Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 3, Autumn 2021 (147-162)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.294043.654669

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۴۰۰ (ص۱۶۲-۱۴۷)

مطالعه کشت مخلوط کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز

مهدی حسین زاده[۱]، سید محمد باقر حسینی*[۲]، حسن علیزاده[۳]
۱و۲و۳- به‌ترتیب کارشناس ارشد، دانشیار و استاد، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۰)

چکیده

فرونشانی علف‌های‌هرز و افزایش تولید، از اهداف سیستم‌های کشت مخلوط است. این پژوهش به‌منظور تاثیر کشت مخلوط بر سرکوب علف‌های‌هرز و عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی انجام شد. آزمایش در قالب طرح کرت‌های خردشده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار، در مزرعه تحقیقاتی آموزشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۸ انجام شد. کرت‌های اصلی شامل کشت خالص کنجد، کشت خالص لوبیا، کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد: ۵۰ درصد لوبیا، ٦۵ درصد کنجد: ٦۵ درصد لوبیا و ۸۰ درصد کنجد: ۸۰ درصد لوبیا و کرت‌های فرعی شامل تیمارهای وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز بودند. نتایج نشان داد که کشت خالص کنجد، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز را داشت و در بین نسبت‌های کشت مخلوط و کشت خالص لوبیا، تفاوت معنی‌داری از نظر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز وجود نداشت. در بیشتر صفات بررسی‌شده، اختلاف قابل‌توجهی بین دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز وجود داشت. نسبت برابری زمین در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط، بالاتر از یک بود و نسبت برابری زمین در تیمارهای عدم وجین، بالاتر از تیمارهای وجین بود. همچنین کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد: ۵۰ درصد لوبیا در شرایط وجین و عدم وجین، به‌ترتیب با ۱/۱۵ و ۱/۷۲، بالاترین نسبت برابری زمین را داشتند. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط کنجد و لوبیا، ضمن مهار علف‌های‌هرز به‌خصوص نسبت به کشت خالص کنجد، کارایی استفاده از زمین را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: علف‌هرز، کشت مخلوط، کنترل اکولوژیکی، کنجد، لوبیا چشم‌بلبلی.

Study of sesame (*Sesamum indicum* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping under weed control and non-control conditions

Mehdi Hosseinzadeh[1], Mohamad Bagher Hoseini*[2] and Hassan Alizade[3]
1,2,3. Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran
(Received: December 14, 2019 - Accepted: September 20, 2020)

ABSTRACT

Weed suppression and increased production are objectives of intercropping systems. This study was carried out to investigate the effect of mixed culture on weed suppression, yield and its components of sesame and cowpea. The experiment was arranged in a split plot based on a randomized complete block design with four replications at the research farm of Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, during 2019. The main plots included pure sesame culture, pure cowpea culture, 50% sesame: 50% cowpea, 65% sesame: 65% cowpea and 80% sesame: 80% cowpea and sub plots included weed control and no weed control treatments. Results showed that pure sesame culture had the highest weed density and dry weight and there was no significant difference in weed density and dry weight between mixed and pure cowpea cultivars. In the most studied traits, there was a significant difference between weed control and no weed control treatments. Land equivalent ratio (LER) was higher than one in all treatments and was higher in without weeding rather than weeding treatments. The intercropping of 50% sesame: 50% cowpea had the highest LER, in terms of weed control and non-control (1.15 and 1.72, respectively). In general, it is concluded that sesame and cowpea mixture increased the land use efficiency while avoiding weeds, especially compared to pure sesame cultivation.

Keywords: Cowpea, ecological control, intercropping, sesame, weed.

* Corresponding author E-mail: bhoseini@ut.ac.ir

مقدمه

کشاورزی باید هم‌زمان، چندین چالش درهم‌تنیده از جمله تضمین امنیت غذایی برای یک جمعیت در حال رشد از طریق افزایش بهره‌وری و درآمد، کاهش تأثیر زیست‌محیطی کشاورزی و افزایش سازگاری در برابر تغییرات آب‌وهوا را رفع کند(Fao, *et al*., 2012; Beddington 2011). مخلوط کردن، تنوع برنامه‌ریزی‌شده‌ای از گونه‌ها را وارد سیستم زراعی می‌کند تا این سیستم در برابر آشفتگی‌های محیطی، آفات و بیماری‌ها مقاومت بیشتری داشته باشد و از این طریق امنیت غذایی را افزایش می‌دهد (Frison *et al*., 2011). از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی، افزایش تولید در واحد سطح، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (Banik *et al*., 2006) علف‌های‌هرز یک دشمن پنهان برای گیاهان زراعی هستند که رشد و نمو گیاهان را سرکوب می‌کنند و عملکرد آن‌ها کاهش می‌دهند. تقریباً ۳۴درصد از تلفات عملکرد در میان عمده محصولات زراعی، ناشی از علف‌های‌هرزی است که در سراسر جهان رشد می‌کنند (Jabran *et al*.,2015). از سویی استفاده ناصحیح از تکنولوژی علف‌کش‌ها برای از بین بردن خسارات ناشی از علف‌های‌هرز، منجر به ایجاد مشکلاتی نظیر پسماند علف‌کش‌ها، آلودگی آب‌های زیرزمینی و مقاوم شدن علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها شده است (Caamal-Maldonado *et al*.,). کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی است که با توجه به دارا بودن مقدار زیادی روغن، پروتئین و سایر مواد معدنی مغذی، یکی از اجزای مهم در تغذیه انسان محسوب می‌شود (Najeeb *et al*., 2012). کنجد به دلیل نیاز کم آبیاری، سازگاری با انواع مختلف خاک و شرایط آب و هوایی و درآمد بالای محصول، از اهمیت زیادی برخوردار است که اهمیت آن در شرایط فعلی گرمایش زمین و تأثیر آن بر بهره‌وری محصولات، برای جایگزینی با محصولات کم تولید، بیشتر و بیشتر می‌شود (FAOSTAT, 2015). لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) از حبوبات دانه‌ای است که منشأ آن آفریقا است و از اهمیت اقتصادی بالایی در سرتاسر جهان برخوردار است. بذرهای این گیاه، منبع مهمی از پروتئین و سایر مؤلفه‌های غذایی برای رژیم غذایی انسان (Timko & Singh, 2008; Ravelombola *et al*., 2017) و منبع مهمی برای علوفه حیوانات است (Huang *et al*., 2012). لوبیا چشم‌بلبلی یکی از مقاوم‌ترین حبوبات به خشکی است (Carvalho *et al*., 2019) که به‌خوبی در محیط‌های استرس‌زا همراه با درجه حرارت بالا، خشکسالی یا باروری کم تولید می‌شود؛ ازاین‌رو یک محصول جایگزین مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (Ehlers & Hall, 1997; Chikoye *et al*., 2014). کشت مخلوط، توانایی بالایی در سرکوب علف‌های‌هرز دارد (Corre-Hellou *et al*.,2011)؛ ازاین‌رو کاربرد سیستم‌های کشت مخلوط می‌تواند به‌عنوان راهکاری اکولوژیکی، استفاده از علف‌کش‌ها را در کشاورزی کاهش دهد و به‌عنوان جایگزینی مناسب، مانع از تجمع سموم در محیط‌زیست شود (Koocheki *et al*., 2016a). توانایی نظام‌های کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های‌هرز و کنترل آن‌ها، به عوامل مختلفی ازجمله ترکیب گیاهان، ارقام، تراکم یا نسبت‌های کشت مخلوط و حاصلخیزی خاک بستگی دارد. علاوه بر این، کاهش آشیانه‌های خالی و منابع در دسترس برای رشد علف‌های‌هرز نیز تا حدود زیادی کاهش قدرت تهاجم علف‌های‌هرز را موجب می‌شود. همچنین به دلیل متفاوت بودن ساختار تاج پوشش و آناتومی گیاهان به‌کاربرده شده درکشت مخلوط، این سیستم کشت، با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های‌هرز و در برخی موارد با خاصیت دگرآسیبی، از رشد و گسترش علف‌های‌هرز جلوگیری می‌کند (Shaygan *et al*., 2008; Koocheki *et al*., 2010). در آزمایشی باهدف مهار علف‌های‌هرز درکشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و نخود، (*Cicer arietinum* L.)، نتایج نشان داد که کشت مخلوط حبوبات، مزاحم‌ترین

علف‌های‌هرز در مطالعه را سرکوب کرد. از این رو، کشت مخلوط می‌تواند بدون هیچ‌گونه تلاش و هزینه اضافی، بعضی از گونه‌های علف‌های‌هرز را کاهش دهد (Sharma *et al*., 2013). در مطالعه دیگری، نتایج حاصل از کشت مخلوط کنجد و ماش (*Vigna radiata* L.) نشان داد که افزایش تنوع گیاهان در بوم نظام‌های زراعی، توزیع زیست‌توده بین گونه‌ها در اجتماع علف‌های‌هرز را تغییر داد. این نکته باعث کاهش تعداد و تراکم گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز شد(Koocheki *et al*., 2016a). درکشت مخلوط کنجد و بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*)، نتایج حاکی از بالا بودن میزان نسبت برابری زمین LER[1] در تمام نسبت‌های کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود که این امر نشان‌دهنده برتری عملکردی کشت مخلوط کنجد و بادام‌زمینی نسبت به تک‌کشتی است (Haruna *et al*., 2013). سیستم کشت مخلوط به‌عنوان یک راهکار اکولوژیکی می‌تواند استفاده از علف‌کش‌ها را در محیط کاهش دهد و مانع از تجمع سموم در طبیعت شود. همچنین این سیستم، سبب افزایش بهره‌وری از زمین می‌شود. از این رو، این آزمایش با هدف شناسایی بهترین نسبت کاشت با بیشترین راندمان زیستی و بیشترین کنترل علف‌های‌هرز در شرایط آب و هوایی کرج، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی آموزشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در شهرستان کرج (طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۲۹۲/۹ متر از سطح دریا)، در بهار سال ۱۳۹۸ انجام شد. مشخصات خاک مزرعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل تیمارهای کشت خالص کنجد، کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی، کشت مخلوط ۵۰ درصد: ۵۰ درصد، ۶۵ درصد: ۶۵ درصد و ۸۰ درصد: ۸۰ درصد (کنجد: لوبیا چشم‌بلبلی) و کرت‌های فرعی شامل تیمارهای وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز بود. مراحل آماده‌سازی زمین از آذر ۱۳۹۷ آغاز شد و کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی در ۲۳ اردیبهشت ۱۳۹۸ کاشته شدند. از لوبیا چشم‌بلبلی رقم پرستو که یک رقم نسبتاً ایستاده است و کنجد رقم اولتان با ویژگی‌هایی همچون تعداد شاخه زیاد، مقاوم به خوابیدگی، نیمه مقاوم به ریزش دانه و عملکرد دانه بالا استفاده شد. ابعاد کرت‌های فرعی سه در شش متر بود و در هر کرت فرعی، شش ردیف کاشته شد (در هر کرت فرعی مخلوط شش ردیف کاشت شامل سه ردیف کنجد و سه ردیف لوبیا چشم‌بلبلی به‌صورت یک‌درمیان کشت شد و برای رعایت نسبت‌های مختلف کاشت، فاصله بوته روی ردیف تغییر داده شد). فاصله کرت‌های فرعی و کرت‌های اصلی از هم ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها از هم ۱۰۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف درکشت خالص کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی، به‌ترتیب هفت و ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

اولین آبیاری به‌منظور تسهیل در سبز شدن، بلافاصله پس از کشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی پس از استقرار کامل گیاه، به فاصله هر چهار روز یک‌بار به‌صورت تحت‌فشار (قطره‌ای) انجام گرفت. عملیات تنک کردن پس از سبز شدن و رسیدن بوته‌ها به‌اندازه مطلوب انجام شد. کود سوپر فسفات (۱۳ کیلوگرم در ۷۲۰ متر مربع)، سولفات پتاسیم (۱۱ کیلوگرم در ۷۲۰ متر مربع) و مقداری از اوره مورد نیاز (شش کیلوگرم در ۷۲۰ متر مربع) به‌صورت پایه به زمین داده شد و باقیمانده کود اوره (چهار کیلوگرم در ۷۲۰ متر مربع)، ۶۰ روز بعد کاشت به زمین افزوده شد. در تیمار وجین علف‌های‌هرز، از زمان رویش گیاه زراعی تا زمان تکمیل سایه‌اندازی گیاهان، وجین به‌صورت دستی (در سه مرحله) انجام شد. در کرت‌های فرعی عدم وجین، به‌غیراز گیاه تاتوره (*Datura stramonium* L.) که به دلیل جلوگیری از

[1] Land Equivalent Ratio

آلودگی مزرعه و از بین رفتن تیمارها، در مرحله گل‌دهی حذف شد، بقیه علف‌های‌هرز در تمام فصل رشد در مزرعه حضور داشتند و با گیاه زراعی رقابت کردند. نمونه‌برداری از علف‌های‌هرز برای تعیین تعداد به تفکیک نوع گونه و وزن خشک، در دو مرحله و ۹۴ و ۱۰۸ روز پس از کاشت در دو مکان متفاوت با استفاده از قرار دادن یک کوادرات به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر به‌صورت عمود بر ردیف‌های کاشت صورت گرفت. به دلیل آلودگی شدید تکرار چهار به گیاه تاتوره و جلوگیری از رشد دیگر علف‌های‌هرز، در این تکرار از اندازه‌گیری تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز صرفه نظر شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1.Physicochemical properties of the experimental soil site

Fe (mg/kg)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	N (%)	Texture class	Organic materials (%)	pH	EC (dS/m)
3.41	134	5.96	0.076	Clay loam	0.65	8.3	0.93

در هر واحد آزمایشی قبل از برداشت گیاه زراعی، پنج بوته از هر دو گونه به‌طور تصادفی انتخاب شدند و برای تعیین صفاتی ازجمله ارتفاع و طول بوته، تعداد گل‌آذین، تعداد دانه در گل‌آذین، وزن ۱۰۰۰ دانه کنجد و ۱۰۰ دانه لوبیا استفاده شد. همچنین صفاتی چون عملکرد دانه و زیستی و شاخص برداشت ، سطحی معادل یک مترمربع در هر کرت مورد بررسی قرار گرفت. جهت مقایسه عملکرد کشت‌های مخلوط با خالص، نسبت برابری زمین از طریق معادله ۱ محاسبه شد (Willey, 1979; Vandermeer, 1992)

$$LER=\frac{PX}{KX}+\frac{PY}{KY}$$ معادله (۱)

که در این معادله، PX: عملکرد گونه X درکشت مخلوط، KX: عملکرد گونه X درکشت خالص، PY: عملکرد گونه Y درکشت مخلوط و KY: عملکرد گونه Y درکشت خالص می‌باشد. تجزیه آماری تمام داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد و جهت مقایسه میانگین، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. همچنین ترسیم شکل‌ها توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز

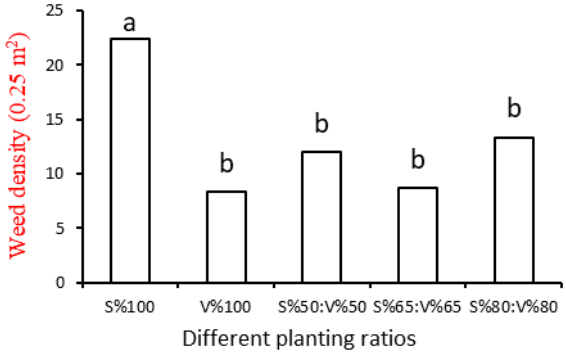
تراکم علف‌های‌هرز

چهار گونه غالب علف‌های‌هرز مزرعه شامل خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، تاج‌خروس رونده (*Amaranthus retroflexus* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) و تاج‌ریزی (*Solanum nigrum* L.) بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تراکم علف‌های‌هرز در تیمارهای عدم وجین نشان داد که فقط در مرحله دوم اندازه‌گیری، تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت (جدول ۲). در مرحله دوم اندازه‌گیری، کمترین تراکم نسبی مربوط به کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی و کشت مخلوط ۶۵ درصد: ۶۵ درصد و بیشترین آن مربوط به کشت خالص کنجد بود. البته بین نسبت‌های مختلف کاشت مخلوط و خالص لوبیا چشم‌بلبلی، اختلاف آماری ازنظر تراکم علف‌های‌هرز وجود نداشت (شکل ۱). به نظر می‌رسدکه به دلیل متفاوت بودن ساختار تاج پوشش وخصوصیات آناتومیکی گیاهان به‌کاربرده شده درکشت مخلوط، این سیستم کشتی با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های‌هرز، از رشد و گسترش علف‌های‌هرز جلوگیری می‌کند (Koocheki *et al.*, 2016a)؛ بر اساس گزارش Sanjani *et al.* (2009) ، حضور لوبیا چشم به‌صورت افزایشی با سورگوم، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش زیست‌توده و جمعیت علف‌های‌هرز نسبت به کشت خالص سورگوم شد.

وزن خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای عدم وجین، نشان‌دهنده

وجود تفاوت معنی‌دار در هر دو مرحله اندازه‌گیری بود (جدول ۲). در هر دو مرحله، بیشترین وزن خشک، به کشت خالص کنجد تعلق داشت. کمترین وزن خشک در مرحله اول اندازه‌گیری به‌ترتیب درکشت مخلوط ۶۵ درصد: ۶۵ درصد و کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده شد. البته بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی در هر دو مرحله از نظر وزن خشک اختلاف آماری وجود نداشت (شکل ۲). نتایج حاصل از وزن خشک، نشان‌دهنده توانایی کشت مخلوط در کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز، به‌خصوص نسبت به کشت خالص کنجد بود. دلیل این امر می‌تواند متفاوت بودن کانوپی گیاهان کشت‌شده درکشت مخلوط باشد که با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های‌هرز، سبب کاهش رشد و سرکوب علف‌های‌هرز شده است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر تراکم علف‌های‌هرز
کشت خالص کنجد ($S_{\%100}$)، کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی ($V_{\%100}$)، ۵۰ درصد:۵۰ درصد ($S_{\%50}$:$V_{\%50}$)، ۶۵ درصد: ۶۵ درصد ($S_{\%65}$:$V_{\%65}$)، ۸۰ درصد:۸۰ درصد ($S_{\%80}$:$V_{\%80}$). میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Figure. 1. Mean comparison of effects of the different planting ratios on weed densities. Sesame monoculture ($S_{\%100}$), cowpea monoculture ($V_{\%100}$), 50% Sesame: 50% cowpea ($S_{\%50}$: $V_{\%50}$), 65% sesame: 65% cowpea ($S_{\%65}$: $V_{\%65}$), 80% sesame: 80% cowpea ($S_{\%80}$:$V_{\%80}$). Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncans' test.

جدول ۲ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای عدم کنترل علف هرز
Table 2. Analysis of variance (mean squares) of weed density and dry weight in weed control treatments

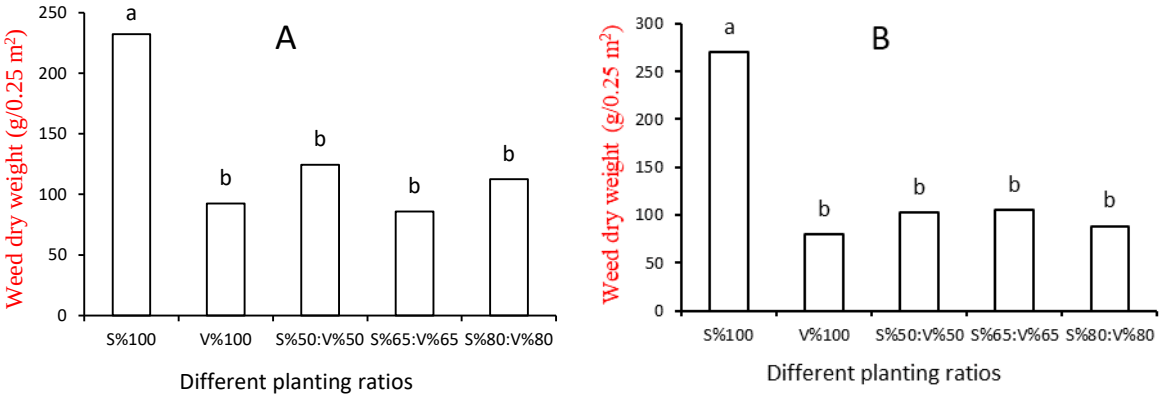
S.O.V	df	Weed density		Weed dry weight	
		94 days after planting	108 days after planting	94 days after planting	108 days after planting
R	2	12.72^{**}	4.54^{*}	0.58^{ns}	4.65^{*}
A	4	1.07^{ns}	14.38^{**}	7.44^{**}	22.34^{**}
E	8	33.35	6.72	1423.63	850.43
CV	-	35.80	20.03	29.13	29.16

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.. R: تکرار، A: نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، E: خطا و CV: ضریب تغییرات.

*، ** and ns: significant at 1% and 5% of probability levels and non significant, respectively. R: replication, A: Different ratios of intercropping, E: error and CV: coefficient of variation.

Koocheki *et al.* (2016a)، گزارش کردند که تیمار کشت مخلوط یک به سه ماش و کنجد (۲۵درصد ماش: ۷۵درصد کنجد)، کمترین تراکم نسبی علف‌های‌هرز را در بین الگوهای مختلف کاشت دارا بود. همچنین کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.)، غلات بهاره (جو دوسر، گندم و جو) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) (Banik *et al.*, 2006)، (Deveikyte *et al.*, 2009)، ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)

(Koocheki *et al.*, 2010)، نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو (*Hordeum vulgare*) (Hamzei Seyed &, 2015) و جو بهاره و نخودفرنگی (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2001) نیز سبب کاهش جمعیت و زیست‌توده علف‌های‌هرز شد. با این‌که نتایج تحقیق حاضر حاکی از توانایی کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز بود، ولی نباید این نکته فراموش شود که کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز بزرگ مانند تاتوره ناتوان و سرکوب‌شده است (رشد سریع گیاه تاتوره پس از سبز شدن نسبت به گیاه کنجد و لوبیا، سبب افزایش ارتفاع آن و در نتیجه مانع از رسیدن نور و رشد گیاه کنجد و لوبیا شد).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن خشک علف هرز

A: ۹۴ روز پس از کاشت، B: ۱۰۸ روز پس از کاشت. کشت خالص کنجد ($S_{\%100}$)، کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی ($V_{\%100}$)، ۵۰ درصد: ۵۰ درصد ($V_{\%50}$:$V_{\%50}$)، ۶۵ درصد: ۶۵ درصد ($S_{\%65}$:$V_{\%65}$)، ۸۰ درصد: ۸۰ درصد ($S_{\%80}$:$V_{\%80}$). میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Figure 2. Mean comparison of the effcts of different planting ratios on weed dry weight.
A: 94 days after planting, B: 108 days after planting, Sesame monoculture ($S_{\%100}$), cowpea monoculture ($V_{\%100}$), 50% Sesame: 50% cowpea ($S_{\%50}$: $V_{\%50}$), 65% sesame: 65% cowpea ($S_{\%65}$: $V_{\%65}$), 80% sesame: 80% cowpea ($S_{\%80}$:$V_{\%80}$). Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncans' test.

ارتفاع بوته کنجد

ارتفاع بوته کنجد در بین نسبت‌های مختلف کاشت، اختلاف معنی‌داری نداشت، اما بین تیمارهای وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز، در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد، اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته وجود داشت (جدول ۳) و تیمارهای وجین شده، ارتفاع بالاتری نسبت به تیمارهای عدم وجین داشتند؛ دلیل این امر، افزایش رقابت در تیمارهای عدم وجین بر سر آب و مواد غذایی است. بیشترین ارتفاع (۱۹۸/۳۵ سانتی‌متر) درکشت خالص کنجد به‌دست آمد (جدول ۴). افزایش ارتفاع درکشت خالص کنجد می‌تواند به دلیل افزایش رقابت بر سر نور باشد؛ به همین دلیل، گیاه ارتفاع خود را افزایش داده است. با افزایش تراکم درکشت مخلوط عاری از علف‌های‌هرز، از میزان ارتفاع بوته کاسته شد (البته این مقدار به‌اندازه‌ای نبود که معنی‌دار شود) که دلیل آن می‌تواند افزایش رقابت بر سر آب و مواد غذایی باشد. در آزمایشی، دلیل عدم افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب را احتمالاً محدودیت تولید مواد فتوسنتزی بر اثر محدودیت آب و عناصر غذایی دانستند (Moll & Kamparth, 1997). همچنین در مطالعه دیگری، یکی از دلایل کاهش ارتفاع بوته گیاهان در مخلوط بالگوم‌ها را به رقابت شدید برای جذب نیتروژن توسط گونه غیر لگوم نسبت دادند (Abou- Hussein *et al.*, 2005).

تعداد کپسول در هر بوته کنجد

بین نسبت‌های مختلف کاشت، دو سطح وجین و عدم وجین و اثر متقابل آن‌ها از نظر تعداد کپسول در هر بوته کنجد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳) و تیمارهای وجین شده، تعداد کپسول بالاتری نسبت به تیمارهای عدم وجین داشتند. بیشترین تعداد کپسول در هر بوته (۱۱۳/۶۵ کپسول)، در کشت مخلوط عاری از علف هرز ۵۰ درصد: ۵۰ درصد و کمترین آن (۱۲ کپسول) در کشت خالص عدم وجین کنجد حاصل شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد

Table 3. Analysis of variance (mean squares) of sesame morphological characteristics, yield and yield components

S.O.V	df	Plant height	Number of capsules per plant	Number of grains per capsule	1000 grain weight	Grain yield	Biological yield	.Harvest index
R	3	3.25^{ns}	0.76^{ns}	1.43^{ns}	3.56^{*}	1.51^{ns}	1.26^{ns}	2.67^{ns}
A	3	2.24^{ns}	14.57^{**}	2.39^{ns}	1.19^{ns}	5.34^{*}	16.34^{**}	3.50^{*}
E(a)	9	176.38	75.17	16.93	0.015	102147.73	1119631.1	13.88
B	1	331.29^{**}	506.61^{**}	151.01^{**}	31.77^{**}	612.09^{**}	769.11^{**}	31.99^{**}
AB	3	$4/18^{*}$	10.6^{7**}	2.01^{ns}	0.96^{ns}	4.82^{*}	9.19^{**}	0.33^{ns}
(b)E	12	107.82	73.23	16.46	0.016	100786.19	930503.3	13.59
CV	-	6/96	17.40	5.7	4.36	18.23	15.02	15

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری. R: تکرار، A: عامل اصلی(نسبت‌های مختلف کشت مخلوط)، B: عامل فرعی (دو سطح وجین و عدم وجین) AB: اثر متقابل عامل اصلی و عامل فرعی، E(a): خطای عامل اصلی، E(b): خطای عامل فرعی و CV: ضریب تغییرات.

* ،** and ns: significant at 1& and 5% of probability levels and non significant, respectively. R: replication, A: main factor (different ratios of intercropping), B: sub factor (presence and absence of weed control), AB: interaction effect between main factor and sub factor, E (a): main factor error, E (b): sub factor error and cv: coefficient of variation.

جدول۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کاشت، کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز بر صفات مورد ارزیابی گیاه کنجد. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند. W1: کنترل علف‌های‌هرز ، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

Table 4. Mean comparison of the interaction effects of planting ratios and weed control treatments on the studied traits of sesame. Means with similar letters in each column have not significant different based on Duncans' test. W1: weed free, W2: weed infested.

Treatment	Plant height (cm)	Number of capsules per plant	Grain yield (kg/h)	Biological yield (kg/h)
Sesame monoculture (W1)	$198/35^{a}$	79.6^{b}	3822^{a}	14697^{a}
Sesame monoculture (W2)	111.25^{c}	12^{d}	362.2^{c}	2212.2^{c}
50% cowpea: 50% Sesame (W1)	181.05^{b}	113.65^{a}	3172.1^{b}	10572.1^{b}
50% cowpea: 50% Sesame (W2)	125.60^{c}	18.3^{d}	385^{c}	1585^{c}
65% cowpea: 65% Sesame (W1)	178.8^{b}	76.3^{bc}	2841.3^{b}	9766.2^{b}
65% cowpea: 65% Sesame (W2)	111.91^{c}	14.35^{d}	307.6^{c}	1282.6^{c}
80% cowpea: 80% Sesame (W1)	172^{b}	63.75^{b}	2682.2^{b}	9557.2^{b}
80% cowpea: 80% Sesame (W2)	115.05^{c}	15.45^{d}	355.2^{c}	1680.2^{c}

همچنین در بین تیمارهای عدم وجین علف‌های‌هرز نیز کشت مخلوط ۵۰ درصد: ۵۰ درصد؛ بیشترین تعداد کپسول را دارا بود که نشان از توانایی کشت مخلوط در مقابله با علف‌های‌هرز داشت (جدول ۴). در تیمارهای کشت مخلوط عاری از علف‌های‌هرز، با افزایش تراکم، تعداد کپسول در هر بوته کنجد کاهش یافت که دلیل این امر می‌تواند افزایش رقابت بر سر آب و مواد غذایی و محدود شدن فضای رشدی باشد. همچنین طبق گزارش Koocheki *et al.* (2017)، در تراکم‌های کم به دلیل وجود فضای کافی رشد، رویشی بیشتری می‌شود و ماده خشک بیشتری برای شاخه زایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. همچنین از سوی

دیگر در تراکم‌های کم، گل‌های بیشتری تبدیل به کپسول می‌شوند و در نهایت، تعداد کپسول باقی‌مانده در زمان برداشت نیز بیشتر می‌شود. نتایج تحقیق Koocheki *et al* (2016a) نشان داد که بیشترین تعداد کپسول در هر بوته در سال اول کشت (۳۵ کپسول) در تیمارهای کنترل‌شده علف‌های‌هرز کشت مخلوط ۱:۱ (۵۰ درصد ماش سبز: ۵۰ درصد کنجد) و کشت خالص به دست آمد. در سال دوم نیز بیشترین تعداد کپسول در هر بوته (۹۷ کپسول) در تیمار کنترل‌شده کشت مخلوط ۳:۱ (۲۵درصد ماش سبز: هفت درصد کنجد) مشاهده شد. در بین تیمارهای کنترل نشده علف‌های‌هرز نیز تیمار کشت خالص کنجد، کمترین تعداد کپسول در هر بوته (نه کپسول) را در مقایسه با سایر تیمارها در سال دوم دارا بود. Ghale Noyee *et al* (2017) در پژوهشی که در رابطه با کشت مخلوط کنجد و لوبیا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بیشترین تعداد کپسول در بوته در تیمار ۵۰ درصد لوبیا: ۵۰ درصد کنجد با میانگین ۳۰/۸۸ عدد به دست آمد.

تعداد دانه در کپسول کنجد

ازنظر تعداد دانه در کپسول، بین نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت و دو سطح وجین و عدم وجین، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما بین دو سطح وجین و عدم وجین در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در تیمارهای عدم کنترل علف‌های‌هرز، تعداد دانه در کپسول کاهش یافت وبیشترین آن (۷۹/۹۹) در تیمار وجین شده و کمترین آن (۶۲/۵۶) در تیمار عدم وجین مشاهده شد. چون گیاه در تیمارهای عدم وجین، تحت رقابت بسیار شدید با علف‌های‌هرز قرار دارد، بیشتر ماده خشک تولیدی خود را صرف قسمت‌های دیگر (ساقه برای رسیدن به نور) خود می‌کند؛ در نتیجه تعداد دانه و وزن دانه کاهش خواهد یافت. نتیجه تحقیق Koocheki *et al* (2016a) نشان داد که تیمارهای وجین شده، تعداد دانه در هر کپسول بالاتری نسبت به تیمارهای عدم وجین داشتند (جدول ۵).

جدول۵- مقایسه میانگین اثر دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز بر صفات مورد ارزیابی گیاه کنجد

Table 5. Mean comparison of the effects of different weed control treatments on studied traits of sesame

Treatment	Number of capsules per plant	1000-grain weight (g)	Harvest index
1W	79.99[a]	3.04[a]	28.26[a]
2W	62.56[b]	2.79[b]	20.89[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند. W1: کنترل علف‌های‌هرز ، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncans' test. W1: weed free, W2: weed infested.

وزن هزار دانه کنجد

از نظر وزن ۱۰۰۰ دانه، بین نسبت‌های مختلف کشت و اثر متقابل نسبت‌های مختلف کاشت و دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما در رابطه با اثرات تیمارهای وجین و عدم وجین در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در تیمارهای عدم کنترل علف‌های‌هرز، وزن ۱۰۰۰ دانه کاهش نشان یافت که این امر می‌تواند به دلیل افزایش رقابت با علف‌های‌هرز و کاهش مواد غذایی، آب و نور قابل‌استفاده برای گیاه باشد (جدول ۵). نتیجه اغلب آزمایش‌های انجام‌شده حاکی از آن بود که وزن ۱۰۰۰ دانه، به‌عنوان یکی از اجزایی است که بیشتر تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی قرار دارد تا فاکتورهای محیطی؛ بنابراین تنش‌های زراعی و محیطی، قادر به کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه از یک مقدار مشخصی نخواهند بود؛ گزارش‌های زیادی تصدیق‌کننده این امر است (Hornok, 1992; Dory, 2006; Rabiee & Jilani, 2015).

عملکرد دانه و زیستی کنجد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که

بین نسبت‌های مختلف کاشت در سطح پنج درصد، بین تیمارهای وجین عدم وجین علف‌های‌هرز در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت، اما از نظر عملکرد زیستی در کلیه موارد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). با کنترل علف‌های‌هرز، میزان عملکرد دانه و زیستی در تمامی تیمارها افزایش پیدا کرد. کشت خالص کنجد عاری از علف‌های‌هرز، بیشترین عملکرد دانه (۳۸۲۲ کیلوگرم در هکتار) و بیشترین عملکرد زیستی (۱۴۶۹۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمار ۶۵ درصد: ۶۵ درصد عدم وجین، کمترین عملکرد دانه (۳۰۷/۶ کیلوگرم در هکتار) و زیستی (۱۲۸۲/۶ کیلوگرم در هکتار) را دارا بودند. دلیل کاهش عملکرد دانه و زیستی کنجد در بین تیمارهای کشت مخلوط، کاهش تعداد بوته‌های این گیاه در نسبت‌های کشت مخلوط بود؛ البته تیمار کشت مخلوط عدم وجین ۵۰ درصد: ۵۰ درصد (۳۸۵ کیلوگرم در هکتار)، با وجود دارا بودن تعداد بوته کمتر، عملکرد دانه بیشتری را نسبت به کشت خالص عدم وجین کنجد (۳۶۲/۲ کیلوگرم در هکتار) دارا بود که این امر نشان از توانایی کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز داشت (جدول ۴). طی بررسی کشت‌های مخلوط کنجد: نخود و کنجد: لوبیا مشاهده شد که بیشترین عملکرد زیستی کنجد درکشت خالص به دست آمد و کاهش عملکرد کنجد در شرایط مخلوط، به کاهش تراکم کنجد نسبت داده شد (Pour Amir *et al*., 2010; Aminifar *et al*., 2016). گزارش‌های زیادی مبنی بر افزایش عملکرد گیاهان در سیستم کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی وجود دارد(Mushagalusa *et al*., 2008; Dai *et al*., 2013).

شاخص برداشت کنجد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین نسبت‌های مختلف کاشت در سطح پنج درصد و دو سطح وجین و عدم وجین در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما بین اثر متقابل نسبت‌های مختلف کاشت و دو سطح وجین و عدم وجین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). شاخص برداشت ،یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی است که بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست. شاخص برداشت در تیمارهای وجین شده (۲۸/۲۶) بالاتر از تیمارهای عدم وجین (۲۰/۸۹) بود (جدول ۵)؛ این امر می‌تواند به دلیل افزایش رقابت با علف‌های‌هرز و کاهش مواد غذایی، آب و نور قابل‌استفاده برای گیاه در بین تیمارهای عدم وجین باشد. به همین دلیل، گیاه انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به سمت دانه را کمتر می‌کند و بیشتر آن را صرف بخش‌ها دیگر می‌کند.

طول بوته لوبیا چشم‌بلبلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس طول بوته نشان داد که اختلاف میان نسبت‌های مختلف کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اختلاف دو سطح وجین و عدم وجین معنی‌دار نشد ولی اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۶). بیشترین طول بوته (۲۳۷/۳۸ سانتی‌متر) درکشت مخلوط عدم وجین ۵۰ درصد: ۵۰ درصد و کمترین ارتفاع بوته (۱۲۱/۵۰ سانتی‌متر) درکشت مخلوط عاری از علف‌هرز ۶۵ درصد: ۶۵ درصد مشاهده شد (جدول ۷). در کرت‌های عدم وجین، به دلیل افزایش رقابت برای جذب نور، گیاه بر طول خود می‌افزاید. همچنین در تیمارهای عدم وجین، نوری که به کف کانوپی می‌رسد، کم می‌شود و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع زیاد می‌شود و از طرف دیگر، تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که مجموعه این عوامل می توانند باعث افزایش طول میان گره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش طول بوته شود (Rezvani Moghadam & Nassiri Mohlati, 2003). Lak *et al* (2005) اعلام کرده‌اند که رقابت با علف‌های‌هرز، سبب افزایش ارتفاع لوبیا شد؛ ارتفاع لوبیا سفید با تجمع وزن خشک علف‌های‌هرز همبستگی ندارد (Malik *et al*., 1993).

تعداد غلاف در بوته لوبیا چشم‌بلبلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که

بین نسبت‌های مختلف کاشت، دو سطح وجین و عدم وجین و اثر متقابل آن‌ها از نظر تعداد غلاف در هر بوته برای گیاه لوبیا چشم‌بلبلی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). تیمارهای وجین شده، تعداد غلاف بالاتری نسبت به تیمارهای عدم وجین داشتند. بیشترین تعداد غلاف (۲۲/۷۹) درکشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی عاری از علف‌هرز و کمترین تعداد غلاف (۵/۷۵) درکشت مخلوط عدم وجین ۸۰ درصد: ۸۰ درصد تولید شد. (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه لوبیا چشم‌بلبلی

Table 6. Analysis of variance of the morphological traits, yield and yield components of cowpea

S.O.V	df	Plant height	Number of pods per plant	Number of seeds per pod	100 grain weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index
R	3	1.44^{ns}	3.42^{ns}	1.31^{ns}	2.41^{ns}	7.25^{**}	17.40^{**}	6.80^{**}
A	3	8.58^{**}	22.35^{**}	2.59^{ns}	3.29^{ns}	78.57^{**}	120.74^{**}	0.70^{ns}
E(a)	9	1368.5	6.37	0.94	3.61	238339.40	1723302.3	6.84
B	1	2.43^{ns}	70.50^{**}	0.15^{ns}	13.52^{**}	71.64^{**}	122.94^{**}	1.86^{ns}
AB	3	6.04^{*}	9.99^{**}	1.05^{ns}	0.26^{ns}	24.93^{**}	41.87^{**}	0.52^{ns}
(b)E	12	538.97	4.58	0.39	0.82	106180.46	429427.7	19.32
CV	-	14.93	18.83	8.26	3.96	18.69	14.80	10.95

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار. R: تکرار، A: عامل اصلی(نسبت‌های مختلف کشت مخلوط)، B: عامل فرعی (دو سطح وجین و عدم وجین)، AB: اثر متقابل عامل اصلی و عامل فرعی، E(a): خطای عامل اصلی، E(b): خطای عامل فرعی و CV: ضریب تغییرات.

*، ** and ns: significant at 1% and 5% of probability levels and ns are not significant, respectively. R: replication, A: main factor (different ratios of intercropping), B: sub factor (presence and absence of weed control), AB: interaction effect between main factor and sub factor, E (a): main factor error and E, (b): sub factor error and cv: coefficient of variation.

جدول۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کاشت، کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز بر صفات مورد ارزیابی گیاه لوبیا چشم‌بلبلی.

Table 7. Mean comparison of the interaction effects of planting ratios, control and non-weed control on evaluated characteristics of cowpea.

Treatment	Plant height (cm)	Number of pods per plant	Grain yield (kg/h)	
Cowpea monoculture (W1)	197.45^{b}	22.79^{a}	4608.9^{a}	11708.9^{a}
Cowpea monoculture (W2)	$146.49b^{c}$	9.3^{cd}	1927.2^{b}	4727.2^{b}
50% cowpea: 50% Sesame (W1)	$153.05b^{c}$	13.8^{b}	1462.7^{bcd}	3787.7^{bc}
50% cowpea: 50% Sesame (W2)	237.38^{a}	10.57^{bcd}	1275.6^{cde}	3400.6^{c}
65% cowpea: 65% Sesame (W1)	121.50^{c}	11.4^{bc}	1351.3^{cde}	3426.3^{c}
65% cowpea: 65% Sesame (W2)	138.18^{c}	7.15^{de}	923.8^{de}	3223.8^{d}
80% cowpea: 80% Sesame (W1)	138.85^{c}	10.2^{cd}	1500.7^{bc}	$3925.7c^{d}$
80% cowpea: 80% Sesame (W2)	148.85^{bc}	5.75^{e}	896.7^{e}	2121.7^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند. W1: کنترل علف‌های‌هرز ، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

Means with the same letters in the same column are not significantly different based on Duncans' test. W1: weed free, W2: weed infested.

با افزایش تراکم در کشت مخلوط، هم در کرت‌های وجین شده و هم در کرت‌های عدم وجین، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. دلیل این امر می‌تواند افزایش رقابت و کاهش منابع محیطی (آب، نور و مواد غذایی) در تراکم‌های بالا باشد. همچنین دلیل کاهش تعداد غلاف لوبیا چشم‌بلبلی درکشت مخلوط عاری از علف هرز، می‌تواند افزایش ارتفاع کنجد و سایه‌اندازی (افزایش رقابت بین‌گونه‌ای) بر روی آن باشد که مانع از رسیدن نور کافی به لوبیا چشم‌بلبلی شد؛ در نتیجه سبب کاهش گل‌های باور شد. نتایج تحقیق Koocheki *et al.* (2009) نشان داد که با توجه به همبستگی مثبت عملکرد با تعداد غلاف در بوته، به

نظر می‌رسد که کاهش تعداد غلاف در گیاه که خود ناشی از کاهش تعداد گل‌های بارور حاصل افزایش رقابت بین‌گونه‌ای درکشت مخلوط ذرت و لوبیا است، کاهش عملکرد لوبیا را موجب می‌شود. بالاتر بودن تعداد غلاف درکشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط در مخلوط ذرت: لوبیا و آفتاب‌گردان: کنجد: لوبیا توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Chandel *et al*., 1987; Pilbeam *et al*., 1994; Koocheki *et al*., 2016b).

تعداد دانه در هر غلاف لوبیا چشم‌بلبلی

بین نسبت‌های مختلف کاشت، دو سطح وجین و عدم وجین و اثر متقابل آن‌ها از نظر تعداد دانه در غلاف لوبیا چشم‌بلبلی، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). تعداد دانه در غلاف از طریق ژنتیکی کنترل می‌شود (Shibles & Weber, 1996) و محیط اثر زیادی روی آن ندارد. افراد دیگری نیز عقیده دارند که محیط اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف ندارد (Alizadeh *et al*., 2010; Jafari *et al*., 2000; Carruthers *et al*., 2010).

وزن ۱۰۰ دانه لوبیا چشم‌بلبلی

از نظر وزن ۱۰۰ دانه لوبیا بین نسبت‌های مختلف کاشت و اثر متقابل نسبت‌های مختلف کاشت و دو سطح وجین و عدم وجین علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما اثرات تیمارهای وجین و عدم وجین معنی‌دار شد (جدول ۶). وزن ۱۰۰ دانه در تیمارهای وجین شده (۲۳/۵۳) بالاتر از تیمارهای عدم وجین (۲۲/۳۵) بود (جدول ۸). همان‌طور که در کنجد گفته شد، وزن دانه یکی از اجزایی است که بیشتر تحت تأثیر فاکتورهای ژنتیکی است تا فاکتورهای محیطی و بنابراین تنش‌های زراعی و محیطی قادر به کاهش وزن ۱۰۰ دانه از یک مقدار مشخصی نخواهند بود.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر وجین و عدم وجین بر وزن ۱۰۰ دانه گیاه لوبیا چشم‌بلبلی

Table 8. Mean comparison of the effects of weed control treatments on 100-seed weight of cowpea plant

Treatment	100-grain weight (g)
1W	23.53[a]
2W	22.35[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن ندارند. W1: کنترل علف‌های‌هرز، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

Means with the same letters are not significantly different based on Duncans' test. W1: weed free, W2: weed infested.

عملکرد دانه و زیستی لوبیا چشم‌بلبلی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد بین نسبت‌های مختلف کاشت، دو سطح وجین و عدم وجین و اثر متقابل آن‌ها ازنظر عملکرد دانه و زیستی لوبیا چشم‌بلبلی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶). تیمارهای وجین شده، عملکرد دانه و زیستی بالاتری را نسبت به تیمارهای عدم وجین داشتند. کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی عاری از علف‌هرز، بیشترین عملکرد دانه (۴۶۰۸/۹ کیلوگرم در هکتار) و زیستی (۱۱۷۰۸/۹ کیلوگرم در هکتار) و کشت مخلوط عدم وجین ۸۰ درصد: ۸۰ درصد، کمترین عملکرد دانه (۸۹۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و زیستی (۲۱۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار) را دارا بودند (جدول ۷). دلیل کاهش بیش از حد عملکرد در کشت مخلوط، علاوه بر کم‌تر بودن تعداد بوته، می‌تواند افزایش رقابت بین گونه‌ای نیز باشد. ارتفاع زیاد کنجد که مانع از رسیدن نور کافی به گیاه لوبیا چشم‌بلبلی شد، کاهش عملکرد آن را نیز موجب گشت، به‌طوری‌که عملکرد درکشت خالص عدم وجین بیشتر از نسبت‌های کشت مخلوط وجین بود. Rostami *et al.* (2009)، علت افزایش عملکرد لوبیا درکشت خالص نسبت به تیمارهای کشت‌های مخلوط را عدم رقابت لوبیا با ذرت در کشت خالص بر سر جذب نور دانستند که این امر باعث افزایش جذب نور به‌وسیله کانوپی لوبیا و در نتیجه بهبود فتوسنتز شد و در نهایت افزایش عملکرد

اقتصادی لوبیا را به دنبال داشت. گزارش‌های زیادی مبنی بر کاهش عملکرد در الگوهای مخلوط نسبت به کشت خالص وجود دارد (Pandita *et al*., 2000; Agegnehu *et al*., 2006; Ghosh *et al*., 2006).

شاخص برداشت لوبیا چشم‌بلبلی

بین نسبت‌های مختلف کاشت، دو سطح وجین و عدم وجین و اثر متقابل آن‌ها از نظر شاخص برداشت لوبیا چشم‌بلبلی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی است که بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست (درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن). صفت شاخص برداشت، توسط عوامل ژنتیک و محیطی کنترل می‌شود ،اما نقش عوامل ژنتیک در کنترل این صفت به مراتب بیشتر است (Zecevic & Knezevic, 1997).

نسبت برابری زمین کشت مخلوط

نسبت برابری زمین در تمامی تیمارها بالاتر از یک شد. به‌طورکلی تیمارهای عدم وجین، نسبت برابری زمین بالاتری را نسبت به تیمارهای وجین داشتد (جدول ۱۰). بیشترین نسبت برابری زمین (با ۱/۷۲) در کشت مخلوط عدم وجین ۵۰ درصد: ۵۰ درصد مشاهده شد که نشان‌دهنده توان کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز است و کمترین نسبت برابری زمین (با ۱/۰۴) در کشت مخلوط عاری از علف هرز ۶۵ درصد: ۶۵ درصد و کشت مخلوط ۸۰ درصد: ۸۰ درصد به دست آمد. در بین تیمارهای عاری از علف‌های‌هرز، کشت مخلوط ۵۰ درصد: ۵۰ درصد (با ۱/۱۵) بیشترین نسبت برابری زمین را دارا بود (جدول ۹). این نتایج ناشی از استفاده کارآمدتر از منابع محیطی، افزایش تنوع و کنترل بهتر علف‌های‌هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی است (Knudsen *et al*., 2004; Banik *et al*., 2006; 2009; Makinde *et al*., Koocheki *et al*., 2010)

در آزمایشی به‌منظور بررسی اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و لوبیا مشخص شد که عملکرد کنجد و لوبیا در کشت خالص نسبت به سایر ترکیب‌های کشت مخلوط بیشتر بود، با این وجود، بیشترین نسبت برابری زمین در تیمارهای مربوط به کشت مخلوط مشاهده شد؛ این امر امکان بهره‌برداری بیشتر از واحد سطح را درکشت مخلوط نشان می‌دهد. مقایسه بین روش کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی نیز نشان می‌دهد که درکشت مخلوط جایگزینی، نسبت برابری زمین بیشتری به‌دست آمد و در نتیجه بهره‌وری بیشتر از زمین حاصل آمد (Ghale Noyee *et al*., 2017). در آزمایش دیگری در رابطه با کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی نشان داده شد که بالاترین شاخص‌های نسبت برابری زمین (RLE) و کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL) برای مخلوط ۵۰:۵۰ کنجد: لوبیا چشم‌بلبلی بود که این امر نشان‌دهنده مزیت این مخلوط در استفاده از منابع محیطی در مقایسه با دیگر نسبت‌های کشت مخلوط بود (Aminifar *et al*., 2016). همچنین نتایج آزمایش دیگری نشان داد که مخلوط کنجد با گیاه بادام‌زمینی نسبت به کاشت تنهای بادام‌زمینی سودآورتر بود و نسبت برابری زمین (LER) از ۱/۲۲ تا ۱/۵۰ متغیر بود و مقادیرLER الگوی ۲:۲ از الگوی ۳:۱ (۳ بادام‌زمینی : ۱ کنجد) بیشتر بود. همچنین بیشترین مقدار LER در الگوی ۲:۲ و بالاترین میزان کود نیتروژن (۱۷۸/۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به‌دست آمد(Abdel-Ghany, 2014 Abdel-Galil &). Kumar *et al* (2017) با مطالعه کشت مخلوط کنجد، لوبیا چشم‌بلبلی و ماش به این نتیجه رسیدند که نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص، افزایش یافت و الگوی کشت ۲:۳ (۳ کنجد: ۲ ماش) بیشترین نسبت برابری زمین را دارا بود. همچنین الگوی کاشت ۲:۳ (۳ کنجد: ۲ لوبیا چشم‌بلبلی) از الگوی کاشت ۲:۱ (۱ کنجد: ۲ لوبیا چشم‌بلبلی) نسبت برابری زمین بالاتری دارد.

افزایش بیش‌ازحد نسبت برابری زمین درکشت مخلوط با عدم وجین تیمار ۵۰٪ کنجد: ۵۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی در مقایسه با دیگر نسبت‌های کشت مخلوط می‌تواند به‌دلیل کمتر آلوده شدن این تیمار به گیاه تاتوره باشد همچنین کشت خالص کنجد، به‌دلیل این‌که هم

آلودگی تاتوره زیاد بود و هم از توانایی کنترل علف هرز کمتری برخوردار بود، سبب کاهش بیش از حد عملکرد شد، به‌طوری‌که عملکرد در نسبت‌های کشت مخلوط، با وجود کاهش سطح زیر کشت کنجد، تقریباً برابر یا بیشتر از کشت خالص بود؛ همین عامل سبب افزایش نسبت برابری زمین جزئی کنجد درکشت مخلوط عدم وجین شد.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان داد که سیستم‌های کشت مخلوط با ایجاد حالت مکملی بین گیاهان، کاهش منابع قابل دسترس برای علف‌های‌هرز و همچنین ایجاد تداخل در رشد رویشی آن‌ه،ا باعث کاهش وزن خشک و تراکم علف‌های‌هرز به‌خصوص نسبت به کشت خالص کنجد می‌شوند. در این آزمایش،بررسی اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز نشان داد که کشت خالص کنجد، بیشترین تراکم و وزن خشک علف‌هرز را داشت و در بین نسبت‌های کشت مخلوط و کشت خالص لوبیا تفاوت معنی‌داری از نظر تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز وجود نداشت. (البته نباید فراموش شود که کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز ایستاده همچون تاتوره، توانایی از خودش نشان نداده است). از طرفی با مقایسه نسبت‌های مختلف کاشت مشخص شد که تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد: ۵۰ درصد در بسیاری از صفات مورد ارزیابی نسبت به دیگر نسبت‌های کاشت به‌خصوص کشت خالص برتری داشت. در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود و این نسبت در تیمارهای عدم وجین بالاتر از تیمارهای وجین بود. همچنین کشت مخلوط ۵۰ درصد: ۵۰ درصد، هم در شرایط وجین و هم عدم وجین، بالاترین نسبت برابری زمین را دارا بود. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط به دلیل استفاده بهتر از منابع محیطی، سبب پایداری و افزایش عملکرد، بهبود چرخه عناصر غذایی در خاک، افزایش تنوع و کنترل بهتر علف‌های‌هرز می‌شود.

جدول ۹- اثر نسبت‌های کاشت، کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز کشت مخلوط بر نسبت برابری زمین جزئی و کل کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی

Table 9. Effect of planting ratios and weed control treatments in intercroppingon partial and total land equivalent ratios of sesame and cowpea

Treatment	Slight Sesame LER	Slight cowpea LER	Intercropping LER
50% cowpea: 50% Sesame (W1)	0.32	0.83	1.15
50% cowpea: 50% Sesame (W2)	0.62	1.10	1.72
65% cowpea: 65% Sesame (W1)	0.29	0.75	1.04
65% cowpea: 65% Sesame (W2)	0.46	0.88	1.34
80% cowpea: 80% Sesame (W1)	0.34	0.70	1.04
80% cowpea: 80% Sesame (W2)	0.49	1.05	1.54

W1: کنترل علف‌های‌هرز، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

W1: weed free, W2: weed infested.

جدول۱۰- اثر وجین و عدم وجین در کشت مخلوط بر نسبت برابری زمین جزئی و کل کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی

Table 10- Effect of weeding and no weeding in intercropping on partial and total land equivalent ratios of sesame and cowpea

Treatment	Slight Sesame LER	Slight cowpea LER	Intercropping LER
W1	0.76	0.31	1.07
W2	1.01	0.52	1.53

W1: کنترل علف‌های‌هرز، W2: عدم کنترل علف‌های‌هرز.

W1: weed free, W2: weed infested.

REFERENCES

1. Abou-Hussein, S. D., Salman, S. R., Abdel-Mawgoud, A. M. R. & Ghoname, A. A. (2005). Productivity, quality and profit of sole or intercropped green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. *Journal of Agronomy*, 4(2), 151-155.
2. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25(3), 202-207.
3. Alizadeh, Y., Koocheki, A. & Nasiri Mahallati, M. (2010). Investigating of growth characteristics, yield, yield components and potential weed control in intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and vegetative sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 2(3), 383-397. (In Persian)
4. Aminifar, J., Ramroudi, M., Galavi, M. & Mohsenabadi, G. R. (2016). Assessment of sesame-cowpea intercrops function by competition indices. *Research in Crop Ecosystems*, 3(1-2), 1-9. (In Persian)
5. Abdel-Galil, A. M. & Abdel-Ghany, R. E. A. (2014). Effect of groundnut–sesame intercropping and nitrogen fertilizer on yield, yield components and infection of root–rot and wilt diseases. *International Journal of Plant & Soil Science*, 3(6), 623-643.
6. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. & Ghose, S. S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24(4), 325-332.
7. Beddington, J. R., Asaduzzaman, M., Clark, M. E., Bremauntz, A. F., Guillou, M. D., Howlett, D. J. B., Jahn, M. M., Lin, E., Mamo, T., Negra, C., Nobre, C. A., Scholes, R. J., Van Bo, N. & Wakhungu, J. (2012). What next for agriculture after Durban? *Science*, *335*(6066), 289-290.
8. Caamal-Maldonado, J. A., Jiménez-Osornio, J. J., Torres-Barragán, A. & Anaya, A. L. (2001). The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy Journal*, 93(1), 27-36.
9. Carruthers, K., Prithiviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R. C. & Smith, D. L. (2000). Intercropping corn with soybean, lupin and forages: yield component responses. *European Journal of Agronomy*, 12(2), 103-115
10. Carvalho, M., Castro, I., Moutinho-Pereira, J., Correia, C., Egea-Cortines, M., Matos, M., Rosa, E., Carnide, E. & Lino-Neto, T. (2019). Evaluating stress responses in cowpea under drought stress. *Journal of Plant Physiology*, 153001.Chandel, A. S., Singh, V. K. & Saxena, S. G. (1987). Stability of soybean varieties for maize+soybean intercropping.*Indian Journal of Agricultural Science*, 57(3): 330-335.
11. Chikoye, D., Abaidoo, R. & Fontem, L. A. (2014). Response of weeds and soil microorganisms to imazaquin and pendimethalin in cowpea and soybean. *Crop Protection*, *65*, 168-172.
12. Corre-Hellou, G., Dibet, A., Hauggaard-Nielsen, H., Crozat, Y., Gooding, M., Ambus, P., Dahlmann, C., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. & Jensen, E. S. (2011). The competitive ability of pea–barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crops Research*, 122(3), 264-272.
13. Dai, C. C., Chen, Y., Wang, X. X. & Li, P. D. (2013). Effects of intercropping of peanut with the medicinal plant Atractylodes lancea on soil microecology and peanut yield in subtropical China. *Agroforestry Systems*, 87(2), 417-426.
14. Deveikyte, I., Kadziuliene, Z. & Sarunaite, L. (2009). Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agronomy Research*, 7(1), 239-244.
15. Dory, M. (2006). Effects of seed rate and planting dates on seed yield and yield components of *Plantago ovata* in dry farming. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(3), 262-269. (In Persian)
16. Ehlers, J. D. & Hall, A. E. (1997). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Field Crops Research*, 53(1-3), 187-204.
17. FAO, (2011). In: Kjohl, M., Nielsen, A., Stenseth, N.C. (Eds.), Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination, Rome, Italy.
18. Frison, E. A., Cherfas, J. & Hodgkin, T. (2011). Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability*, *3*(1), 238-253.
19. Food and Agriculture Organization Statistical Databases (FAOSTAT) (2015). FAOSTAT Provides Free Access to Food and Agriculture Data for Over 245 Countries and Territories and Covers All FAO Regional Groupings. Available at:http://faostat.fao.org/ [accessed December 19, 2016].

20. Ghale Noyee, S. G., Koocheki, A., Yazdi, M. T. N. P. & Jahan, M. (2017). Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(3). 588-602. (In Persian)
21. Ghosh, P. K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K. K., Painuli, D. K. & Misra, A. K. (2006). Growth, competition, yield advantage and economics in soybean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India: I. Effect of subsoiling. *Field Crops Research*, *96*(1), 80-89.
22. Gliessman, S. R. (1997). Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press 357Pp.
23. Hamzei, J. & Seyedi, M. (2015). Evaluation of the effects of intercropping systems on yield performance, land equivalent ratio, and weed control efficiency. *Agricultural Research*, 4(2), 202-207. (In Persian)
24. Haruna, I. M., Aliyu, L. & Maunde, S. M. (2013). Competative behaviour of groundnut in sesame-groundnut intercropping system under varying poultry manure rates and planting arrangement. *Sustainable Agriculture Research*, 2, 22-26.
25. Hauggaard-Nielsen, H., Ambus, P. & Jensen, E. S. (2001). Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea–barley intercropping. *Field Crops Research*, 70(2), 101-109.
26. Hornok, L. (1992). Cultivation and processing of medicinal plants. John Wiley and Sons, Chichester, UK.
27. Huang, K., Mellor, K. E., Paul, S. N., Lawson, M. J., Mackey, A. J. & Timko, M. P. (2012). Global changes in gene expression during compatible and incompatible interactions of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) with the root parasitic angiosperm *Striga gesnerioides*. *BMC Genomics*, 13(1), 402.
28. Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V. & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57-65.
29. Jafari, A. R., Ardakani, M. R., Dari, H., GIanbari, A. & Eilkaeem, N. (2010). Effect of plant spacing and plant density on yield and yield Components of two white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) promising lines in presence and absence of weeds. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(1), 34-41. (In Persian)
30. Knudsen, M. T., Hauggaard-Nielsen, H., Joernsgaard, B. & Jensen, E. S. (2004). Comparison of interspecific competition and N use in pea–barley, faba bean–barley and lupin–barley intercrops grown at two temperate locations. *The Journal of Agricultural Science*, 142(6), 617-627.
31. Kumar, D., Ardeshna, R. B., Patel, A. K. & Singh, N. (2017). Economic assessment and biological feasibility of summer sesamum based intercropping systems. *International Journal of Agricultural Sciences*, 7(7), 1332-1337.
32. Koocheki, A., Mahallati, M. N., Nourbakhsh, F. & Nehbandani, A. (2017). The effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 15(1), 31-45. (In Persian)
33. Koocheki, A., Lalehgani, B. & Najibnia, S. (2009). Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 7(2), 605-614. (In Persian)
34. Koocheki, A., Solouki, H. & Karbor, S. (2016 a). Study of ecological aspects of sesame (*Sesamum indicum* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) intercropping in weed control. *Iranian Journal of Pulses Research*, 7(2), 27-44. (In Persian)
35. Koocheki, A., Zarghani, H. & Norooziyan, A. (2016 b). Comparison of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.), sesame (*Sesamum indicum* L.) and red bean (*Phaseolus calcaratus*) under different intercropping arrangements. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(2). 226-243. (In Persian)
36. Koocheki, A., Nassiri mahallati, M., Feizi, H., Amirmoradi, S. & Mondani, F. (2010). Effect of strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and land equivalent ratio in weedy and weed free conditions. *Journal of Agroecology*, 2(2), 225-235.
37. Lak, M. R., Dorei, H. R., Ramazani, M. K. & Hadizadeh, M. H. (2005). Determination of the critical period of weed control in Chitti bean (*Phaseolus vulgaris*). *JWSS-Isfahan University of Technology*, 9(3), 161-169.
38. Makinde, E. A., Ayoola, O. T. & Makinde, E. A. (2009). Intercropping leafy greens and maize on weed infestation, crop development, and yield. *International Journal of Vegetable Science*, 15(4), 402-411.
39. Malik, V. S., Swanton, C. J. & Michaels, T. E. (1993). Interaction of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars, row spacing, and seeding density with annual weeds. *Weed Science*, 41(1), 62-68.

40. Moll, R.H. & Kamparth, E.J. (1997). Effect of population density up on agronomic traits associated with geneticincreases in yield of Maize. *Agronomy Journal*, 69: 81-84.
41. Mushagalusa, G. N., Ledent, J. F. & Draye, X. (2008). Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*, 64(2), 180-188.
42. Najeeb, U., Mirza, M. Y., Jilani, G., Mubashir, A. K. & Zhou, W. J. (2012). Sesame. In S.K. Gupta Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1: Breeding, Springer Science+BusinessMedia, LLC 2012.
43. Pandita, A. K., Shah, M. H. & Bali, A. S. (2000). Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. *Indian Journal of Agronomy*, 45(1), 48-53.
44. Pilbeam, C. J., Okalebo, J. R., Simmonds, L. P. & Gathua, K. W. (1994). Analysis of maize–common bean intercrops in semi-arid Kenya. *The Journal of Agricultural Science*, 123(2), 191-198.
45. Pour Amir, F., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A. & Ghorbani, R. (2010). Study of different patterns of sowing on yield and yield components of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Chickpea *(Cicer arietinum* L.) in additive intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(3): 393-402 (In Persian)
46. Rabiee, M. & Jilani, M. (2015). Effect of row spacing and seed rate on yield and yield component of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars in Guilan Province. *Iranian Journal of Pulses Research*, 6(1), 9-20. (In Persian)
47. Ravelombola, W. S., Shi, A., Weng, Y., Clark, J., Motes, D., Chen, P. & Srivastava, V. (2017). Evaluation of salt tolerance at germination stage in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *HortScience*, 52(9), 1168-1176.
48. Rezvani Moghadam, P. & Nassiri Mohlati, M. (2003). Effects of different harvesting dates on yield and agronomic characteristics of three forage sorghum cultivars. *Iranian Journal of Agriculture*, 34(3), 549-558. (In Persian)
49. Rostami, L., Mondani, F., Khoramdel, S., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M. (2009). Effect of various corn and bean intercropping densities on weed populations. *Weed Research Journal*, 1(2), 37-51. (In Persian)
50. Sanjani, S., Hosseini, S. M. B., Chaichi, M. & Rezvan Beydokhti, S. (2009). Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. *Iranian Journalof Field Crops Research*, 7(1): 85-95. (In Persian)
51. Shaygan, M., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H. & Peyghambari, S. A. (2008). Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. *Iranian Journal of Crop Science*, 1(37), 31-46 (In Persian)
52. Sharma, R. C. & Banik, P. (2013). Baby corn-legumes intercropping system: II weed dynamics and community structure. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 67, 11-18.
53. Shibles, R. M. & Weber, C. R. (1966). Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns 1. *Crop Science*, 6(1), 55-59.
54. Timko, M. P. & Singh, B. B. (2008). Cowpea, a multifunctional legume. In *Genomics of Tropical Crop Plants* (pp. 227-258). Springer, New York, NY.
55. Vandermeer, J. H. (1992). *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
56. Willey, R. (1979). Intercropping-its importance and research needs: Part 1. Competition and yield advantages. In *Field Crop Abstracts*, 32, 1-10.
57. Zecevic, V. & Knezevic, D. (1997). Variability and components of variance for harvest index in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetica*. 29(3), 195-202.