

تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و برخی صفات کمی و کیفی شنبلیله و آنیسون

فهیمة مردانی¹، حمیدرضا بلوچی^{2*}

تاریخ دریافت: 92/11/17 تاریخ پذیرش: 94/03/27

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج

2- عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج

*مسئول مکاتبه: E-mail: balouchi@yu.ac.ir

چکیده

کشت مخلوط در بسیاری از مناطق جهان به دلیل استفاده بهینه از منابع و افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی و زراعی اهمیت یافته است. به منظور ارزیابی تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک شنبلیله و آنیسون آزمایشی در سال زراعی 1390-1391 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص شنبلیله و آنیسون، کشت مخلوط تک ردیفی (یک ردیف آنیسون + یک ردیف شنبلیله)، دو ردیفی (دو ردیف آنیسون + دو ردیف شنبلیله) و سه ردیفی (سه ردیف آنیسون + سه ردیف شنبلیله) بدون وجین علف‌هرز و همان تیمارها با وجین علف‌هرز بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و عملکرد زیستی هر دو گونه داشتند و کشت خالص دو گونه در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علف‌های هرز دارای بالاترین عملکرد دانه و عملکرد زیستی بودند. تیمارها از لحاظ عملکرد روغن، درصد نیتروژن زیست توده و پروتئین کل دانه در شنبلیله و عملکرد روغن و عملکرد اسانس در آنیسون با همدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. نسبت برابری زمین در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک و بین 1/04 تا 1/39 بود که LER بالاتر از یک نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در این الگوهای کشت می‌باشد. در مجموع، کشت مخلوط تک ردیفی این دو گیاه نسبت به تک کشتی، با توجه به بهبود صفات کیفی و افزایش سودمندی آن پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پروتئین، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، نسبت برابری زمین

Effect of Intercropping on the Yield and Some Quantitative and Qualitative Traits of Fenugreek and Anise

Fahimeh Mardani¹, Hamidreza Balouchi^{2*}

Received: February 6, 2014 Accepted: June 17, 2015

1 MSc Student of Agronomy, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran.

2 Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran

*Corresponding Author: balouchi@yu.ac.ir

Abstract

Intercropping in many parts of the world, due to the efficient use and conservation of resources and enhance the quantitative and qualitative yield of medicinal and crop plants is important. In order to evaluate the effect of intercropping on yield and some physiological traits of fenugreek and anise in intercropping a field experiment was carried out in the agricultural research field of Yasouj University, during growing reason of 2011- 2012, as a randomized complete block design with three replications and ten treatments. Treatments included one row of fenugreek + one row of anise, two rows of fenugreek + two rows of anise, three rows of fenugreek + three rows of anise and monoculture fenugreek and anise by without weed control and weed control conditions. The results showed that intercropping treatments had significant effects on grain and biological yield of both plants and pure cultures of the two species in terms of both the presence and absence of weeds had the highest grain and biological yield. Treatments on grain and oil yield, percentage of the total protein and biomass nitrogen on fenugreek and anise essential oil and oil yield were significantly different from each other. Land equivalent ratio in all intercropping treatments was more than one and between 1.04 and 1.39, which was indicated superiority of a mixed culture than pure culture in the culture patterns. In general, single-row intercropping to monoculture, due to the improved quality traits and increase its usefulness is recommended.

Keywords: Biological Yield, Essential Oil, Grain Yield, Land Equivalent Ratio, Protein

بیولوژیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد. یکی از راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی پایدار، به کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های مختلف در زراعت می‌باشد. مشخص است که در نواحی

مقدمه

در علوم کشاورزی توجه به قوانین طبیعی به شکل‌های مختلف متجلی شده است که نمونه آن کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت زراعی است که می‌تواند در بلندمدت از نظر

ساپونین‌های استروئیدی مختلف مانند دیوزژنین و تیکوژنین بسیار غنی است و دارای ارتفاع 10 تا 50 سانتی‌متر و برگ‌های متناوب و مرکب از سه برگچه می‌باشد. بذر و قسمت‌های هوایی شنبلیله قرن‌ها به عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام مورد استفاده بوده و ریشه آن دارای مواد دگرآسیب می‌باشد که این مواد از جوانه‌زنی علف‌های هرز جلوگیری می‌کند و بر روند رشد گیاهچه علف‌هرز نیز تأثیر کاهشی دارد (صالحی سورمقی 2008 و قنادی 2005).

آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) گیاهی با ارتفاع 30 تا 70 سانتی‌متر به خاطر اهمیت دارویی، معروف و شناخته شده است و بومی ایران نیز می‌باشد. به عنوان یک ادویه دارویی برای اولین بار توسط مصریان باستان و بعداً توسط یونانی‌ها، رومی‌ها و اعراب کشت شد. این گیاه به واسطه داشتن اسانس فراوان در دانه مورد توجه صنایع داروسازی و بهداشتی قرار گرفته است (امید بیگی 1376 و زرگری 1371).

امروزه در جهت بهبود شرایط زراعی و افزایش کارایی روش‌هایی را به کار می‌برند که با طبیعت سازگاری داشته و با اصول اکولوژیکی که در علوم جدید مورد توجه قرار گرفته‌اند منطبق باشد. کشت مخلوط از جمله این روش‌هاست (بهشتی 1374). میرهاشمی و همکاران (1388) نشان دادند که در کشت مخلوط شنبلیله با زنیان ترکیب‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته، انشعاب اولیه، تعداد غلاف در بوته، تعداد چتر در بوته تعداد چتر، تعداد دانه در چترک و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما عملکرد دانه و عملکرد زیستی در زنیان و شنبلیله و وزن خشک تک بوته و شاخص برداشت در زنیان تحت تأثیر آرایش کاشت قرار گرفت و کشت مخلوط تک ردیفی نسبت به دو و سه ردیفی از نظر عملکرد دانه و بیولوژیک برتری داشت. همچنین ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد

خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، آب عامل محدودکننده زمان کشت و کار و در نتیجه تولید بوده و باید سعی نمود که با حداکثر بهره‌برداری از آب موجود میزان تولید را افزایش داد. بهترین راه رسیدن به این مقصود یعنی افزایش راندمان مصرف آب، انجام چندکشتی است (مظاهری 1377).

زراعت مخلوط یعنی کشت بیش از یک گیاه در یک قطعه زمین و در یک سال زراعی، به ترتیبی که یک گیاه در اکثر دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر باشد (مظاهری 1377). کشت مخلوط به دلیل استفاده حداکثر از منابع محیطی، تقلیل از خطرات احتمالی، موازنه در امر تغذیه و حاصلخیزی خاک، افزایش مقدار تولید در واحد سطح به دلیل آن استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک و نیز برخی امتیازات دیگر بر تک کشتی برتری دارد. (بانیک و همکاران 2006). با توجه به مصرف گسترده و بی‌رویه سموم شیمیایی و بخصوص علف‌کش‌ها در دهه‌های اخیر، به کارگیری گیاهان دگرآسیب¹ و بقایای آنها در خاک جهت کنترل گیاهان ناخواسته و فراهم آوردن شرایط مناسب رشد گیاهان به شدت مورد توجه قرار گرفته است (توره و توواها 2002). با مدیریت صحیح توان دگرآسیبی، علاوه بر کاهش خسارت علف‌های هرز گامی موثر در کاهش مصرف علف‌کش‌ها برداشته خواهد شد (توره و توواها 2002). لذا از خاصیت دگرآسیبی گیاهان دارویی نیز می‌توان جهت فرونشانی علف‌های هرز بهره جست (راشد محصل و همکاران 1384، فرناندز-آپاریچیو و همکاران 2008 و کاتونوگچی 2003).

شنبلیله از جمله گیاهانی است که دارای خاصیت دگرآسیبی می‌باشد. این گیاه با نام علمی *Trigonella foenum-greacum* L. از تیره Fabaceae می‌باشد که ریشه، دانه و اندام هوایی آن از لحاظ میزان متابولیت‌های ثانویه از جمله فنل‌ها، تریگونلین و

مشاهده شد که تراکم گل جالیز (*Orobancha* sp.) به طور معنی‌داری کاهش یافت. محققان دلیل این امر را به ترشح مواد دگرآسیب از ریشه شنبلیله و تأثیر آن بر گل جالیز ذکر کردند (فرناندز-آپاریچیو و همکاران 2008).

با توجه به سابقه و مزیت کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان دارویی (زیره، گشنیز و زنیان) و زراعی (عدس و باقلا) و عدم مطالعه بر کشت مخلوط آن با گیاه دارویی آنیسون، این پژوهش به منظور بررسی کشت مخلوط شنبلیله- آنیسون با آرایش‌های مختلف کاشت ردیفی در شرایط یاسوج و ارزیابی عملکرد و صفات فیزیولوژیک شنبلیله و آنیسون در کشت مخلوط و کشت خالص این دو گیاه در شرایط وجود و عدم وجود علف‌های هرز صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 1391-1390 در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه یاسوج با مشخصات جغرافیایی 30 درجه و 38 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 51 درجه و 32 دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا 1832 متر اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 10 تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص شنبلیله، کشت خالص آنیسون، کشت مخلوط تک ردیفی (یک ردیف آنیسون + یک ردیف شنبلیله)، کشت مخلوط دو ردیفی (دو ردیف آنیسون + دو ردیف شنبلیله) و کشت مخلوط سه ردیفی (سه ردیف آنیسون + سه ردیف شنبلیله) بدون وجین علف‌هرز و همان تیمارها با وجین علف‌هرز بود. قبل از اجرای طرح با برداشت نمونه‌های خاک از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول 1). نحوه توزیع بارندگی و همچنین دیگر ویژگی‌های آب و هوایی محل اجرای آزمایش در طول فصل رشد در گیاه شنبلیله و آنیسون در (جدول 2) آورده شده است.

که بیشترین نسبت برابری زمین (1/47) مربوط به کشت مخلوط تک ردیفی و کمترین آن (1/28) مربوط به کشت مخلوط دو ردیفی بود.

آل-کواراشی-ادل (2005) گزارش کرد که در کشت مخلوط گواوا (*Psidium guajava* L.) با گیاهان پوششی، بیشترین وزن تر گواوا از کشت مخلوط این گیاه با شنبلیله بدست آمد. نجفی و همکاران (1392) بیان نمودند که غلظت پروتئین خام دانه لوبیا و ذرت در کشت مخلوط لوبیا و ذرت در مقایسه با تک کشتی احتمالاً به دلیل تحریک تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و افزایش جذب و انتقال نیتروژن به گیاه افزایش یافت. آجینهو و همکاران (2006)، لین و همکاران (2007) و توسوبو و همکاران (2005) اظهار داشتند که در کشت‌های مخلوط در بر گیرنده لگوم و غلات، به دلیل تثبیت نیتروژن توسط لگوم و افزایش کلروفیل برگ، کارایی مصرف نور افزایش می‌یابد.

یفیت و عملکرد اسانس نعناع، به دلیل افزایش درصد منتول و کاهش درصد منتوفوران و منتول استات در مقایسه با کشت خالص بیشتر شد. احمد و همکاران (2004) اعلام کردند که در کشت مخلوط تیره گندمیان با تیره چتریان، چنانچه گندم اثرات پوششی برای گیاهچه حساس به سرمای زیره سیاه فراهم کند، در ادامه فصل، رشد زیره بیشتر شده و درصد اسانس آن افزایش می‌یابد.

بیگناه و همکاران (1393) نشان دادند که تیمار 25 درصد گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) و 75 درصد شنبلیله بیشترین ارتفاع و عملکرد زیستی شنبلیله، بیشترین نسبت برابری زمین، کمترین درصد اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیستی گیاه گشنیز را به خود اختصاص داد. بیشترین ارتفاع، عملکرد زیستی، درصد و عملکرد اسانس گیاه گشنیز و کمترین عملکرد زیستی گیاه شنبلیله در تیمار 75 درصد گشنیز و 25 درصد شنبلیله مشاهده شد. در کشت مخلوط شنبلیله با باقلا (*Vicia faba* L.) و عدس (*Lens culinaris* L.)

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه (cm)	هدایت الکتریکی 10^3 EC(dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	بافت خاک
0-30	0/6	7/6	1/0	0/10	32/8	374	لومی رسی

جدول 2- میانگین درجه حرارت، رطوبت نسبی و بارندگی ماهانه یاسوج در سال زراعی 1391

ماه‌های سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
میانگین دمای ماهانه (سانتی‌گراد)	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 (%)	51/0	50/5	34/5	36/0	36/5	40/0	52/5	56/0	55/5	54/5	56/0	51/5
میانگین ماهانه بارندگی (میلی‌متر)	36/9	0/0	0/0	0/0	0/0	2/0	2/8	62/6	74/7	41/1	39/0	84/4

آبیاری صورت گرفت و عمل آبیاری به تناسب نیاز تا قبل از رسیدگی کامل محصولات (تقریباً به فاصله هر هفت روز یکبار) ادامه داشت.

صفات مورد اندازه‌گیری عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیستی، درصد پروتئین، درصد محتوای کلروفیل، درصد نیتروژن زیست توده و درصد و عملکرد اسانس بود. برداشت نهایی برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد زیستی شنبلیله و آنیسون در زمانی که 90 درصد غلاف‌های شنبلیله قهوه‌ای شده و 90 درصد چترهای آنیسون خشک شده بود و پس از حذف خطوط کناری و نیم متر از انتهای هر واحد آزمایشی به عنوان اثر حاشیه‌ای از سطحی معادل پنج متر مربع صورت گرفت.

درصد روغن دانه با استفاده از روش سوکسله انجام گرفت و در نهایت عملکرد روغن از حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه گردید. به منظور اندازه‌گیری پروتئین‌های ذخیره‌ای بذر از روش سمور (1999) استفاده شد و میزان نیتروژن زیست توده با استفاده از روش کجلدال تعیین گردید (امامی 1375).

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک در اسفند ماه 1390 و یک دیسک سبک قبل از کاشت بود. بدلیل احتمال اثرات منفی مواد شیمیایی روی کیفیت مواد موثره و ترکیبات گیاهان دارویی، به جای مبارزه شیمیایی، از روش‌های جایگزین و بوم‌شناختی نظیر بذر گواهی شده‌ی شرکت پاکان بذر اصفهان، وجین دستی علف‌های هرز در دو مرحله یک ماه بعد از کاشت و 23 روز بعد از وجین اول و کود دامی کاملاً پوسیده به میزان 20 تن در هکتار استفاده شد. کرت‌ها به ابعاد 3×2/5 متر و هر کرت شامل 8 ردیف کاشت به فاصله 30 سانتیمتر از یکدیگر بودند که ردیف اول و آخر طبق همان آرایش کاشت به صورت حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بوته روی ردیف 10 سانتیمتر و بذور دو گیاه به طور هم‌زمان با تراکم یکسان (33 بوته در مترمربع) در اوایل اردیبهشت کشت شدند (درزی و همکاران 1389 و شارما 2000). فاصله بین کرت‌ها نیز در هر بلوک 0/5 متر در نظر گرفته شد. در کل تراکم گیاهان در هر کرت و هر تیمار کشت مخلوط ثابت بود و تنها آرایش کاشت آنها از تک ردیفی به دو و سه ردیف کنار یکدیگر تغییر نمود. بلافاصله بعد از کاشت

نیز داشته است. علیزاده و همکاران (1388) نیز نشان دادند که کشت خالص لوبیا در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص لوبیا و ریحان‌بذری دارای بالاترین عملکرد دانه بود. میرهاشمی و همکاران (1388) نشان دادند که در کشت مخلوط شنبليله با زنیان ترکیب‌های مختلف کاشت بر تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما عملکرد دانه در شنبليله تحت تأثیر آرایش کاشت قرار گرفت و کشت مخلوط تک ردیفی نسبت به دو و سه ردیفی از نظر عملکرد دانه برتری داشت.

در شرایط حضور علف‌های‌هرز با تغییر الگوی کاشت شنبليله از کشت مخلوط تک ردیفی به سه ردیفی روند عملکرد دانه و زیست توده کاهشی بود که این کاهش می‌تواند به دلیل ارتفاع بیشتر و تولید ساقه و برگ کمتر و در نتیجه فتوسنتز کمتر گیاه باشد؛ اما بین کشت مخلوط دو و سه ردیفی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط بدون حضور علف‌های‌هرز نیز روند عملکرد دانه از تک ردیفی به سه ردیفی کاهشی بوده ولی اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند (جدول 4).

کوچکی و همکاران (1389) گزارش کردند که روند افزایش تجمع ماده خشک کنجد در تمام تیمارهای کشت مخلوط با شاهدانه نسبتاً مشابه بود ولی در کشت مخلوط تجمع ماده خشک در مقایسه با کشت خالص به دلیل رقابت بر سر جذب منابع و عمدتاً نور، به میزان زیادی کاهش یافت. چنین بنظر می‌رسد که عدم وجود رقابت بین گونه ای در کشت خالص کنجد شاهدانه به عنوان گیاه غالب باعث بهره‌گیری بهتر از عناصر غذایی و منابع بویژه نور شده و در نتیجه میزان شاخص سطح برگ و فتوسنتز و به تبع آن تجمع ماده خشک در کشت خالص نسبت به تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایش یافته است.

استخراج اسانس توسط دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) انجام شد. بدین ترتیب که مقدار 40 گرم از دانه آنیسون پس از خرد شدن همراه با 400 میلی‌لیتر آب مقطر در درون بالن قرار داده شد و به مدت سه ساعت جوشانده و 30 دقیقه پس از قطع جریان حرارت، عمل خارج نمودن و اندازه‌گیری اسانس انجام گردید (امیدبگی 1376).

جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین (LER)² بهره گرفته شد (مظاهری 1377).

$$LER = RY \text{ گونه دوم} + RY \text{ گونه اول}$$

$$RY = Y_i / Y_m$$

$$= Y_i \text{ عملکرد گونه } i \text{ در مخلوط}$$

$$= Y_m \text{ عملکرد همان گونه در تک کشتی}$$

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز و سپس مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

از نظر عملکرد زیستی و عملکرد دانه شنبليله در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول 3). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها نداشت (جدول 3).

اثر کشت مخلوط بر عملکرد دانه شنبليله

کشت خالص شنبليله دارای بالاترین عملکرد دانه هم در شرایط وجین (191/82 گرم در مترمربع) و هم در شرایط عدم وجین علف‌هرز (160/15 گرم در مترمربع) بود (جدول 4). با توجه به این‌که بالاترین اجزای عملکردی (غلاف در بوته، دانه در غلاف) مربوط به کشت خالص شنبليله بود (نتایج گزارش نشده است) و نیز در کشت خالص سطح زیر کشت کامل به گیاه شنبليله اختصاص دارد به طور طبیعی عملکرد بالاتری

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی اندازه‌گیری شده در شنبلیله

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	2	3897/8 ^{ns}	77/14 ^{ns}	68/77 ^{ns}
تیمار	7	22022/2 ^{**}	3623/9 ^{**}	40/27 ^{ns}
خطا	14	2419/2	42/84	18/51
درصد ضریب تغییرات		18/74	5/28	13/13

^{**} و ^{*} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و NS عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول 4- مقایسه میانگین صفات کمی اندازه‌گیری شده در شنبلیله در کشت مخلوط با آنیسون تحت شرایط وجین و عدم وجین علف هرز

تیمارها	عملکرد زیستی (g/m ²)	عملکرد دانه (g/m ²)	
کشت خالص	357/06ab	160/15b	بدون عملیات وجین
کشت تک ردیفی	169/52d	112/38c	
کشت دوردیفی	193/10cd	90/07d	
کشت سه ردیفی	229/52cd	92/38d	
کشت خالص	420/71a	191/82a	با عملیات وجین
کشت تک ردیفی	275/24bc	116/42c	
کشت دو ردیفی	236/67cd	114/04c	
کشت سه ردیفی	217/54cd	113/49c	
LSD	86/12	11/42	

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

اثر کشت مخلوط بر عملکرد زیستی شنبلیله

روند تغییرات عملکرد زیستی شنبلیله نشان داد که کشت خالص در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علف‌های هرز دارای بالاترین عملکرد بودند. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم گیاه در کشت خالص عملکرد نیز بیشتر می‌شود. در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های هرز بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد زیستی وجود نداشت، زیرا نسبت یا سهم گیاه در مخلوط‌ها ثابت بوده و فقط آرایش کاشت آنها متفاوت است و یا آنیسون در گیاه مناسبی در کشت مخلوط جهت مقابله با علف‌های هرز نبوده است (جدول 4). مشابه چنین نتیجه‌ای را میرهاشمی و همکاران (1388) در بررسی کشت مخلوط شنبلیله و زنیان بدست آوردند و بیان نمودند که

بیشترین و کمترین عملکرد زیستی دو گیاه به ترتیب در کشت خالص و مخلوط سه ردیفی مشاهده شد. همچنین با نتایج رضوانی‌مقدم و مرادی (1391) در کشت مخلوط زیره‌سبز و شنبلیله مطابقت داشت.

اثر کشت مخلوط بر صفات کیفی شنبلیله عملکرد و درصد روغن دانه

بیشترین عملکرد روغن از کشت خالص شنبلیله در شرایط وجین و هم شرایط بدون وجین علف‌هرز به ترتیب برابر با 10/37 و 11/79 گرم در متر مربع و کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار کشت مخلوط دو ردیفی شنبلیله با آنیسون در شرایط بدون عملیات وجین بوده است که مقدار عملکرد روغن در این

عملیات وجین احتمالاً به دلیل کاهش عملکرد دانه در این تیمار در اثر ارتفاع بیشتر، تولید ساقه و برگ کمتر و در نتیجه فتوسنتز کمتر گیاه شنبلیله و رقابت با علف‌های هرز می‌باشد. موسویان و همکاران (1389) در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان اثر نسبت اختلاط بر درصد روغن را معنی‌دار اعلام کردند. برخی گزارش‌ها به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و درصد پروتئین دانه اشاره دارند (گابلس و ددیو 1989).

تیمار 5/93 گرم در مترمربع بود (جدول 6). از آنجایی که عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن می‌باشد لذا هر گونه تغییر در عملکرد دانه و درصد روغن، عملکرد روغن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. چون بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت خالص شنبلیله در شرایط وجین و هم شرایط بدون وجین علف‌هرز بدست آمد بالا بودن عملکرد روغن در این تیمارها دور از انتظار نبود، همچنین کاهش عملکرد روغن در کشت مخلوط دو ردیفی شنبلیله با آنیسون در شرایط بدون

جدول 6- مقایسه میانگین صفات کیفی اندازه‌گیری شده در شنبلیله در کشت مخلوط با آنیسون تحت شرایط وجین و عدم

وجین علف‌هرز

درصد نیتروژن زیست توده	پروتئین کل دانه ($\mu\text{g}/\text{mg}$)	عملکرد روغن (g/m^2)	تیمارها	
0/29d	0/17ab	10/37ab	کشت خالص	بدون عملیات وجین
0/33cd	0/17ab	8/33bcd	کشت تک ردیفی	
0/42abcd	0/14c	5/93d	کشت دو ردیفی	
0/39bcd	0/16bc	5/98d	کشت سه ردیفی	
0/44abc	0/15bc	11/79a	کشت خالص	با عملیات وجین
0/5ab	0/19a	8/27bcd	کشت تک ردیفی	
0/53a	0/17ab	7/08cd	کشت دو ردیفی	
0/41abcd	0/16bc	8/88bc	کشت سه ردیفی	
0/13	0/02	2/78	LSD	

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

درصد نیتروژن زیست توده

زیست توده در این تیمار نیز نسبت به تک ردیفی بیشتر است. کشت خالص شنبلیله (0/29 درصد) در شرایط حضور علف‌های هرز دارای کمترین درصد نیتروژن زیست توده بود (جدول 6). که در این تیمار علف‌های هرز در رقابت با گیاه شنبلیله بر سر نیتروژن موجود در خاک موفق‌تر عمل کرده و نیتروژن کمتری توسط شنبلیله جذب و در نهایت منجر به کاهش درصد نیتروژن زیست توده گیاه گردیده است. چنین به نظر می‌رسد که در شرایط عدم حضور علف‌های هرز میزان درصد نیتروژن زیست توده از تک ردیفی به سه ردیفی احتمالاً به دلیل انتقال بیشتر نیتروژن به دانه‌ها، روندی

جدول تجزیه واریانس صفات کیفی اندازه‌گیری شده در شنبلیله (جدول 5) نشان داد که تیمارها از لحاظ درصد نیتروژن بافت گیاهی (ساقه و برگ) در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و در شرایط حضور علف‌های هرز بالاترین درصد نیتروژن مربوط به تیمار دو ردیفی (0/42 درصد) بود که سایر تیمارها از این لحاظ با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. به دلیل اینکه پروتئین دانه در این تیمار دارای کمترین مقدار است احتمالاً نیتروژن بیشتر توسط شاخ و برگ شنبلیله جذب شده است و میزان

اثر کشت مخلوط بر عملکرد دانه آنیسون از نظر عملکرد زیستی و عملکرد دانه آنیسون در سطح احتمال یک درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول 7).

بر طبق جدول مقایسه میانگین صفات کمی آنیسون (جدول 8) بالاترین عملکرد دانه در بین تیمارها مربوط به آنیسون خالص بدون علف‌های هرز (90/31 گرم در متر مربع) بود و از طرفی در بین تیمارهای علف‌هرزی نیز آنیسون خالص با حضور علف‌هرز دارای بالاترین عملکرد دانه (70/07 گرم در متر مربع) بود. دلیل عملکرد بالاتر آنیسون در کشت خالص را باید تراکم بالاتر آنیسون در این کشت دانست. تیمار کشت مخلوط دو ردیفی بدون وجین علف‌هرز دارای کمترین مقدار عملکرد دانه (36/82 گرم در متر مربع) در بین تیمارهای مختلف بود. مشابه چنین نتیجه‌ای را جهانی و همکاران (1387) در بررسی اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره‌سبز و عدس بر عملکرد زیره‌سبز مشاهده کردند و دلیل آن را افزایش توان رقابتی زیره در جذب منابع غذایی نسبت به عدس بیان کردند. از طرفی با تغییر کاشت از کشت مخلوط تک ردیفی به کشت مخلوط سه ردیفی در شرایط حضور علف‌های هرز 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 آنیسون به بوته‌های گیاه شنبلیله و استفاده موثرتر از نیتروژن تثبیت شده توسط شنبلیله و همچنین استفاده بیشتر علف‌های هرز در کشت‌های سه ردیفی از این نیتروژن نسبت داد. تیمارهای مختلف کشت مخلوط از نظر عملکرد دانه و زیست توده در شرایط عدم حضور علف‌های هرز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول 8).

کاهشی داشته است ولی تیمارها از این نظر با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 6). در شرایط وجین علف‌های هرز، احتمالاً تشکیل گره و تثبیت نیتروژن در گیاه بهتر انجام شده و همچنین گیاه از نیتروژن موجود در خاک به نحو موثرتری سود جسته است.

آل-کواراشی-ادل (2005) در بررسی که بر روی کشت مخلوط گاوآباد با گیاهان پوششی (یونجه، شنبلیله و لوبیای علوفه‌ای) انجام داد نتیجه گرفت که بیشترین درصد نیتروژن برگ (2/2 درصد) در گیاه گاوآباد از کشت مخلوط این گیاه با شنبلیله حاصل شد زیرا در این شرایط رقابت کمتری بین دو گیاه وجود داشته و قدرت جذب نیتروژن گاوآباد بیشتر بود.

پروتئین کل دانه

جدول مقایسه میانگین (جدول 6) نشان داد که پروتئین کل دانه در تیمار کشت مخلوط تک ردیفی با وجین علف‌هرز (0/19 میکروگرم بر میلی‌گرم) دارای بالاترین مقدار بود، افزایش غلظت پروتئین دانه در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد (مارشور 2003). احتمالاً در این شرایط سرعت تشکیل دانه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است و مقدار پروتئین بیشتری در هر بافت تجمع می‌یابد. در تیمار کشت مخلوط دو ردیفی بدون وجین علف‌هرز (0/14 میکروگرم بر میلی‌گرم) دارای کمترین مقدار بود. بیگناه و همکاران (1393) گزارش کردند که بیشترین درصد نیتروژن در کشت خالص شنبلیله و کمترین آن در کشت مخلوط با گشونیز (175 درصد تراکم مطلوب گشونیز + 25 درصد تراکم مطلوب شنبلیله) مشاهده شد که دلیل آن تشکیل گره و تثبیت نیتروژن بهتر شنبلیله در کشت خالص و تراکم مطلوب نسبت به سایر گیاهان موجود می‌باشد.

جدول 7- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی اندازه‌گیری شده در آنیسون

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	2	2606/15 ^{ns}	40/8 ^{ns}	17/88 ^{ns}
تیمار	7	2497/62*	1100/78**	16/31 ^{ns}
خطا	14	768/98	18/49	10/93
درصد ضریب تغییرات		32/63	8/40	8/76

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

اثر کشت مخلوط بر عملکرد زیستی آنیسون

بر طبق مقایسه میانگین داده‌ها (جدول 8) مشخص شد که کشت خالص آنیسون در هر دو شرایط وجود و عدم وجود علف‌های هرز دارای بیشترین عملکرد زیستی به ترتیب 123/30 و 132/62 گرم در متر مربع بود و کمترین عملکرد زیستی در تیمار کشت مخلوط سه ردیفی بدون وجین علف‌های هرز مشاهده شد که احتمالاً به دلیل رقابت بیشتر با گیاه شنبلیله و علف‌های هرز می‌باشد. میرهاشمی و همکاران (1388) نشان دادند که در کشت مخلوط شنبلیله با زنیان ترکیب‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک و وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما عملکرد دانه و عملکرد زیستی در زنیان و شنبلیله و وزن خشک تک بوته و شاخص برداشت در زنیان تحت تأثیر آرایش کاشت قرار گرفت و کشت مخلوط تک ردیفی نسبت به دو و سه ردیفی از نظر عملکرد دانه و بیولوژیک برتری داشت. جدول تجزیه واریانس (جدول 7) نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای مختلف کشت قرار نگرفت.

اثر کشت مخلوط بر صفات کیفی آنیسون

عملکرد و درصد روغن دانه آنیسون

تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر درصد روغن آنیسون تأثیر معنی‌داری نداشتند؛ ولی عملکرد روغن بذر گیاه تحت تأثیر تیمارهای مختلف در سطح

احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول 9). در تیمار کشت خالص آنیسون بدون علف‌هرز بیشترین عملکرد روغن (19/79 گرم در مترمربع) حاصل شد و همچنین در شرایطی که علف‌هرز وجود داشت نیز بیشترین عملکرد روغن (14/23 گرم در مترمربع) از کشت خالص به دست آمد (جدول 10).

تیمار کشت مخلوط دوردیفی تحت وجین علف‌هرز با 7/59 گرم در مترمربع دارای کمترین مقدار عملکرد روغن بین تیمارها بود. می‌توان گفت که به خاطر اینکه عملکرد دانه در تیمار کشت خالص آنیسون بالاترین مقدار را دارا بود لذا عملکرد روغن نیز تابعی از این صفت بوده و در کشت خالص بیشترین مقدار را داشت. همچنین پایین بودن عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط دو ردیفی تحت وجین علف هرز و مقدار سهم بیشتر پروتئین دانه در این تیمار می‌تواند از دلایل کاهش عملکرد روغن دانه آن باشد.

درصد و عملکرد اسانس بذر آنیسون

تأثیر تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر درصد اسانس بذر آنیسون معنی‌دار نشد، ولی این تیمارها اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس بذر در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول 9).

جدول 8- مقایسه میانگین صفات کمی اندازه‌گیری شده در آنبسون در کشت مخلوط با شنبليله تحت شرایط وجین و عدم وجین علف‌هرز

عملکرد دانه (g/m ²)	عملکرد زیستی (g/m ²)	تیمارها	تیمارها	
			کشت خالص	کشت تک ردیفی
70/07b	123/33ab	بدون عملیات وجین	کشت خالص	کشت تک ردیفی
48/49c	81/75bc		کشت دو ردیفی	کشت سه ردیفی
36/82e	63/41c		کشت سه ردیفی	کشت خالص
36/98e	58/1c	با عملیات وجین	کشت تک ردیفی	کشت دو ردیفی
90/31a	132/62a		کشت دو ردیفی	کشت سه ردیفی
43/88dce	71/98c		کشت سه ردیفی	کشت سه ردیفی
38/17de	58/65c		کشت سه ردیفی	کشت سه ردیفی
44/68cd	90/08abc			
7/55	48/53	LSD		

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول 9- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کیفی اندازه‌گیری شده در آنبسون در کشت مخلوط با شنبليله تحت شرایط وجین و عدم وجین علف‌هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد		درصد	
		عملکرد روغن	درصد نیترژن	عملکرد روغن	درصد نیترژن
بلوک	2	0/30 ^{ns}	0/0001 ^{ns}	0/11 ^{ns}	0/02 ^{ns}
تیمار	7	4/00 ^{ns}	0/0016 ^{ns}	0/39 ^{ns}	1/57 ^{**}
خطا	14	1/68	0/0006	0/22	0/06
درصد ضریب تغییرات		6/33	8/8	12/73	12/86

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد.

خاطر بالا بودن عملکرد دانه در تیمار آنبسون خالص بدون علف افزایش عملکرد اسانس در این تیمار دور از انتظار نبود. حسن‌زاده‌اول و همکاران (1389) در مطالعه‌ای که بر روی اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه و شبدر ایرانی در کشت مخلوط انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تأثیر تراکم‌های مختلف بر درصد اسانس معنی‌دار نبود و درصد اسانس آن در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بدست آمد. بیگناه و همکاران (1393) گزارش کردند که تیمار 25 درصد تراکم مطلوب گشنیز + 175 درصد تراکم

عملکرد اسانس در تیمار کشت خالص بدون علف‌هرز بالاترین مقدار یعنی 3/34 گرم در مترمربع را داشت و با توجه به کاهش عملکرد در تیمار کشت مخلوط دو و سه ردیفی با علف‌هرز، این تیمار کمترین مقدار عملکرد اسانس یعنی 1/18 گرم در مترمربع را داشت که با تیمار دو ردیفی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول 10). دلیل بالا بودن عملکرد اسانس در کشت خالص بدون علف‌هرز را می‌توان به تراکم بالاتر آنبسون در این تیمار نسبت داد. لذا از آنجایی که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و همچنین عملکرد دانه می‌باشد، لذا به

دست آمد. از آنجایی که عملکرد اسانس تابع درصد اسانس و عملکرد ماده خشک گیاه است، بنابراین افزایش در هر یک از این دو سبب افزایش در عملکرد اسانس گیاه می شود.

مطلوب شنبلیله کمترین درصد و عملکرد اسانس گیاه گشنیز را به خود اختصاص داد و بیشترین درصد و عملکرد اسانس گیاه گشنیز در تیمار 175 درصد تراکم مطلوب گشنیز + 25 درصد تراکم مطلوب شنبلیله به

جدول 10- مقایسه میانگین صفات کیفی اندازه گیری شده در آنیسون در کشت مخلوط با شنبلیله

عملکرد اسانس (g/m ²)	عملکرد روغن (g/m ²)	تیمارها	
2/53b	14/23b	کشت خالص	تیمار عملیات معمول
2/00c	9/79c	کشت تک ردیفی	
1/33de	8/13cd	کشت دو ردیفی	
1/18e	7/34d	کشت سه ردیفی	
3/34a	19/79a	کشت خالص	تیمار عملیات جدید
1/91c	8/93cd	کشت تک ردیفی	
1/33de	7/59d	کشت دو ردیفی	
1/67cd	8/55cd	کشت سه ردیفی	
0/43	1/89	LSD	

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

دادند به این نتیجه رسیدند که تمام نسبت‌های اختلاط گشنیز و شنبلیله LER بزرگتر از یک داشتند که نشان از برتری کشت مخلوط در این الگوی کشت است. همچنین ارزیابی نسبت برابری زمین در پژوهش میرهاشمی و همکاران (1388) نشان داد که در کشت مخلوط شنبلیله با زنیان بیشترین نسبت برابری زمین (1/47) مربوط به کشت مخلوط تک ردیفی و کمترین آن (1/28) مربوط به کشت مخلوط دو ردیفی بود. بیگناه و همکاران (1393) گزارش کرده‌اند که برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن است بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی باشد، آنها وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشت مخلوط را علت این کارآمدی تشخیص داده‌اند. اله دادی و همکاران (1392) گزارش کردند که کشت مخلوط ردیفی و کشت مخلوط نواری سویا و همیشه بهار

شاخص نسبت برابری زمین

همانگونه که جدول مقایسه میانگین نسبت کل برابری زمین نشان می‌دهد، میزان این شاخص در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک و بین 1/04 تا 1/39 بود (جدول 11). یعنی 4 تا 39 درصد سطح زمین بیشتری در تک کشتی نیاز است تا عملکردی مشابه کشت مخلوط به دست آید. در مجموع نسبت برابری زمین بالاتر از یک در این آزمایش نشان دهنده برتری کشت مخلوط در این الگوهای کشت می‌باشد. نسبت برابری زمین بیشتر از یک معیاری از جذب نور بهتر و کارایی مصرف بالاتر آن در مخلوط در مقایسه با کشت خالص باشد، همچنین نشان دهنده رقابت بهتر و استفاده بهینه از منابع نظیر نیتروژن و آب در کشت مخلوط می‌باشد (صدرآبادی حقیقی 1378؛ به نقل از جهانی 1387). در آزمایشی که بیگناه و همکاران (1393) بر روی کشت مخلوط شنبلیله و گشنیز انجام

افزایش یافته است. در کشت مخلوط نواری به دلیل افزایش تعداد نوار سویا، اثر آللوپاتیک همیشه بهار کاهش یافته و کشت مخلوط بیشترین LER را داشت. همچنین با توجه به این که امکان استفاده از سیستم کشت مخلوط نواری به دلیل کشت مکانیزه و تسهیل عملیات زراعی بیشتر است در نتیجه سیستم کشت مخلوط نواری بیشترین بازدهی را داشته و به عنوان بهترین روش کشت مخلوط قابل توصیه است.

عملکرد خشک گل آذین و گلبرگ بیشتری را نسبت به کشت خالص همیشه بهار در واحد سطح تولید کردند و بیشترین نسبت برابری زمین را داشتند که این امر نشانگر سودمندی این دو نوع کشت مخلوط نسبت به کشت های خالص بود. در کشت مخلوط ردیفی احتمالا به دلیل اثر آللوپاتیک همیشه بهار سهم سویا از LER کاهش یافته و در عوض همیشه بهار از مساعدت سویا استفاده نموده و سهم LER مربوط به همیشه بهار

جدول 11- مقایسه میانگین نسبت کل برابری زمین (LER)

نسبت کل برابری زمین (LER)	تیمارها
1/39a	کشت تک ردیفی
1/09b	کشت دو ردیفی
1/10b	کشت سه ردیفی
1/09b	کشت تک ردیفی
1/04b	کشت دو ردیفی
1/11b	کشت سه ردیفی
0/107	LSD

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

ردیفی بیشترین میزان را دارا بود. ولی این دو صفت در گیاه آنیسون تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار نگرفتند. در مجموع، کشت مخلوط تک ردیفی این دو گونه نسبت به تک کشتی، با توجه به بهبود صفات کیفی و افزایش سودمندی آن پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از زحمات و مشاوره‌های ارزشمند آقایان دکتر علیرضا دیوی و دکتر امین صالحی اعضای هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج در اجرای این تحقیق کمال تشکر را دارد. همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه یاسوج که هزینه‌های این تحقیق را تقبل نمودند تشکر می‌نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که عملکرد کمی شنبليله و آنیسون نظیر عملکرد دانه، عملکرد زیستی و عملکرد روغن در کشت مخلوط نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش یافتند. با اینکه کاهش عملکرد در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مشاهده شد، ولی در نهایت بالا بودن نسبت برابری زمین بیشتر از یک سودمندی بیشتر کشت مخلوط را تایید کردند. از طرفی پروتئین کل دانه شنبليله در تیمار کشت مخلوط تک ردیفی با وجین علف‌هرز دارای بالاترین مقدار بود. افزایش غلظت پروتئین در کشت مخلوط را می‌توان به وقوع اثر تغلیظ نسبت داد به عبارت دیگر احتمالا سرعت تشکیل دانه از سرعت تشکیل پروتئین کمتر بوده است. همچنین درصد نیتروژن زیست توده شنبليله در تیمار کشت مخلوط تک

منابع مورد استفاده

- اله دادی م، شکبیا م، دباغ محمدی نسب ع و امینی ر، 1392. ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) و همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، 23(3): 47 - 58.
- امامی ع، 1375. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، 1(982): 126.
- امیدبیگی ر، 1376. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات طراحان نشر.
- بهشتی ف، 1374. اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد مخلوط سورگوم دانه ای و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- بیگناه ر، رضوانی مقدم پ و جهان م، 1393. تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد بیولوژیک، درصد نیتروژن و خصوصیات مورفولوژیک گشنیز (*Trigonella foenum-graecum* L.) و شنبلیله (*Coriandrum sativum* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 12(3): 369 - 377.
- جهانی م، کوچکی ع و نصیری محلاتی م، 1387. مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ردیفی و نواری زیره‌سبز و عدس. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 6(1): 67 - 78.
- حسن‌زاده اول ف، کوچکی ع و خزاعی ح، 1389. اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه و شبدر ایرانی در کشت مخلوط. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 8(6): 920 - 929.
- درزی م، حاج سیدهدادی م، و رجالی ف. 1389. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، 26(4): 452 - 465.
- راشد محصل م ح، عزیزی گ، علیمرادی ل و قرخلوج، 1384. بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره بنه و برگ زعفران بر جوانه‌زنی علف‌هرز تاج‌خروس. اولین همایش ملی علوم علف‌های‌هرز ایران. تهران، 7(1): 53 - 62.
- رضوانی‌مقدم پ و مرادی ر ا، 1391. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره‌سبز و شنبلیله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، 43(2): 217 - 230.
- زرگری ع، 1371. گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران.
- صدرآبادی حقیقی ر، 1378. بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کشت تداخل گندم با ماشک گل‌خوشه‌ای در یک سیستم دیم‌کاری کم نهاده. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

- علیزاده ی، کوچکی ع و نصیری محلاتی م، 1388. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف‌هرز دو گیاه لوبیا و ریحان‌بذری در شرایط کشت مخلوط. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 7(2): 541 - 553.
- کوچکی ع، نصیری محلاتی م، خرم دل س، انورخواه س، ثابت تیموری م و سنجانی س، 1389. مطالعه شاخصهای رشد شاهدانه (*Sesamum indicum* L) و کنجد (*Cannabis sativa* L) در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، 2(1): 27 - 36.
- مظاهری د، 1377. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.
- موسویان س ن، لرزاده ش، ابراهیم‌پور ف و چعب ع ن، 1389. تأثیر نیتروژن و نسبت اختلاط بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مورفولوژیک ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط در شمال خوزستان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، 8(4): 716-708.
- میرهاشمی س م، کوچکی ع و پارسا م، 1388. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبليله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 7(1): 269 - 278.
- نجفی ن ا، مصطفایی م، دباغ‌محمدی‌نسب ع و اوستان ش، 1392. اثر کشت مخلوط و کود دامی بر رشد، عملکرد و غلظت پروتئین ذرت، لوبیا و گاو‌دانه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، 23(1): 100 - 116.
- Agegnehu G, Ghizaw A and Sinebo W, 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25: 202-207.
- Ahmed S, Akbar W and Riaz MA, 2004. Effect of crop rotation and intercropping on subterranean termites in wheat at Faisalabad Pakistan. *Pakistan Entomologist*, 26(1): 25-30.
- Al-qurashi-Adel DS, 2005. Growth and leaf nutrients content of Guava seedling (*Psidium guajava* L.) Intercropped with some legume cover crops. *Asian Journal of Agricultural Science*, 36 (3): 109-119.
- Banik B, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332.
- Fernandez-Aparicio M, Emeran AA, and Rubiales D, 2008. Control of (*Orobanch crenata*) in legumes intercropping with fenugreek (*Trigonella foenum* Graceum). *Crop Protection*, 27: 653-659.
- Ghanadi A, 2005. Iranian Herbal Pharmacopiea, Ministry of Health. Iran, pp: 497 – 505.
- Gubbels GH and Dedio W, 1989. Effect of plant density and seeding date on early and late-maturing sunflower hybrids. *Canadian Journal of Plant Science*, 69: 1251-1254.
- Kato-Noguchi H, 2003. Assessment of allelopathic potential of shoot powder of lemon balm. *Scientia Horticulturae*, 97: 419-423.

- Lin CW, Chen YB, Huang JJ and Tu SH, 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercropped area of Sichuan, China. *Chinese Journal of Ecology*, 26: 989-994.
- Maffei J and Mucciarelli M, 2003. Essential oil yield in Peppermint-soybean strip-cropping. *Field Crops Research*, 84:229-240.
- Marschner H, 2003. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Salehi Surmaghi MH, 2008. *Medicinal Plants and Herbal Therapy*, 1: 253 -254.
- Sammour RH, 1999. Protein of linseed (*Linnum usitatissimum* L.) extraction and characterization by electrophoresis. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40: 121-126.
- Sharma SK 2000. Response of nitrogen and spacing on fenugreek seed production. *Horticultural Journal*, 13(2): 39-42.
- Tsubo M, Walker S and Ogindo HO, 2005. A simulation model of cereal legume intercropping systems for semi-arid regions. II. Model application. *Field Crops Research*, 93: 23-33.
- Ture MA and Tawaha AM, 2002. Inhibitory effects of aqueous extracts black mustard on germination and growth of lentil. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1: 28-30.