخلوط افزایشی و جایگزین شدن لوبیا چشم بلبلی در این سیستم، با وجود تعداد بیشتر علف‌های هرز در روش مذکور، امکان کنترل بهتر علف‌های هرز در کشت مخلوط فراهم شده است. و بالعکس، به دلیل ضعف لوبیا چشم بلبلی در رقابت با علف‌های هرز در سیستم تک‌کشتی، تجمع ماده خشک علف‌های هرز افزایش یافته است.

در روش تک‌کشتی ذرت بیشترین و کم‌ترین ماده خشک علف هرز به ترتیب به علف هرز سوروف و تلخه بیان مربوط بود، در حالی که در تک‌کشتی لوبیا چشم بلبلی، سوروف و تاج خروس سفید علف‌های هرز غالب و علف شور، علف هرز مغلوب بوده است. نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات ماده خشک علف‌های هرز در

بررسی برهمکنش نسبت اختلاط و تراکم گیاهی (AB) بر میزان ماده خشک علف‌های هرز، نشان داد که سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی در کنترل علف‌های هرز موفق تر بوده است. به طوری که در نسبت اختلاط ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی+۶۷٪ ذرت) به روش جایگزینی با تراکم بالای مطلوب، کمترین میزان ماده خشک علف هرز به میزان ۲۱۵/۵ گرم بر مترمربع به دست آمده است (جدول ۴). تحقیقات زیادی قدرت کاهش علف‌های هرز توسط سیستم کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را مشخص نموده است (Vandermeer, 1992). لوبیا قادر بوده جانسین علف هرز شده و منبع تولید محصولی قابل استفاده نیز باشد، بعلاوه لوبیا در مقایسه با علف هرز رقابت کمتری را نیز با ذرت داشته است (Vandermeer, 1992). با افزوده شدن یک علف هرز و یا تعداد بیشتری از علف‌های هرز به کشت مخلوط، از دیدگاه اکولوژیک سیستم جالب توجهی از ارتباط سه رقیب با یکدیگر پدید می‌آید. زیرا لوبیا چشم بلبلی (گونه ثانوی) با ایجاد تغییر مثبت در

نسبت‌های هفت‌گانه نشان داد که روش کشت مخلوط افزایشی نسبت به روش‌های دیگر در کنترل علف‌های هرز موفق بود (شکل‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین ماده خشک علف‌های هرز تحت تأثیر برهمکنش نسبت‌های اختلاط (a) و تراکم گیاهی ذرت و لوبیا چشم بلبلی (b)

تیمارها	ماده خشک علف‌های هرز (گرم بر مترمربع)
a7b1*	۸۹۱/۹ a
a2b1	۶۹۵/۵ b
a7b2	۴۸۹/۵ c
a4b1	۴۲۸/۳ d
a3b1	۴۰۵/۶ e
a6b2	۳۸۶/۵ f
a4b2	۳۳۱/۳ g
a1b2	۳۲۷/۵ g
a1b1	۳۰۷/۳ h
a6b1	۲۶۴/۷ i
a5b2	۲۴۶/۶ ij
a2b2	۲۴۲/۴ j
a5b1	۲۳۵/۴ j
a3b2	۲۱۵/۵ k

* a1 کشت خالص (۱۰۰٪ ذرت)، a2 روش جایگزینی به نسبت ۱:۱ (۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ ذرت)، a3 روش جایگزینی به نسبت ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا + ۶۷٪ ذرت)، a4 روش جایگزینی به نسبت ۱:۲ (۶۷٪ لوبیا + ۳۳٪ ذرت)، a5 روش افزایشی (۲۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت)، a6 روش افزایشی (۱۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت) و a7 کشت خالص (۱۰۰٪ لوبیا چشم بلبلی). b1 تراکم مطلوب دو گیاه (ذرت ۷۵ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۱۵۰ هزار بوته در هکتار) و b2 تراکم بالای مطلوب دو گیاه (ذرت ۹۰ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۲۰۰ هزار بوته در هکتار).

این موفقیت به دلیل قدرت بالای رقابتی ذرت و افزایش سهم و تراکم آن در ترکیب مخلوط بوده است. در روش تک‌کشتی لوبیا چشم بلبلی به ترتیب سوروف و تاج خروس سفید، در روش تک‌کشتی ذرت سوروف، در روش کاشت جایگزینی به ترتیب سلمه‌تره و تاج خروس ریشه قرمز و در روش کاشت افزایشی سوروف، به عنوان علف‌های هرز غالب نسبت به سایر علف‌های هرز بودند. بیشترین تراکم علف هرز مربوط به روش کشت مخلوط افزایشی و کمترین آن مربوط به روش کشت مخلوط جایگزینی بود.

ارزیابی سودمندی کشت مخلوط

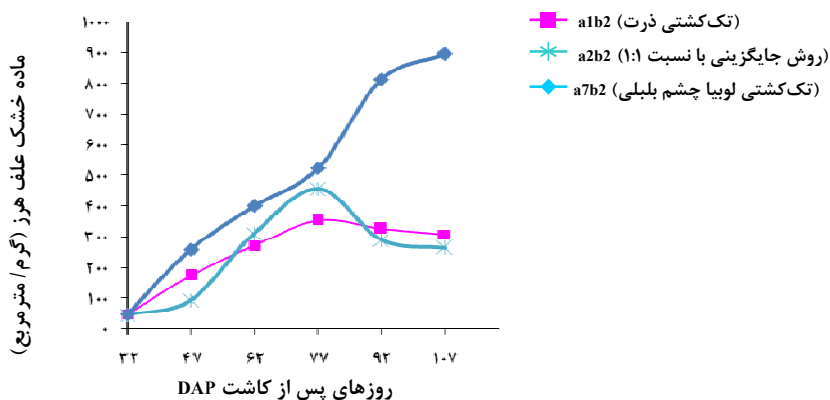
باتوجه به اینکه از محصول ثانوی (لوبیا چشم بلبلی) در کشت مخلوط به عنوان عاملی برای کاهش مصرف

سموم علف‌کش‌ها در تولید گیاه اصلی استفاده شد، باید میزان درآمد خالص کشت مخلوط با درآمد تک‌کشتی، منهای هزینه علف‌کش‌ها^۱ مقایسه شود. محاسبه شاخص ارزش جانمایی کشت مخلوط (RVI) نشان داد که در تیمارهایی که LER بیشتر از یک شده است، RVI نیز بیشتر از یک می‌باشد و سیستم کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی از لحاظ کنترل علف‌های هرز برتری و مزیت دارد. RVI‌های محاسبه شده نشان داد که مقدار آن با تراکم بالای مطلوب در روش جایگزینی ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی+۶۷٪ ذرت) و روش افزایشی (۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی+۱۰۰٪ ذرت) بیشتر از یک شده است (جدول ۵). RVI > 1 در روش افزایشی (۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی+۱۰۰٪ ذرت) و روش جایگزینی (۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی+۶۷٪ ذرت) نشان‌دهنده افزایش درآمد کشت مخلوط از طریق کاهش هزینه مصرف سم علف‌کش است. به دلیل مساعدت غیرمستقیم لوبیا چشم بلبلی و فشار رقابتی ذرت در کنترل علف‌های هرز، میزان درآمد کشت مخلوط در این روش‌ها بیش از تک‌کشتی شده است. با استفاده از محاسبه شاخص علف هرز، کمترین میزان کاهش عملکرد دانه ذرت و لوبیا چشم بلبلی در اثر رقابت علف‌های هرز از روش کشت افزایشی (۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی+۱۰۰٪ ذرت) به میزان ۵/۲ درصد برای ذرت و ۱۵/۹ درصد برای لوبیا چشم بلبلی به دست آمد. بیشترین خسارت علف‌های هرز بر عملکرد محصول ذرت و لوبیا چشم بلبلی به ترتیب به میزان ۴۷/۷ و ۷۴/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۵). بیشتر از یک شدن نسبت برابری زمین (LER) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ ذرت + ۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی و روش کشت مخلوط جایگزینی ۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی + ۶۷٪ ذرت، مزیت کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را نشان داد (جدول ۵). نتایج به دست آمده در این تحقیق با گزارش‌های محققان دیگر (Schippers & Kropff, 2001; Odhiambo & Ariga, 2001; Karnataka, 2008; Mazaheri et al., 2000; Sanjan et al., 2009; Caporali et al., 2008; Baumann et al., 2000 & 2001) مطابقت دارد.

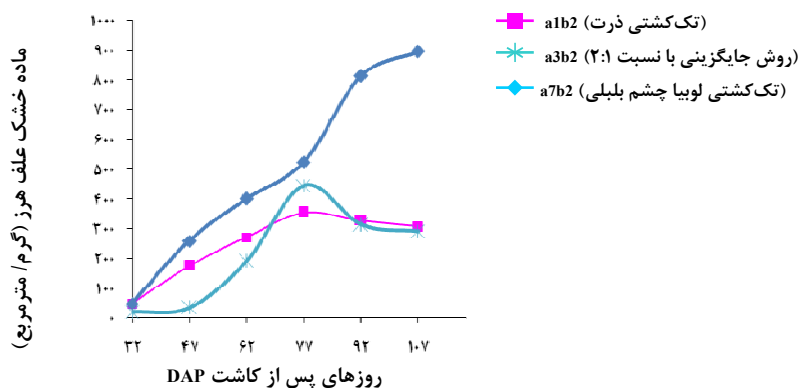
جدول ۵- مقادیر معیارهای ارزیابی سودمندی کشت مخلوط در تیمارهای مختلف

تیمارها و نسبت‌ها در ترکیب مخلوط (لوبیا: ذرت)	عملکرد دانه ذرت (کیلوگرم/هکتار)	عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (کیلوگرم/هکتار)	مجموع عملکردهای نسبی (RYT)	نسبت برابری زمین (LER)	ارزش جانشینی کشت مخلوط (RVI)	شاخص علف هرز	
						ذرت (%)	لوبیا (%)
a ₁ b ₁ *	۶۹۹۱					۶/۷	
a ₁ b ₂	۸۴۴۶					۵/۶	
a ₂ b ₁	۶۷۵۳	۳۲۶	۱/۶۹	۰/۹۲	-	۲۹/۲	۷/۳
a ₂ b ₂	۶۸۴۵	۴۴۸/۲	۱/۴۰	۰/۹۹	-	۲۱/۴	۶۵/۷
a ₃ b ₁	۵۳۳۳	۲۲۹	۰/۹۶	۰/۷۱	-	۱۱/۵	۲۰/۶
a ₃ b ₂	۸۰۷۸	۲۵۲/۵	۱/۲۹	۱/۰۳	۱/۱۱	۷/۹	۶۴/۳
a ₄ b ₁	۳۳۴۶	۵۲۰/۵	۱/۶۴	۰/۶۴	-	۴۷/۷	۷۱/۱
a ₄ b ₂	۴۶۳۷	۷۶۰/۵	۱/۵۶	۰/۹۱	-	۳۹/۲	۶۰/۱
a ₅ b ₁	۸۷۵۰	۱۷/۴۳	۱/۲۹	۰/۹۸	-	۵/۲	۱۵/۹
a ₅ b ₂	۸۹۳۷	۴۶/۵۲	۱/۲	۱/۰۲	۱/۰۹	۲۲/۷	۵۸/۱
a ₆ b ₁	۸۲۸۱	۲۰/۱۴	۱/۳۴	۰/۹۶	-	۵/۵	۷۲/۲
a ₆ b ₂	۸۴۸۸	۵۹/۰۳	۱/۱۲	۰/۹۹	-	۱۴	۳۵/۵
a ₇ b ₁		۴۴۴/۹					۷۴/۵
a ₇ b ₂		۷۵۲/۱					۶۱/۲

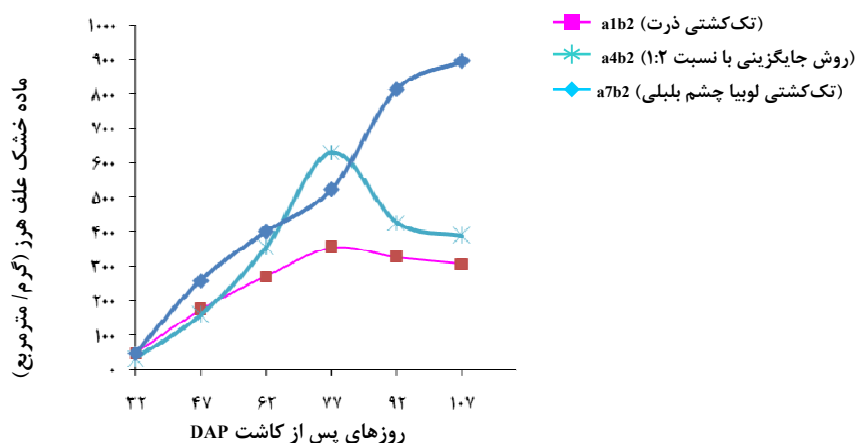
a₁* کشت خالص (۱۰۰٪ ذرت)، ۲:۱ (۵۰٪ لوبیا + ۵۰٪ ذرت)، a₃ روش جایگزینی به نسبت ۲:۱ (۳۳٪ لوبیا + ۶۷٪ ذرت)، a₄ روش جایگزینی به نسبت ۱:۲ (۶۷٪ لوبیا + ۳۳٪ ذرت)، a₅ روش افزایشی (۲۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت)، a₆ روش افزایشی (۱۰٪ لوبیا + ۱۰۰٪ ذرت) و a₇ کشت خالص (۱۰۰٪ لوبیا چشم بلبلی). b₁ تراکم مطلوب دو گیاه (ذرت ۷۵ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۱۵۰ هزار بوته در هکتار) و b₂ تراکم بالای مطلوب دو گیاه (ذرت ۹۰ هزار بوته و لوبیا چشم بلبلی ۲۰۰ هزار بوته در هکتار).



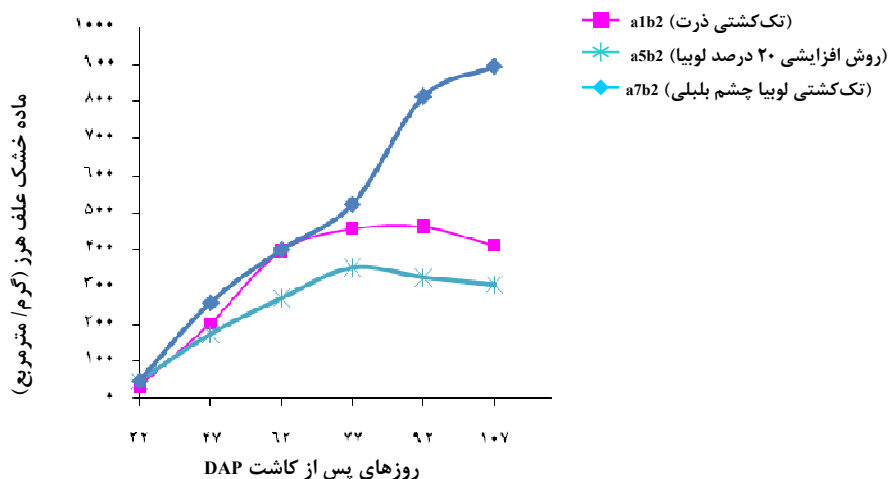
شکل ۱- روند تغییرات ماده خشک علف هرز در تک کشتی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و روش کشت مخلوط جایگزین (۵۰٪ لوبیا چشم بلبلی + ۵۰٪ ذرت) در طول دوره رشد



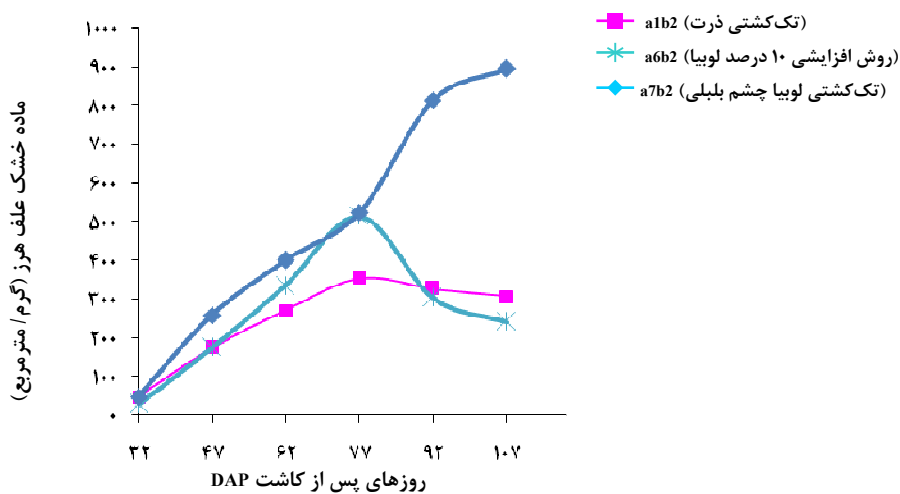
شکل ۲- روند تغییرات ماده خشک علف هرز در تک کشتی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و روش کشت مخلوط جایگزینی (۳۳٪ لوبیا چشم بلبلی + ۶۷٪ ذرت) در طول دوره رشد



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک علف هرز در تک کشتی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و الگوی کشت مخلوط جایگزینی (۶۷٪ لوبیا چشم بلبلی + ۳۳٪ ذرت) در طول دوره رشد



شکل ۴- روند تغییرات ماده خشک علف هرز در تک کشتی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و روش کشت مخلوط افزایشی (۲۰٪ لوبیا چشم بلبلی + ۱۰۰٪ ذرت) در طول دوره رشد



شکل ۵- روند تغییرات ماده خشک علف هرز در تک کشتی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و روش کشت مخلوط افزایشی (۱۰٪ لوبیا چشم بلبلی + ۱۰۰٪ ذرت) در طول دوره رشد

نتیجه‌گیری نهائی

با توجه به نتایج این بررسی مشخص می‌گردد که نیل به هدف کاهش مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی کشاورزی و کاهش تدریجی سموم علف‌کش از طریق اجرای روش‌های مبتنی بر بوم‌شناختی پایدار با بهره‌گیری بیشتر از توانمندی‌های بالقوه زیستی و ژنتیکی گیاهان زراعی امکان‌پذیر است. از سوی دیگر

استفاده از محصول ثانوی (لوبیا چشم بلبلی) در کشت مخلوط به عنوان عاملی برای کاهش مصرف سموم علف‌کش در تولید گیاه اصلی (ذرت)، نشان‌دهنده افزایش درآمد کشت مخلوط از طریق کاهش هزینه مصرف سم علف‌کش و برتری و مزیت سیستم کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی از لحاظ کنترل علف‌های هرز است.

REFERENCES

1. Azizi, G., Kochaki, A., Nasiri Mahalati, M. & Rezvani Moghaddam, P. (2009). The effect of plant diversity and source of nutritional on composition and density of weeds in cropping patterns. *Journal of Agronomic Research*, 7(1), 115-125. (In Farsi).
2. Baumann, D.T., Kropff, M. J. & Bastiaans, L. (2000). Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*, 40, 359-374.
3. Baumann, D. T., Bastiaans, L. & Kropff, M. J. (2001). Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. *Crop Science*, 41, 764-774.
4. Caporali, F., Campiglia, E., Paolini, R. & Mancinelli, R. (1998). The effect of crop species, nitrogen fertilization and weeds on winter cereal/pea intercropping. *Italia Journal Agronomy*, 2, 1-9.
5. Ford, G. T. & Pleasant, J. (1994). Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. *Weed Technology*, 8, 3, 124-128.
6. Ghanbari, A., Ghadir, H. & Jokar, M. (2006). The effect of intercropping of corn (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L) on weed control. *Pajouhesh-va-Sazanaegi*, 19(4), 193-199. (In Farsi).
7. Karnataka, J. (2008). Effect of intercropped vegetables on maize and associated weeds in maize-vegetable intercropping systems. *Agricultural Science*, 21(2), 159-161.
8. Liebman, M. & Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Application*, 3, 92-122.
9. Liebman, M. & Ohno, T. (1998). Crop rotation and legume residue effects on weed emergence and growth: *Implications for weed management*. p. 181-221. In: J. L. Hatfield et al. (ed.) *Integrated weed and soil management*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.
10. Liebman, M. & Davis, A. S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40, 27-47.
11. Mazaheri, D., Movahedi Dehnavi, M., Bankhsaz, A., Hosseinzadeh, A. H. & Ghannadha, M. R. (2000). The effect of intercropping of corn and bean on weed control. *Pajouhesh-va-Sazanaegi*, 13(2), 47-51. (In Farsi).
12. Odhiambo, G. D. & Ariga, E. S. (2001). Effect of intercropping maize and beans on striga incidence and grain yield. In: *Proceedings of the Seventh Eastern and Southern Arica Regional Maize conference*, Western Kenya, 11-15 February, PP. 183-186.
13. Rana, K. S. & Pal, M. (1999). Effect of intercropping systems and weed control on crop-weed competition and grain yield of pigeonpea. *Crop Research*, 17, 179-182.
14. Schoofs, A. & Entz, M. H. (2000). Influence of annual forages on weed dynamics in a cropping system. *Canada Journal Plant Science*, 80, 187-198.
15. Teasdale, J. R. (1998). Cover plants, smother plants, and weed management. p. 247-270. In: J. L. Hatfield et al. (ed.) *Integrated weed and soil management*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.
16. Sanjan, S., Hosseini, M. B., Chaichi, M. R. & Rezwani Bidakhti, Sh. (2009). The effect of additive intercropping of Sorghum: Cowpea on population and weed biomass under deficit irrigation. *Journal of Agronomic Research*, 7(1), 85-95. (In Farsi).
17. Schippers, P. & Kropff, M. J. (2001). Competition for light and nitrogen among grassland species: a simulation analysis. *Functional Ecology*, 15, 155-164.
18. Vandermeer, J. (1992). *The ecology of intercropping*. Great Britain at the university press. Cambridge. Pp. 222.
19. Zaefarian, F., Aghaalikhani, M., Rahimian Mashhadi, H., Zand, E. & Rezvani, M. (2007). Yield and Yield Components Response of Corn/Soybean Intercrop to Simultaneous Competition of Redroot Pigweed and Jimson weed. *Iranian Journal of Weed Science*, 3(1, 2), 39-58. (In Farsi).