نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۶۳۶-۶۲۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 623-636

اثر الگوهای کشت مخلوط ردیفی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌هرز شنبلیله (*Trigonella foenum-greacum* L.) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.)

فهیمه مردانی[۱]- حمیدرضا بلوچی[۲*]- علیرضا یدوی[۲]- امین صالحی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۱۸

چکیده

به‌منظور بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف‌های‌هرز در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی شنبلیله (*Trigonella foenum-greacum* L.) با انیسون (*Pimpinella anisum* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل کشت خالص شنبلیله و انیسون، کشت مخلوط تک ردیفی، دو ردیفی و سه ردیفی شنبلیله و انیسون بدون کنترل علف‌هرز و همان تیمارها با کنترل علف‌هرز بود. صفات مورد بررسی شامل عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع و شاخص برداشت هرکدام از گیاهان در کشت خالص و مخلوط، شاخص‌های سودمندی و وزن خشک علف‌های هرز بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف از نظر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد زیستی شنبلیله با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. در گیاه انیسون نیز بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد زیستی و عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. ولی اختلاف معنی‌دار در ارتفاع بوته، تعداد چترک در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت مشاهده نشد. پایین‌ترین وزن خشک علف‌های‌هرز با ۳۵/۱۰ گرم در مترمربع در کشت مخلوط دو ردیفی مشاهده شد و بیشترین وزن خشک علف‌های‌هرز با ۷۲/۴۳ گرم در مترمربع در کشت خالص شنبلیله به‌دست آمد. ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که کشت مخلوط شنبلیله و انیسون بر کشت خالص آنها برتری دارد و کشت مخلوط تک ردیفی بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۳۹) را به‌خود اختصاص داد. همچنین کلیه مقادیر شاخص کاهش عملکرد واقعی مثبت بودند که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی هریک از گیاهان است. در کل پیشنهاد می‌گردد در مناطقی که مشکل رشد زیاد علف‌هرز را دارند کشت مخلوط تک ردیفی انیسون با شنبلیله مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، چند کشتی، علف‌هرز، کاهش واقعی عملکرد، نسبت برابری زمین

مقدمه

با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و کمبود موادغذایی، افزایش تولیدات کشاورزی بیش از پیش اهمیت می‌یابد، افزایش سطح زیرکشت و افزایش عملکرد در واحد سطح دو روش افزایش تولیدات کشاورزی محسوب می‌شوند (۲۰)، ولی راه مهم‌تر دیگری وجود دارد که بدون متحمل شدن هزینه‌های اضافی و با استفاده از آب و کود موجود بتوان تولید بیشتری نمود و آن استفاده از زمان است که شامل افزایش تولیدات کشاورزی در واحد سطح با کشت بیش از یک گیاه در یک سال زراعی می‌باشد. کشت مخلوط زمانی موفقیت‌آمیز است که مجموع رقابت بین گونه‌ای برای کسب منابع از مجموع رقابت درون گونه‌ای کمتر باشد. گیاهان در سیستم مخلوط را می‌توان طوری انتخاب کرد که یک گونه مستقیماً از تغییرات محیطی، که به‌وسیله دیگر گونه‌ها در کشت مخلوط پدید می‌آید، سود ببرد (۵ و ۱۴). کشت مخلوط به دلیل رقابت گیاهان با علف‌های‌هرز از رشد و توسعه آنها ممانعت به‌عمل می‌آورد و این امر با وجود عدم کاربرد علف‌کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم کشت منجر می‌شود. از طرفی چون مصرف سموم گیاهی در این سیستم کمتر است، میزان آلودگی محیط زیست نیز به همان نسبت تقلیل خواهد یافت (۳۴). همچنین به دلیل بروز مقاومت در برابر آفات و علف‌های‌هرز به مواد شیمیایی در کشاورزی، بشر به دنبال روش‌های جایگزین در مدیریت آفات و

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: Email: balouchi@yu.ac.ir)

علف‌های‌هرز می‌باشد (۷). کشت مخلوط یکی از روش‌ها برای کاهش علف‌های‌هرز می‌باشد.

محققان زیادی برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را بیان داشته‌اند. علیزاده و همکاران (۴) بیان داشتند که در کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با ریحان رویشی (*Ocimum basilicum* L.)، اختلاف معنی‌داری در درصد اسانس بین تیمارها مشاهده نشد، اما عملکرد اسانس در کشت خالص و کشت مخلوط چهار ریحان دو لوبیا در شرایط کنترل علف‌هرز بیشتر از همه تیمارها بود. در گیاه لوبیا نیز تعداد دانه و غلاف در بوته، عملکرد اقتصادی، عملکرد زیستی و ارتفاع بوته بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت؛ ولی تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت، تعداد شاخه در بوته و وزن صد دانه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. کمترین وزن خشک علف‌هرز در کشت مخلوط ردیفی و بیشترین وزن خشک علف هرز در کشت‌های خالص مشاهده شد. ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که تقریباً تمامی تیمارهای کشت مخلوط ریحان با لوبیا بر کشت خالص آنها برتری دارد.

بیگناه و همکاران (۶) نشان دادند که تیمار ۲۵ درصد گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و ۷۵ درصد شنبلیله بیشترین ارتفاع و عملکرد زیستی شنبلیله، بیشترین نسبت برابری زمین، کمترین درصد اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیستی گیاه گشنیز را به‌خود اختصاص داد. بیشترین ارتفاع، عملکرد زیستی، درصد و عملکرد اسانس گیاه گشنیز و کمترین عملکرد زیستی گیاه شنبلیله در تیمار ۷۵ درصد گشنیز و ۲۵ درصد شنبلیله مشاهده شد. جهانی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در کشت مخلوط عدس (*Lens culinaris* L.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) وزن خشک اندام‌های رویشی، عملکرد زیستی، وزن هزاردانه و تعداد دانه در هر چتر زیره سبز و عملکرد دانه آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مافی و موسیارلی (۱۹) اظهار داشتند که در کشت مخلوط نواری نعناع (*Mentha piperita* L.) و سویا (*Glycine max* L.) تعداد برگ در هر گره، سطح برگ، شاخص سطح برگ و وزن خشک ساقه و برگ در کشت مخلوط نعناع بیشتر بود.

در بررسی که روی کشت مخلوط نعناع و شمعدانی‌معطر (*Pelargonium graveolens*) انجام شد، مشاهده گردید که زیست توده علف‌های‌هرز در مقایسه با کشت خالص حدود ۴۰٪ کاهش یافت (۲۵). در کشت مخلوط شنبلیله با باقلا (*Vicia faba* L.) و عدس (*Lens culinaris* L.) مشاهده شد که تراکم گل جالیز (*Orobanche* sp.) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. محققان دلیل این امر را به ترشح مواد دگرآسیب از ریشه شنبلیله و تأثیر آن بر گل جالیز ذکر کردند (۱۲). سانتیاگو و پوگیو (۲۹) در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) زیست توده علف‌هرز نسبت به کشت خالص نخودفرنگی کاهش داشته و در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، مجموع زیست توده محصولات در کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به کشت خالص آنها بالاتر بود.

حبوبات به‌عنوان دومین منبع تأمین نیاز غذایی بشر در بین گیاهان زراعی از جایگاه خاصی برخوردار می‌باشند. این گیاهان به‌خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارند و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت شده و یا به‌عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۲). شنبلیله (*Trigonella foenum-greacum* L.) از خانواده Fabaceae می‌باشد که ریشه، دانه و اندام هوایی آن از لحاظ میزان متابولیت‌های ثانویه بسیار غنی است (۳۵). بذر و قسمت‌های هوایی گیاه قرن‌ها به‌عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام مورد استفاده بوده و ریشه آن دارای مواد دگرآسیب می‌باشد که این مواد از جوانه‌زنی علف‌های‌هرز جلوگیری می‌کند و بر روند رشد گیاه‌چه علف‌هرز نیز تأثیر کاهشی دارد (۱۳ و ۲۸). منشأ آن آفریقای شمالی و سواحل شرقی مدیترانه است (۱۰).

انیسون (*Pimpinella anisum* L.) به خاطر اهمیت دارویی، معروف و شناخته شده است و بومی ایران نیز می‌باشد. به‌عنوان یک ادویه دارویی برای اولین بار توسط مصریان باستان و بعداً توسط یونانی‌ها، رومی‌ها و اعراب کشت شد. این گیاه به‌واسطه داشتن اسانس فراوان در دانه مورد توجه صنایع داروسازی و بهداشتی قرار گرفته است اسانس خاصیت ضد باکتریایی دارد (۲۳ و ۳۶).

این پژوهش به‌منظور بررسی کشت مخلوط شنبلیله- انیسون تحت الگوی جایگزینی و ارزیابی پتانسیل کنترل علف‌هرزی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۰ تیمار در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه یاسوج با مشخصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۲ متر در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارها شامل: کشت خالص شنبلیله، کشت خالص انیسون، کشت مخلوط تک ردیفی، کشت مخلوط دو ردیفی و کشت مخلوط سه ردیفی بدون و با کنترل علف‌هرز بود. قبل از اجرای طرح با برداشت نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). نحوه توزیع بارندگی و دیگر ویژگی‌های آب و هوایی محل اجرای آزمایش در طول فصل رشد در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of the soil before the start of the experiment

عمق نمونه Depth sample (cm)	هدایت الکتریکی *۱۰۳ EC (dS m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (٪)	نیتروژن کل Total nitrogen (٪)	فسفر قابل جذب Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)	بافت خاک Soil texture
0-30	0.6	7.6	1.0	0.1	32.8	374	لومی رسی Loamy clay

جدول ۲- میانگین درجه‌حرارت، رطوبت نسبی و بارندگی ماهانه یاسوج در سال ۱۳۹۱

Table 2- Average temperature, relative humidity and monthly rainfall of Yasouj in 2012-2013

ماه Months	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September	مهر October	آبان November	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March
میانگین دمای ماهانه Average monthly temperatures (c)	10.05	18	22.45	25.6	25.9	23.1	18.3	12.5	5.9	3.4	5.7	10.4
میانگین رطوبت نسبی ماهانه Average monthly relative humidity (٪)	51.0	50.5	34.5	36.0	36.5	40.0	52.5	56.5	55.5	54.5	56.0	51.5
میانگین ماهانه بارندگی Average monthly rainfall (mm)	36.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.8	62.6	74.7	41.1	39.0	84.4

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک در اسفند ماه و یک دیسک سبک قبل از کاشت بود. به‌دلیل احتمال اثرات منفی مواد شیمیایی روی کیفیت مواد مؤثره و ترکیبات گیاهان دارویی، به جای مبارزه شیمیایی، از روش‌های جایگزین و بوم‌شناختی نظیر بذر گواهی شده‌ی شرکت پاکان بذر اصفهان، وجین دستی علف‌های‌هرز و کود دامی کاملاً پوسیده استفاده شد. کرت‌ها به ابعاد ۳×۲/۵ متر و هر کرت شامل ۸ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر بودند. فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و بذور دو گیاه به‌طور همزمان با تراکم یکسان (۳۳ بوته در مترمربع) در اوایل اردیبهشت کشت شدند (۹ و ۳۱). فاصله بین کرت‌ها نیز در هر بلوک ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت و عمل آبیاری به تناسب نیاز تا قبل از رسیدگی کامل محصولات ادامه داشت.

گیاه شنبلیله در تاریخ ۱۳۹۱/۵/۱۶ در مرحله رسیدگی کامل غلاف و گیاه انیسون در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۶ و در مرحله رسیدگی کامل دانه برداشت شدند. در زمان رسیدگی و برداشت هر گیاه، صفات مورد اندازه‌گیری برای شنبلیله شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت و برای انیسون نیز ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت بود. به‌منظور تعیین صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در بوته، پس از رسیدگی فیزیولوژیک ۱۰ بوته در هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند و میانگین آنها برای هر صفت محاسبه شد. البته در تیمارهای کشت مخلوط سه ردیفی بوته‌ها به گونه‌ای انتخاب شدند که دو گونه مشابه در ردیف‌های کنار هم و گونه دیگر در ردیف

مجاور را پوشش دهد. عملیات برداشت نهایی برای کلیه تیمارها زمانی صورت گرفت که تقریباً ۹۰٪ غلاف های شنبلیله به رنگ قهوه ای و ۹۰٪ چترهای انیسون خشک شده بودند. برای این منظور، پس از حذف دو خط از طرفین هر کرت، مابقی کرت‌ها جهت مقایسه عملکرد، برداشت شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های سودمندی

الف) شاخص نسبت برابری زمین (LER[1]) (معادله ۱): برای ارزیابی کشت مخلوط از این شاخص استفاده می‌گردد (۲۰).

LER= RY گونه اول + RY گونه دوم (۱)

RY= Yi/Ym

Yi= عملکرد گونه I در مخلوط

Ym= عملکرد همان گونه در تک کشتی

ب) شاخص کاهش عملکرد واقعی (AYL)[2]: این شاخص اطلاعات ارزشمندی در مورد رقابت و رفتار هرگونه در مخلوط به‌دست می‌دهد، از AYL جزیی می‌توان کاهش یا افزایش عملکرد را به‌دست آورد. طبق معادله ۲:

AYL= AYLa+AYLb (۲)

AYLa=[LER×(100/Za)-1]

AYLb=[LER×(100/Zb)-1]

Za= سهم a در کشت مخلوط

Zb= سهم b در کشت مخلوط

منظور از سهم هر گیاه درصد کشت هر گیاه در کشت مخلوط می‌باشد

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ آنالیز و سپس مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک علف‌های‌هرز

بر طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین وزن خشک کل علف‌های‌هرز از تیمار کشت خالص شنبلیله (۷۲/۴۳ گرم بر مترمربع) به‌دست آمد که این میزان با کشت خالص انیسون و مخلوط تک ردیفی و سه ردیفی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن از کشت مخلوط دو ردیفی (۳۵/۱۰ گرم بر متر مربع) حاصل شد که نسبت به کشت خالص شنبلیله و مخلوط تک و سه ردیفی به‌ترتیب حدود ۴۸/۵، ۵۴/۷ و ۴۹/۲ درصد کاهش نشان داد. به نظر می‌رسد افزایش وزن خشک کل در کشت خالص شنبلیله و مخلوط سه ردیفی به دلیل تثبیت نیتروژن بیشتر توسط گیاه شنبلیله می‌باشد که در این حالت به دلیل استفاده کمتر شنبلیله از نیتروژن معدنی موجود در خاک، نیتروژن بیشتری در اختیار علف‌هرز قرار گرفته که رشد آن را افزایش می‌دهد. همچنین عدم پوشش مناسب این گیاه در تیمار کشت خالص منجر به افزایش نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی شده و سبب رشد غیر عادی علف‌های‌هرز و افزایش زیست توده آنها می‌گردد. از طرفی در کشت مخلوط با ایجاد حالت پوششی که دو گونه زراعی بر روی سطح زمین به دلیل افزایش تراکم ایجاد می‌کنند. از رشد و جوانه‌زنی علف‌های‌هرز کاسته شده و در نهایت وزن خشک کل کاهش می‌یابد. این در حالی است که در کشت خالص انیسون به دلیل رقابت گیاه با علف‌های هرز برای جذب نیتروژن معدنی خاک وزن خشک علف‌های هرز از کشت خالص شنبلیله کمتر است (جدول ۳).

طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) کمترین زیست‌توده علف‌هرز پهن برگ و باریک برگ مربوط به تیمار کشت مخلوط دو ردیفی دو گیاه شنبلیله و انیسون بود. در کشت مخلوط جو و نخودفرنگی زیست توده علف‌هرز نسبت به کشت خالص نخودفرنگی کاهش داشته و در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز، مجموع بیوماس محصولات در کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به کشت خالص آنها بالاتر بود که دلیل این امر تجمع بیشتر نیتروژن در گیاه و رشد بیشتر نسبت به علف هرز بوده که خود باعث سرکوب نمودن جمعیت علف‌های هرز شده است به عبارت دیگر در کشت خالص علف‌های هرز از نیتروژن بیشتری نسبت به کشت مخلوط بهره برده و رشد بیشتری دارند (۲۹). در سیستم کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) کمترین وزن خشک و جمعیت علف‌هرز و بالاترین بهره‌وری کنترل علف‌هرز به‌دست آمد که دلیل این امر آسیب‌پذیری بیشتر گیاه به رقابت با علف‌های هرز در تک کشتی نسبت به کشت مخلوط بود (۱۸).

از نظر تأثیر کنترل علف‌های‌هرز بر روی عملکرد دانه در گیاه شنبلیله مشاهده گردید که عدم کنترل علف‌های‌هرز در کشت‌های تک ردیفه، دو ردیفه و سه ردیفه به‌ترتیب منجر به کاهش ۳، ۲۱ و ۱۸ درصدی عملکرد دانه گردید که نشان‌دهنده تأثیر بیشتر کشت تک ردیفه بر کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد؛ زیرا در کشت سه ردیفه مقدار نیتروژن تثبیت شده بیشتر است و علف‌های هرز رقابت کمتری برای دریافت نیتروژن معدنی خاک با گیاه زراعی دارند و درنتیجه رشد آنها افزایش می‌یابد (جدول‌های ۳ و ۵).

1- Land Equivalent Ratio
2- Actual Yield Loss

جدول ۳- مقایسه میانگین آرایش‌های مختلف کشت انیسون با شنبلیله بر وزن خشک علف‌هرز

Table 3- Mean comparison of different sowing patterns anise and fenugreek on weed dry weight

تیمار Treatment	وزن خشک کل Total dry weight ($g\ m^{-2}$)	وزن خشک پهن برگ Dry weight of deciduous ($g\ m^{-2}$)	وزن خشک باریک برگ Narrow-leaf dry weight ($g\ m^{-2}$)
کشت خالص انیسون Pure anise sowing	66.20	60.16	6.00
کشت تک ردیفی Single row cropping	64.13	54.46	9.66
کشت دوردیفی Double row cropping	35.10	30.73	4.40
کشت سه ردیفی Triple row cropping	71.33	62.56	8.76
کشت خالص شنبلیله Pure fenugreek sowing	72.43	67.90	4.53
LSD	14.34	16.33	1.83

در گیاه انیسون نیز کشت سه ردیفه در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز منجر به ۱۷ درصد کاهش عملکرد دانه نسبت به شرایط کنترل علف‌های‌هرز گردید که این مقدار کاهش نسبت به کشت‌های دو ردیفه و تک ردیفه بیشترین مقدار بود و در کشت تک ردیفه در این شرایط کاهش عملکردی مشاهده نگردید (جدول‌های ۳ و ۷).

ارتفاع گیاه

ارتفاع گیاهان تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشتی قرار نگرفتند (جدول‌های ۴ و ۶). میرهاشمی و همکاران (۲۱) نیز در بررسی کشت مخلوط زنیان (*Trachyspermum ammi*) و شنبلیله نیز مشاهده کردند که تیمارهای مختلف کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته دو گیاه نداشته است.

اجزای عملکرد شنبلیله

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر تعداد شاخه در بوته و تعداد دانه در غلاف بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی اندازه‌گیری شده در شنبلیله در کشت مخلوط با انیسون تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز

Table 4- Analysis of variance (mean square) quantitative traits measured in fenugreek mixed with anise cultivated under controlled conditions and lack of weed control

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد شاخه در بوته The number of branches per plant	تعداد غلاف در بوته The number of pod per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	16.66 ^{ns}	53.40*	81.92 ^{ns}	2.12*	0.55 ^{ns}	3897.8 ^{ns}	77.14 ^{ns}	68.77 ^{ns}
تیمار Treatment	7	9.25 ^{ns}	8.24 ^{ns}	510.14*	0.94 ^{ns}	1.25*	22022.3**	3623.9**	40.27 ^{ns}
خطا Error	14	17.72	9.52	184.21	0.56	0.37	2419.2	42.84	18.51
ضریب تغییرات (٪) C.V.(%)		12.83	16	15.13	4.66	5.57	18.74	5.28	13.13

**و* به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

**, *and ns, indicate significant at 1%, 5% and not significant respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات کمی اندازه‌گیری شده در شنبلیله در کشت مخلوط با انیسون تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز
Table 5- Compare the average quantity measured in fenugreek mixed with anise cultivation under controlled conditions and lack of weed control

	آرایش کاشت Sowing pattern	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد زیستی Biological yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g\ m^{-2}$)
بدون عملیات وجین With weed	کشت خالص Pure sowing	100.73	10.05	357.06	160.15
	کشت تک ردیفی Single row cropping	92.33	10.78	169.52	112.38
	کشت دوردیفی Double row cropping	66.27	11.12	193.10	90.07
	کشت سه ردیفی Triple row cropping	78.87	11.83	229.52	92.38
با عملیات وجین Without weed	کشت خالص Pure sowing	104.73	10.55	420.71	191.82
	کشت تک ردیفی Single row cropping	81.33	11.71	275.24	116.42
	کشت دوردیفی Double row cropping	95.40	11.29	236.67	114.04
	کشت سه ردیفی Triple row cropping	97.87	10.33	217.54	113.49
	LSD	23.76	1.06	86.12	11.42

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). در بین تیمارهای بدون علف‌هرز، کشت خالص شنبلیله دارای بالاترین تعداد غلاف در بوته (۱۰۴/۷۳ غلاف) بود. در بین تیمارهای با علف‌هرز نیز کشت خالص دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۰۰/۷۳ غلاف) بود (جدول ۵). در این تیمارها به دلیل بهره‌مندی از نور بیشتر و بهره‌برداری مطلوب‌تر از مکان تعداد غلاف بیشتر بود. نتایج تحقیق دیگر همچنین نشان داد که تعداد غلاف در بوته در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله نسبت به کشت خالص شنبلیله کمتر بود (۲۴). تونا و اوراک (۳۳) در مخلوط ماش (*Vigna radiata*) و یولاف (*Avena sativa*) همراه با افزایش نسبت ماش در مخلوط این دو محصول، افزایش در تعداد غلاف در بوته ماش را مشاهده کردند.

وزن هزار دانه در بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). بیشترین وزن در بین تیمارها در شرایط وجود علف‌های‌هرز مربوط به کشت مخلوط سه ردیفی که نسبت به کشت خالص ۱۷/۰۷ درصد افزایش داشت و در شرایط عدم وجود علف‌های‌هرز بیشترین وزن مربوط به کشت مخلوط تک ردیفی بود که نسبت به کشت خالص ۱۱ درصد افزایش داشت (جدول ۵).

در کشت مخلوط سه ردیفی شنبلیله و انیسون، رقابت داخل گونه‌ای افزایش یافته و شنبلیله در این رقابت موفق‌تر بوده و لذا مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار دانه قرار گرفته و این امر موجب افزایش وزن هزار دانه شنبلیله در این تیمار شده است. ذوالفقار و همکاران (۳۷) افزایش وزن هزار دانه کلزا (*Brassica napus*) را در کشت خالص، نسبت به سایر نسبت‌های کشت مخلوط را گزارش کردند. دهمرده (۸) بیشترین وزن هزار دانه عدس را از تیمار ۲ ردیف جو + ۴ ردیف عدس و بیشترین وزن هزار دانه جو را از تیمار ۴ ردیف جو + ۲ ردیف عدس گزارش نمود که دلیل آن را توانایی جذب بیشتر نیتروژن و مواد غذایی در این آرایش کاشت را ذکر نمود.

عملکرد دانه و عملکرد زیستی شنبلیله

از نظر عملکرد زیستی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ بین تیمارها اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴). کشت خالص شنبلیله دارای بالاترین عملکرد دانه هم در شرایط کنترل (۱۹۱/۸۲ گرم در مترمربع) و هم در شرایط عدم کنترل علف‌هرز (۱۶۰/۱۵ گرم در مترمربع) بود (جدول ۵). با توجه به اینکه بالاترین اجزای عملکردی (غلاف در بوته، دانه در غلاف) نیز مربوط به کشت خالص شنبلیله بود؛ لذا کشت خالص به‌دلیل اینکه فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار داده است عملکرد بالاتری نیز داشته است. علیزاده و همکاران (۳) نیز نشان دادند که کشت خالص لوبیا در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص لوبیا و ریحان بذری دارای بالاترین عملکرد دانه بود. کاندهرو و همکاران (۱۷) طی آزمایشی با کشت مخلوط آفتابگردان

(*Helianthus annuus*) و ماش اعلام کردند که به علت افزایش یافتن رقابت برون گونه‌ای عملکرد آفتابگردان در حالت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ۲۲٪ کاهش یافت.

در شرایط حضور علف‌های‌هرز با تغییر الگوی کاشت شنبلیله از کشت مخلوط تک ردیفی به سه ردیفی روند عملکرد دانه و زیست توده کاهشی بود، اما بین دو و سه ردیفی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که این کاهش می‌تواند به دلیل ارتفاع بیشتر و تولید کانوپی کمتر و درنتیجه فتوسنتز کمتر گیاه باشد. در شرایط بدون حضور علف‌های‌هرز نیز روند عملکرد دانه از تک ردیفی به سه ردیفی کاهشی بوده ولی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۵).

روند تغییرات عملکرد زیستی شنبلیله نشان داد که کشت خالص در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علف‌های‌هرز دارای بالاترین عملکرد بودند. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم گیاه در کشت خالص عملکرد نیز بیشتر شده است. در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های‌هرز بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، زیرا نسبت یا سهم گیاه در مخلوط‌ها ثابت بوده و فقط آرایش کاشت آنها متفاوت است (جدول ۵). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها نداشت (جدول ۴).

عملکرد و اجزای عملکرد انیسون

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات کمی انیسون (جدول ۶) بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد زیستی در سطح احتمال ۵٪ و از نظر تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه اختلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ارتفاع، تعداد چترک در بوته وزن هزار دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفتند. از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶).

علف‌های‌هرز با کم کردن تعداد شاخه‌های جانبی گیاه بر آن اثر گذاشتند و بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به تیمارهای کشت خالص (۱۲/۲۶ شاخه در بوته) و کشت مخلوط سه ردیفی (۱۲/۲ شاخه در بوته) در شرایط کنترل علف‌هرز بود (جدول ۷). حسین و همکاران (۱۵) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط نخود با سبزیجات زمستانی که در دو سال پیاپی انجام شد، بیشترین شاخه جانبی نخود در هر دو سال از کشت مخلوط این گیاه با گشنیز به‌دست آمد که دلیل آن را اثر مثبت گشنیز بر ارتفاع گیاه نخود دانستند و نشان دادند که با افزایش ارتفاع نخود تعداد شاخه جانبی آن افزایش می‌یابد.

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی اندازه‌گیری شده در انیسون در کشت مخلوط با شنبلیله تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌هرز

Table 6- Analysis of variance (mean square) measuring the quantity of anise mixed with fenugreek cultivation under controlled conditions and lack of weed control

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Height	تعداد شاخه فرعی در بوته The number of branches per plant	تعداد چتر در بوته Umbels per plant	تعداد چترک در بوته Number of umbelet per plant	تعداد دانه در بوته The number of grains per plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد زیستی Biological Yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	6.87 ns	۸/۶۹ *	0.61 ns	1.93 ns	290.31 ns	0.17 ns	2606.15 ns	40.8 ns	226.14 ns	0.02 ns
تیمار Treatment	7	16.52 ns	6.30 *	89.48 **	1.39 ns	791.24 **	0.11 ns	2497.62 *	1100.78 **	44.15 ns	1.57 **
خطا Error	14	7.01	2.18	6.16	1.60	105.77	0.07	768.98	18.49	91.43	0.06
درصد ضریب تغییرات C.V. %		6.28	14.65	12.32	10.42	8.24	11.31	32.63	8.40	24.22	12.86

**،* به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

**, * and ns, indicate significant at 1%, 5% and not significant respectively.

کشت خالص انیسون در شرایط کنترل علف‌هرز به‌خاطر وجود فضای بیشتر و استفاده مؤثرتر از عوامل محیطی بالاترین تعداد چتر یعنی ۳۰/۶ را داشت (جدول ۷). همچنین با وجودی که تیمار کشت خالص انیسون نیز دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی بود، لذا دارا بودن بالاترین تعداد چتر در این تیمار دور از انتظار نبود. میرهاشمی و همکاران (۲۱) گزارش نمودند که اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد چتر و تعداد چتر بارور در بوته بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط زنیان و شنبلیله وجود نداشت؛ اما با جابه‌جایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط چند ردیفه از عملکرد دانه هر دو گیاه کاسته می‌شود به‌طوری‌که کشت مخلوط تک ردیفی دارای عملکرد و اجزای عملکرد بیشتری نسبت به سایر آرایش‌های کاشت می‌باشد.

کاهش تعداد بوته در ردیف در تراکم کم، سبب کاهش رقابت بر سر عوامل محیطی ازجمله نور و رطوبت گردیده و بوته‌ها تعداد بیشتری دانه در بوته تولید می‌نمایند. به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در بوته انیسون (۱۵۵/۷ دانه در بوته) مربوط به تیمار کشت مخلوط سه ردیفی با کنترل علف هرز بود. علف‌های‌هرز به‌طور معنی‌داری تعداد بذر در بوته را کاهش داد، به‌طوری‌که کمترین تعداد دانه (۱۰۸/۷۳ دانه در بوته) مربوط به تیمار کشت مخلوط تک ردیفی بدون کنترل علف‌هرز بود (جدول ۷).

به نظر می‌رسد که در بین تیمارهای مختلف آزمایش، کشت مخلوط ردیفی بهترین آرایش کانوپی را برای جذب نور دارا می‌باشد در حالی‌که در کشت مخلوط نواری و کشت خالص گیاهان با سایه‌اندازی بر روی یکدیگر و رقابت درون گونه‌ای بالاتر مانع از جذب نور می‌شوند. جهانی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که در کشت مخلوط عدس و زیره سبز وزن خشک اندام‌های رویشی، عملکرد زیستی، وزن هزاردانه و تعداد دانه در هر چتر زیره سبز و عملکرد دانه آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش وزن خشک رویشی در انواع کشت مخلوط نسبت به خالص به علت توان رقابتی بالاتر زیره سبز در جذب منابع غذایی در مقایسه با عدس می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اجزای عملکرد و عملکرد انیسون در کشت مخلوط با شنبلیله تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

Table 7- Compare the average yield and its components in intercropping with anise fenugreek under controlled conditions and lack of weed control

تیمارها Treatments		تعداد شاخه فرعی در بوته The number of branches per plant	تعداد چتر در بوته Umbels per plant	تعداد دانه در بوته The number of grains per plant	عملکرد زیستی Biological yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g\ m^{-2}$)
بدون عملیات وجین With weed	کشت خالص Pure sowing	9.83	17.6	112.33	123.33	70.07	2.53
	کشت تک ردیفی Single row cropping	10.2	20.26	108.73	81.75	48.49	2.00
	کشت دوردیفی Double row cropping	8.66	12.26	135.40	63.41	36.82	1.33
	کشت سه ردیفی Triple row cropping	9.26	14.60	109.06	58.1	36.98	1.18
با عملیات وجین Without weed	کشت خالص Pure sowing	12.26	30.60	124.30	132.62	90.31	3.34
	کشت تک ردیفی Single row cropping	8.46	16.26	134.20	71.98	43.88	1.91
	کشت دوردیفی Double row cropping	9.8	21.86	119.8	58.65	38.17	1.33
	کشت سه ردیفی Triple row cropping	12.2	24.66	155.7	90.08	44.68	1.67
LSD		2.58	4.34	18.01	48.53	7.55	0.43

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده این بود که وزن هزار دانه انیسون تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۶). در شرایط مساعد محیطی گیاه قادر است تا تعداد مخزن خود را افزایش دهد. بنابراین در انتهای فصل رشد در جهت پر شدن دانه‌ها رقابت شدیدی به‌وجود می‌آید. از آن‌جایی‌که تیمارهای مختلف از لحاظ صفت وزن هزار دانه انیسون اختلاف معنی‌داری نشان ندادند می‌توان گفت گیاه در انتهای فصل رشد متحمل هیچ‌گونه رقابتی نشده است. تحقیق بر روی کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و نخود، بالا بودن وزن هزار دانه زیره سبز در تراکم کم بوته را بیانگر رقابت کمتر درون گونه‌ای در این تیمار و اثرات مثبت کشت مخلوط نخود بر پر شدن دانه بیان نمودند (۱).

برطبق جدول مقایسه میانگین صفات کمی انیسون (جدول ۷) بالاترین عملکرد دانه در بین تیمارها مربوط به انیسون خالص بدون علف (۹۰/۳۱ گرم در متر مربع) بود و از طرفی در بین تیمارهای علف‌هرزی نیز انیسون خالص با حضور علف‌هرز دارای بالاترین عملکرد دانه (۷۰/۰۷ گرم در متر مربع) بود. دلیل عملکرد بالاتر انیسون در کشت خالص را باید تراکم بالاتر انیسون در این کشت دانست. تیمار کشت مخلوط دو ردیفی بدون کنترل علف‌هرز دارای کمترین مقدار عملکرد دانه (۳۶/۸۲ گرم در متر مربع) در بین تیمارهای مختلف بود که با کشت مخلوط سه ردیفی اختلاف معنی‌داری نداشت. مشابه چنین نتیجه‌ای را جهانی و همکاران (۱۶) با بررسی ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره‌سبز و عدس بر عملکرد زیره‌سبز بیان نمودند که ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه هر دو گیاه داشتند.

ازطرفی با تغییر کاشت از کشت مخلوط تک ردیفی به کشت مخلوط سه ردیفی در شرایط حضور علف‌های‌هرز عملکرد دانه و زیست توده کاهش پیدا کرد؛ لذا دلیل بالاتر بودن عملکرد دانه در تیمار تک ردیفی را می‌توان به نزدیکتر بودن بوته‌های گیاه انیسون به بوته‌های گیاه شنبلیله و استفاده مؤثرتر از نیتروژن تثبیت‌شده توسط شنبلیله و همچنین استفاده بیشتر علف‌های هرز در کشت‌های سه ردیفی از نیتروژن باقیمانده خاک نسبت داد. تیمارهای مختلف کشت مخلوط از نظر عملکرد دانه و زیست توده در شرایط عدم حضور علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۷).

برطبق مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۶) مشخص شد که کشت خالص انیسون در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علف‌های‌هرز دارای بیشترین عملکرد زیستی به‌ترتیب (۱۲۳/۳۰ و ۱۳۲/۶۲ گرم در متر مربع) بود و کمترین عملکرد زیستی در تیمار کشت مخلوط سه ردیفی بدون کنترل علف‌های‌هرز مشاهده شد. تونا و اوراک (۳۳) در کشت مخلوط ماشک (*Vicia sativa*) با یولاف گزارش کرده‌اند که عملکرد زیستی هریک از گیاهان کشت شده در مخلوط این دو گیاه به‌طور معنی‌داری در مقایسه با کشت خالص آنها کاهش یافت. جدول تجزیه واریانس (جدول ۶) نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت قرار نگرفت.

تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط شنبلیله و انیسون بر عملکرد اسانس بذر در سطح احتمال ۱٪ داشتند. عملکرد اسانس در تیمار کشت خالص بدون علف هرز بالاترین مقدار یعنی ۳/۳۴ گرم در مترمربع را داشت و تیمار کشت مخلوط سه ردیفی با علف‌هرز کمترین مقدار عملکرد اسانس یعنی ۱/۱۸ گرم در مترمربع را داشت (جدول ۷). دلیل بالا بودن عملکرد اسانس در کشت خالص بدون علف هرز را می توان به تراکم بالاتر انیسون در این تیمار نسبت داد. لذا از آن‌جایی‌که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و همچنین عملکرد دانه می باشد، لذا به‌خاطر بالا بودن عملکرد دانه در تیمار انیسون خالص بدون علف افزایش عملکرد اسانس در این تیمار دور از انتظار نبود. علیزاده و همکاران (۴) نیز بیان داشتند که در کشت مخلوط لوبیا با ریحان رویشی، اختلاف معنی‌داری در درصد اسانس بین تیمارها مشاهده نشد؛ اما عملکرد اسانس در کشت خالص و کشت مخلوط چهار ریحان دو لوبیا در شرایط کنترل علف‌هرز بیشتر از همه تیمارها بود.

شاخص‌های سودمندی

در جدول ۸ مقایسه میانگین نسبت کل برابری زمین نشان داد که میزان این شاخص در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک و بین ۱/۰۴ تا ۱/۳۹ بود. به عبارت دیگر، ۴ تا ۳۹٪ سطح زمین بیشتری در تک کشتی نیاز است تا عملکردی مشابه کشت مخلوط به‌دست آید. درمجموع نسبت برابری زمین بالاتر از یک در این آزمایش نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در این الگوهای کشت می‌باشد. LER جزئی در شنبلیله در تمامی تیمارها (بین ۰/۱–۰/۰۵) بالاتر از انیسون بود، اما در هیچ‌کدام بالاتر از یک نبود که می‌توان چنین نتیجه گرفت که شنبلیله از کشت مخلوط با انیسون تا حدودی اثر مثبت پذیرفته است (داده‌ها ارائه نشده). نسبت برابری زمین معیاری از جذب نور در جامعه گیاهان مخلوط است. اگر میزان برابری زمین بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده بهبود جذب نور است. همچنین LER بیشتر از یک می‌تواند ناشی از کارایی مصرف نور بالاتر در مخلوط در مقایسه با کشت خالص باشد (۲۶). سانتیاگو و پوگیو (۲۹) در کشت مخلوط جو و نخودفرنگی، هرچه سهم گیاه جو در کشت مخلوط بالاتر رفت گیاه جو در رقابت با علف‌های‌هرز موفق‌تر عمل کرد و LER بالاتری نشان داد.

جدول ۸- مقایسه میانگین نسبت کل برابری زمین و کاهش عملکرد واقعی

Table 8- Compare the average of Land Equivalent Ratio and Actual Yield Loss

تیمارها Treatments		نسبت کل برابری زمین Land equivalent ratio	کاهش عملکرد واقعی Actual yield loss
بدون عملیات وجین With weed	کشت خالص Pure sowing	1.39	3.58
	کشت تک ردیفی Single row cropping	1.09	2.36
	کشت دوردیفی Double row cropping	1.10	2.42
	کشت سه ردیفی Triple row cropping	1.09	2.37
با عملیات وجین Without weed	کشت خالص Pure sowing	1.04	2.18
	کشت تک ردیفی Single row cropping	1.11	2.47
LSD		0.102	0.43

نقش اختلافات مورفولوژیک در دستیابی به LER بالاتر توسط سلیم (۲۷) در کشت مخلوط آفتابگردان و ماش، همچنین دوا و همکاران (۱۱) در کشت مخلوط سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) و لوبیا سبز گزارش شده است. سینگ (۳۲) اعلام کرد که با کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا LER به ۱/۲۵ رسید. سادی و المتولی (۳۰) طی آزمایشی اعلام کردند که با کشت مخلوط آفتابگردان و سویا (*Glycine max*) مقدار نسبت برابری زمین به ۱/۳۷ رسید.

شاخص کاهش عملکرد واقعی

در بین تیمارهای مختلف آزمایش بالاترین AYL را تیمار کشت مخلوط تک ردیفی در شرایطی که علف‌های‌هرز وجود داشتند به‌خود اختصاص داد و کمترین AYL مربوط به تیمار کشت مخلوط دو ردیفی در شرایطی که علف‌های‌هرز وجود نداشتند، بود (جدول ۸). مثبت بودن کلیه مقادیر AYL نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی هریک از گیاهان است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط در کلیه نسبت‌های ترکیب دارای رعایت اصل تولید حمایتی بود، به‌عبارت دیگر مساعدت در کلیه تیمارها وجود داشت.

احمدی و همکاران (۲) در مطالعه‌ای که بر روی ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل‌خوشه‌ای انجام داد مشاهده کردند که بیشترین میزان کاهش یا افزایش عملکرد واقعی AYL متعلق به تیمار افزایشی ۱۰۰:۱۵ می‌باشد که برابر ۷/۴۳ است و کمترین میزان این شاخص مربوط به تیمار افزایشی ۱۰۰:۴۵ است که معادل ۲/۰۶ می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد با اینکه کاهش عملکرد در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مشاهده شد، ولی در نهایت شاخص‌های مختلف ارزیابی سودمندی کشت مخلوط، سودمندی بیشتر کشت مخلوط را تأیید کردند. به نحوی که در تمام تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. لذا دست‌یابی به LER بالاتر از یک نشان می‌دهد که کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت‌های خالص از منابع محیطی، شامل نور و عناصر غذایی به‌طور مؤثرتری استفاده کرده‌اند و در رابطه اجزای کشت مخلوط مکمل هم بودند. این مزیت به دلیل وجود اختلافات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بین اجزای کشت مخلوط می‌باشد.

به نظر می‌رسد با افزایش تنوع گونه‌های زراعی و افزایش رقابت بین گونه‌های زراعی و علف‌های‌هرز، تخصیص منابع و توزیع آنها بین گونه‌های زراعی با کارایی بیشتری صورت می‌گیرد، لذا از تنوع و در نتیجه وزن خشک کل علف‌های‌هرز کاسته می‌شود. جذب بیشتر نور توسط کانوپی متراکم در کشت مخلوط و درنتیجه کاهش میزان نور رسیده به پایین کانوپی موجب کاهش رشد و جوانه‌زنی بذور علف‌های‌هرز می‌شود. در کل پیشنهاد می‌گردد در مناطقی که مشکل رشد زیاد علف‌هرز را دارند کشت مخلوط تک ردیفی انیسون با شنبلیله مناسب‌تر است.

References

1. Abasi Ali Kamar, R., Hejazi, A., Akbari, G., Kafi, M., and Zand, E. 2009. Study on different densities of cumin and chickpea intercropping with emphasis on weed control. Journal of Iranian Field Crop Research 4 (1): 83-95. (in Persian with English abstract).
2. Ahmadi, A., Dabbagh Mohammdi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, A., and Janmohammadi, H. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. Sustainable Agriculture and Production Science 20 (4): 78-87. (in Persian with English abstract).
3. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Iranian Field Crop Research 7 (2): 541-553. (in Persian with English abstract).
4. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri mahallati, M. 2011. 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.). Agroecology 2 (3): 383-397. (in Persian with English abstract).
5. Banik, B., Midya, A., Sarkar, B. K., and Ghose, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
6. Bigonah, R., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2014. Effects of intercropping on biological yield, percentage of nitrogen and morphological characteristics of Coriander and Fenugreek. Journal of Iranian Field Crop Research 12 (3): 369-377. (in Persian with English abstract).
7. Bulson, H. A. J., Snaydon, R. W., and Stopes, C. E. 1997. Effect of plant density on intercropped wheat and field beans in on organic farming system. Journal of Agricultural Science Cambridge 128: 59-71.
8. Dahmardeh, M. 2013. Intercropping Barley (*Hordeum vulgar* L.) and Lentil (*Lens culinaris* L.): yield and intercropping advantages. Journal of Agricultural Science 5: 209-213.
9. Darzi, M. T., Hadjseyed Hadi, M. R., and Rejali, F. 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26 (4): 452-435. (in Persian with English abstract).
10. Dini, M. 2005. Scientific names of plants used in traditional medicine. Research Institute of forests and pastures press. (in Persian).
11. Dua, V. K., Lal, S. S., and Govindakrishnan, P. M. 2005. Production potential and competition indices in potato-French bean intercropping system in Shimla Hills. Indian Journal of Agricultural Science 75: 321-323.
12. Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A. A., and Rubiales, D. 2008. Control of (*Orobanch crenata*) in legumes intercropping with fenugreek (*Trigonella foenum-greacum* L.). Crop Protection 27: 653-659.
13. Ghannadi, A. 2006. Iranian Herbal Pharmacopoeia. Ministry of Health. Iran. (in Persian).
14. Giller, K. E., and Wilson, K. J. 1991. Nitrogen Fixation and Tropical Cropping Systems. CAB International, Wallingford, pp: 10-120.
15. Hussain, S. A., Ali, N., Rab, A., and Hashmi, A. 2005. Intercropping effect on growth and yield of winter vegetables. Sarhad Journal Agriculture 21: 345-350.
16. Jahani, M., Koochaki, A., and Nassiri Mahalati, M. 2009. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Journal of Iranian Field Crop Research 6 (1): 67-78. (in Persian with English abstract).
17. Kandhro, M. N., Tunio, S. D., Memon, H. R., and Ansari, M. A. 2007. Growth and yield of sunflower under influence of mungbean intercropping. Pakistan Journal Agricultural Research 23: 9-13.
18. Karnataka, J. 2008. Effect of intercropped vegetables on maize and associated weeds in Maize vegetable Intercropping systems. Agricultural Science 21 (2): 159-161.
19. Maffei, J., and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in pepper mint-soybean strip-cropping. Field Crops Research 84: 229-240.
20. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran, Iran. 262 pp. (in Persian).
21. Mirhashemi, S. M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluating the benefit of Ajowan and Fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. Journal of Iranian Field Crop Research 7 (1): 269-278. (in Persian with English abstract).
22. Nezami, A., and Bagheri, A. 2009. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. Journal of Iranian Field Crop Research 3 (1): 143-155. (in Persian with English abstract).
23. Omid-Beigi, R. 1997. Findings about Production and Process of Medicinal Plants. Tarahane Nashr Publication, Iran. 424 pp. (in Persian).
24. Rajeswara Rao, B. R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of Rose-scented geranium (*Pelargonium species*) as influenced by row spacing and inter cropping with cornmint *(Mentha arrensis* L.f. piperascens Malinv.EX Holmes). Industrial Crops and Products 16: 133-144.
25. Rezvani moghadam, P., and Moradi, R. 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of Cumin and Fenugreek. Iranian Journal of Field Crop Science 43 (2): 217-230. (in

Persian with English abstract).
26. Sadrabadi Haghighi, R. 1999. Effect of supplemental irrigation and cultivation of wheat interferes with hairy vetch Dryland farming in a low input system. PhD dissertation of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research. (in Persian).
27. Saleem, R., Umar, F. M., and Ahmed, R. 2003. Bioeconomic assessment of different sunflower based intercropping systems at different geometric configurations. Pakistan Journal of Biological Sciences 6: 1187-1190.
28. Salehi Surmaghi, M. H. 2008. Medicinal plants and herbal therapy. 1: 253-254.
29. Santiago, L., and Poggio, B. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
30. Saudy, H. S., and Elmetwally, I. M. 2009. Weed management under different patterns of sunflower- soybean intercropping. Journal of Central European Agriculture 10: 41-52.
31. Sharma, S. K. 2000. Response of nitrogen and spacing on fenugreek seed production. Horticultural Journal 13 (2): 39-42.
32. Singh, J. K. 2007. Response of sunflower (*Helianthus annuus*) and French bean (*Phaseolus vulgaris*) Intercropping to different row ratios and nitrogen levels under rain fed conditions of temperate Kashmir. Indian Journal of Agronomy 52: 36-39.
33. Tuna, C., and Orak, A. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) / oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. International Journal of Agricultural and Biological Science 2: 14-19.
34. Weston, L. A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agronomy Journal 88: 860-866.
35. Xu, J. 2007. Scientists' fiend why intercropping of faba bean with maize increases yields, Available at http://www.Horizoninter national tv.org, pp: 12-19.
36. Zargari, A., 1997. Medicinal plants, Volume 3. Tehran Univ. 925 pages. (in Persian).
37. Zulfiqar, A., AsgharMalik, M., and Cheema, M. A. 2000. Studies on determining a suitable canola–wheat intercropping pattern. International Journal of Agricultural and Biological Science 2 (1): 42-44.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 3, Fall. 2015, p. 623-636

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، ص. ۶۳۶-۶۲۳

Effect of Row Intercropping Patterns on Yield, Yield Components, and Weed Control of Fenugreek (*Trigonellafoenumgreacum* L.) and Anise (*Pimpinellaanisum* L.)

F. Mardani[1]- H. R. Balouchi[2*]- A. Yadavi[2]- A. Salehi[3]

Received: 16-12-2013
Accepted: 07-02-2015

Introduction

Due to population growth and food shortage agricultural production is on increasing demand. In this order increasing cultivation area and yield per unit area are two ways of obtaining higheragricultural production (20). There is another important way that without incurring additional costs and use of water and fertilizer could result in higher production. This approach is increasing agricultural production per unit area by growing more than one crop in a year. Intercropping will be successful when competition for sources is less than competition within a species. Plants in the mixture can be chosen in a way that a species benefits from environmental changes caused by other species in mixed cultures directly (7, 15). Intercropping inhibits the growth and development of weeds and leads to increased production. Since the system will reduce the pesticide use, environmental pollution will be also less proportionally (37).

Materials and Methods

In order to evaluate the yield, yield components and potential weeds control under intercropping fenugreek and anise, an experiment was carried out based on a randomized complete block design with three replicationsat the Agricultural Research Field of Yasouj University during growing season of 2012-2013. Treatments included pure cultures of fenugreek and anise, single-row, double-row and three-tier intercropping of fenugreek and anise at no weed control and weed control conditions.

Results and Discussion

The results showed that different intercropping treatments had significant effects on pod number per plant, grain weight and grain and biological yield of fenugreek and also, on number of lateral branches, number of grains per plant and grain and biological yield of anise. There were nosignificant effects on plant height, number of lateral branches, number of grain per pod, harvest index of fenugreek, as well as plant height, number of umbel let per plant, seed weight and harvest index of anise. The lowest weed dry weight was observed in two rows intercropping and the maximum dry weight of weeds in fenugreek monoculture, respectively. Evaluation of land equivalent ratio showed that intercropping of fenugreek and anise is superior to pure culture and single-row intercropping had highest land equivalent ratio (1.39). Index values of the actual yield loss were also positive, which indicates the usefulness of mixed culture compared to monoculture of each plant. Among the different treatments tested AYL's highest were allocated by single-row intercropping treatments in the absence of weed. AYL minimum belonged to two rows intercropping treatments and without weed. All positive values of AYL indicated the utility of intercropping. Therefore it can be concluded that intercropping in all proportions, combined with the principle of protection, is benefiial. The effect of weed control on grain yield in the absence of fenugreek was observed in single-row, double and triple rows cultivation without weed control, respectively. This resulted in a decrease of 3%, 21% and 18% yield, and indicates a greater impact of single row cultivation on the weed control. It speculated that the higher nitrogen fixation under the triple rows may help higher weed growth.

Conclusions

Results showed that higher yield in treatments of intercropping compared to pure culture. Other indicators

1- M.Sc. Student of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University
2- Associate Prof. of Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University
3- Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding Department, Yasouj University
(*- Corresponding Author Email: balouchi@yu.ac.ir)

also showed the utility of intercropping, mixed farming profitability. In this study for all treatments, intercropping, and land equivalent ratio was greater than single cultivation. Thus achieving higher LER than one indicates that mixed cultures compared with pure cultures of environmental resources, such as light and nutrients more effectively used as components of mixed cultures were complementary. This advantage is due to physiological and morphological differences between the components that are in mixed cultures. It seems to increase the diversity of crop species and increases the competition between crops and weed species, more efficient allocation of resources and their distribution among crop species occurs, resulting in reduced weed infestation. Absorption of light by a dense canopy of intercropping, reduces the amount of light loss by the canopy and thus reduces weed growth and seed germination. Fenugreek and anise single-row intercropping is better than pure cropping.

Keywords: Actual yield loss, Essential oil, Land equivalent ratio, Mix crop, Weed