

بررسی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در الگوهای مختلف کشت مخلوط شوید (*Anethum graveolens* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Evaluation of Yield and Indices Advantages at Different Intercropping Patterns of Dill (*Anethum graveolens* L.) and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

اسماعیل رضائی چیانه^{۱*}، مهدی تاجبخش^۲، موسی جمالی^۳ و مهدی قیاسی^۴

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۸/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر الگوهای مختلف کشت بر اجزای عملکرد، عملکرد و کارایی استفاده از زمین در الگوهای مختلف کشت مخلوط شوید و شنبلیله، آزمایشی در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی - شهرستان نقده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کشت مخلوط ردیفی (یک ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله)، کشت مخلوط نواری (دو ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله، سه ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله، دو ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید، سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید و دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله) و کشت خالص هر دو گونه بود. الگوی کشت بر صفات مورد بررسی هر دو گونه اثر معنی‌دار ($p \leq 0/01$) داشت. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شنبلیله از تیمار کشت خالص به‌ترتیب برابر با ۹۴۰ و ۳۱۰۳ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. نتایج در مورد گیاه شوید نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شوید از کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله به‌ترتیب برابر با ۸۶۰ و ۴۸۱۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. درصد اسانس شوید (۲/۸۵ درصد) در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از تیمار کشت خالص (۲ درصد) بود. بیشترین سودمندی براساس شاخص‌های نسبت برابری زمین ($LER = 1/90$) از الگوی کشت مخلوط دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله و کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل ($AYL = 2/18$) و سودمندی کشت مخلوط ($IA = 1/28$) از الگوی کشت مخلوط سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش سودمند زراعی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گونه دارد.

واژه‌های کلیدی: سودمندی کشت مخلوط، کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل، کشاورزی پایدار، کشت مخلوط ردیفی، نسبت برابری زمین

۱، ۴ و ۲. به‌ترتیب استادیاران و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۳. مدرس دانشگاه پیام نور نقده، نقده، ایران

Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir

*: نویسنده مسئول

مقدمه

عملکرد اقتصادی و در نتیجه نسبت برابری زمین در مقایسه با کشت خالص شد.

بیگناه و همکاران (۱۳۹۰) در مورد کشت مخلوط شنبليله و گشنیز گزارش کردند که اختلاف ارتفاع این دو گیاه، متفاوت بودن آشیان‌های اکولوژیک در استفاده از منابع و پایین بودن رقابت بین این دو گیاه از جمله عواملی هستند که سبب سودمندی کشت مخلوط آن‌ها و تولید عملکرد بالاتر نسبت به حالت تک‌کشتی این گیاهان شده است. رضائی‌چپانه و همکاران (۱۳۹۴) در ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط آفتابگردان و باقلا دریافتند که نسبت برابری زمین^۵ (LER) در تمامی تیمارهای مخلوط بیشتر از یک بود و شاخص کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل^۶ (AYL) نیز در هیچ یک از ترکیب‌های کشت مخلوط با تراکم‌های مورد بررسی افت عملکرد نداشت که بیانگر سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود.

شنبليله (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی است یکساله از تیره بقولات^۷ که به دلیل توانایی هم‌زیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند بخش زیادی از نیتروژن مورد استفاده خود را تولید کند. منشاء این گیاه ایران بوده و به‌عنوان گیاه داورویی و علوفه‌ای مصرف و کاربرد دارد و به‌عنوان یک کود آلی نیز استفاده می‌شود. شوید (*Anethum graveolens* L.) گیاهی یکساله متعلق به تیره چتریان^۸ که به‌عنوان گیاه داورویی و سبزی مصرف و کاربرد دارد. تمامی اندام رویشی این گیاه محتوی اسانس است که به‌عنوان کاهنده چربی خون، پیشگیری و درمان آرترواسکروز، رفع سوءهاضمه و برخی دیگر از بیماری‌ها استفاده می‌شود (امیدبگی، ۱۳۹۰).

چنین به نظر می‌رسد که با توجه به اختلافات مورفولوژیکی دو گونه، وجود شرایط مناسب برای رشد بوته‌های شوید از جمله فراهم شدن نیتروژن در شرایط مخلوط با شنبليله، استفاده بهینه از عناصر غذایی موجود در خاک و توزیع مطلوب‌تر نور توسط کانوبی مخلوط دو گونه می‌تواند باعث بهبود صفات کمی و کیفی دو گونه شود که می‌توان از این موضوع در تولید گیاهان دارویی با مصرف کم نهاده‌های شیمیایی که در تولید گیاهان دارویی حائز اهمیت است، بهره جست. با توجه به اهمیت اکولوژیکی و زراعی نظام‌های کشت مخلوط و نیز با توجه به لزوم ارزیابی دقیق این نظام‌ها از حیث شاخص‌های علمی، هدف از انجام این تحقیق بررسی امکان کشت مخلوط شوید و شنبليله و

رویکردهای جدیدی مثل کشت مخلوط که در فرآیند تولید اولویت را به استفاده از روش‌های اکولوژیکی و سازگار با محیط زیست می‌دهند، در رابطه با تولید این محصولات از اهمیتی دو چندان برخوردار است (رضائی‌چپانه و همکاران، ۱۳۹۲). کشت مخلوط به کشت دو و یا تعداد بیشتری محصولات زراعی اطلاق می‌شود که با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک‌سال زراعی کشت می‌شوند به نحوی که از لحاظ زراعی با یکدیگر اثر متقابل داشته باشند و منجر به هم‌افزایی تولید در طول یک زمان مشخص گردند (و/ندرمر^۱، ۱۹۸۹).

از مزایای عمده کشت مخلوط کاهش ریسک تولید، کاهش خسارت آفت، بیماری و علف‌های هرز، افزایش تنوع زیستی در بوم نظام‌های زراعی، بهبود حاصل‌خیزی خاک از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط بقولات، افزایش عملکرد در واحد سطح زمین نسبت به تک‌کشتی، استفاده بهتر از عوامل محیطی مثل نور و رطوبت به‌علت قرار گرفتن اندام‌های گیاهان مشارکت‌کننده در کشت مخلوط در اشکوب‌های مختلف و نیز برخی امتیازات دیگر در برخی از نقاط دنیا کشت می‌شود (مظاهری، ۱۳۷۷؛ آینه بند، ۱۳۸۶).

حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۱) طی مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط جو و باقلا افزایش معنی‌دار عملکرد را در این شیوه از کشت در مقایسه با کشت خالص گزارش نمودند و این امر را به استفاده بهتر از منابع در دسترس توسط گونه‌های مخلوط شده و کنترل بهتر علف‌های هرز نسبت دادند. مافی و موسیاری^۲ (۲۰۰۳) در بررسی کشت مخلوط سویا و نعنای دریافتند که عملکرد کمی و کیفی نعنای در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود. پراساد^۳ و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کشت مخلوط سیب‌زمینی و شنبليله سبب افزایش کارایی استفاده از زمین شد. کوچکی و همکاران (۱۳۹۲) با مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط مرزنجوش و زعفران گزارش کردند که کشت مخلوط زعفران با مرزنجوش احتمالاً به دلیل سایه‌اندازی بر سطح خاک و تعدیل میکروکلیمای کانوبی و در نتیجه مساعدتر شدن شرایط محیطی برای رشد بنبه باعث بهبود تولید گل و عملکرد اقتصادی زعفران در مقایسه با تیمار کشت خالص شد. راجساوارا رائو^۴ (۲۰۰۳) با بررسی کشت مخلوط نعنای و گوجه‌فرنگی نیز گزارش نمودند که کشت مخلوط موجب بهبود

5. Land Equivalent Ratio
6. Actual Yield Loss
7. Fabaceae
8. Apiaceae

1. Vandermeer
2. Maffei and Mucciarelli
3. Prasad
4. Rajsawara Rao

جغرافیایی و ۳۶° و ۵۷° عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۲۸ متر از سطح آب‌های آزاد اجرا شد. متوسط میانگین‌های دما و بارندگی سالیانه در طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۲/۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۲۳ میلی‌متر گزارش شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

مطالعه اثرات الگوی کشت بر روی عملکرد و صفات کیفی دو گونه و کارایی استفاده زمین بوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با ۴۵° و ۲۴° طول

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1: Physical and chemical characteristics of the soil

پتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	فسفر قابل جذب Available P (ppm)	درصد مواد آلی Organic matter (%)	نیترژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC × 10 ⁻³ (دلتا‌سی‌م)	اسیدیته pH	بافت خاک Soil texture
407	10.5	1.48	0.14	0.83	7.9	رس سیلتی Silty clay

در پایان فصل رشد، برای هر دو گیاه شوید و شنبلیله جهت محاسبه عملکرد دانه و بیولوژیکی با شرایط حذف حاشیه از هر طرف مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین عملکرد بیولوژیکی، پس از جدا نمودن بذور شوید و شنبلیله، نمونه‌ها در دمای اتاق و تحت شرایط سایه خشک شدند و هنگامی که تغییرات وزن طی ۲۴ ساعت مشاهده نگردید اعداد حاصل از توزین به‌عنوان وزن خشک نمونه‌ها ثبت گردید.

استخراج اسانس شوید به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین منظور، ۳۰ گرم نمونه بذری از هر کرت وزن گردید و پس از آسیاب شدن در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب در داخل دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت جوشانده شد تا اسانس آن استخراج گردد. پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس براساس عملکرد دانه × درصد اسانس محاسبه شد. از طریق معادله‌های زیر شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط به‌دست آمد:

الف) شاخص نسبت برابری زمین (بر اساس عملکرد دانه) طبق معادله (۱) استفاده گردید (مظاهری، ۱۳۷۷):

$$LER = \frac{Y_1}{F_1} + \frac{Y_2}{D_2} \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، Y_1 و Y_2 به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در مخلوط و F_1 و D_2 نیز عملکرد خالص گونه اول و دوم است. ب) کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL) اطلاعات ارزشمندی در مورد رقابت رفتار هر گونه در مخلوط به‌دست می‌دهد. از شاخص AYL جزئی می‌توان کاهش یا افزایش عملکرد را به‌دست آورد. در صورتی که LER جزئی مربوط به هر

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت خالص شوید، کشت خالص شنبلیله، کشت مخلوط ردیفی (یک ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله) و کشت مخلوط نواری (دو ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله، سه ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله، دو ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید، سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید، دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله) بودند.

در هر دو گیاه مورد مطالعه فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر به طول پنج متر بود. فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت برای بذور شوید و شنبلیله بعد از تنک کردن به ترتیب ۲۵ و ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت در نیمه دوم فروردین ماه به‌صورت جوی و پشته و به صورت هم زمان انجام پذیرفت. بذور شنبلیله قبل از کاشت با باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم^۱ آغشته گردید. به‌منظور تسهیل در سبز شدن گیاهان، اولین آبیاری بلافاصله در روز بعد از کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی برحسب شرایط اقلیمی و عرف زراعی منطقه برای این گیاهان هر هفت روز یک بار صورت گرفت. علف‌های هرز در طول فصل رشد بنا به ضرورت از طریق وجین دستی کنترل شدند.

براساس آزمون خاک، کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم تماماً قبل از کاشت برای هر دو گیاه و کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کود آغازین برای شنبلیله و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله کاشت و مرحله ساقه رفتن به ردیف‌های شوید اضافه شد. به علت بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب، از کود پتاسیم استفاده نشد.

1. *Rhizobium leguminosarum*

گونه چنین قابلیت ندارد که با استفاده از معادله (۴) محاسبه گردید (بانیک^۱ و همکاران، ۲۰۰۰):

$$AYLa = [LERa \times (\frac{100}{Zab}) - 1] \quad \text{معادله (۲)}$$

$$AYLb = [LERb \times (\frac{100}{Zba}) - 1] \quad \text{معادله (۳)}$$

$$AYL = AYL_a + AYL_b \quad \text{معادله (۴)}$$

Z_{ab} = درصد گونه a در کشت مخلوط، Z_{ba} = درصد گونه b در کشت مخلوط^۲

ج) شاخص سودمندی کشت مخلوط نیز از معادله (۵) محاسبه شد (وآندرمیر، ۱۹۸۹):

معادله (۵)

$IA = (Pa / Pa + Pb) \times AYL_a + (Pb / Pb + Pa) \times AYL_b$
 P_a : قیمت واحد محصول a، P_b : قیمت واحد محصول b، AYL_a : کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزء a و AYL_b : کاهش یا افزایش عملکرد واقعی جزء b می‌باشد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار SPSS 16 و مقایسه میانگین‌های به دست آمده آماری توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه شوید

اثر الگوی کشت بر عملکرد دانه شوید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف شنبليله و سه ردیف شنبليله + یک ردیف شوید به میزان ۸۶۰ و ۵۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در کشت نواری تعداد ردیف اصلی‌ترین موضوع در افزایش عملکرد در واحد سطح بود و باتوجه به تعداد ردیف بالاتر شوید در کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف شنبليله در واحد سطح عملکرد بالاتر آن طبیعی بود. گزارش شده است که در کشت مخلوط لگوم‌ها با غیرلگوم‌ها، فشار رقابتی بین دو گونه بر سر جذب نیتروژن کاهش می‌یابد، چرا که لگوم‌ها بیشتر نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق تثبیت بیولوژیکی و گونه مجاور بیشتر از نیتروژن معدنی خاک استفاده می‌نماید. در نتیجه کارایی مصرف عناصر غذایی از جمله نیتروژن افزایش و به دنبال آن رشد و فتوسنتز گیاهی بهبود می‌یابد (ویلی^۳، ۱۹۹۰).

به نظر می‌رسد در آرایش‌های مختلف کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف شنبليله و دو ردیف شوید + دو ردیف شنبليله شرایط مطلوبی برای بوته‌های شوید در دستیابی به شرایط و منابع محیطی فراهم شده و با بهره‌برداری مطلوب‌تر از این منابع و استفاده بهینه شوید از عناصر غذایی در کشت مخلوط با شنبليله بر عملکرد دانه شوید افزوده شد. از طرفی، گیاه شوید در مراحل اولیه رشد قدرت رقابت کمی با علف‌های هرز دارد و به همین علت پوشش سریع و مناسب سطح زمین توسط شنبليله در کانوپی مخلوط و در نتیجه عدم رشد علف‌های هرز از جمله عواملی است که می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه در این شرایط بسیار مؤثر باشد. از طرف دیگر کشت شوید به همراه گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن نیز از جمله دلایل مهم افزایش عملکرد این گیاه در تیمارهای کشت مخلوط است.

کومار^۴ و سینگ (۲۰۰۶) در کشت مخلوط خردل هندی و نخود دانه کبوتری نشان دادند که نسبت کاشت یک ردیف خردل و سه ردیف نخود دارای بیشترین عملکرد دانه در مقایسه با سایر نسبت‌های مختلف کاشت بود. کوچکی و همکاران (۱۳۹۲) با مقایسه ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط مرزنجوش و زعفران گزارش کردند که کشت مخلوط زعفران با مرزنجوش احتمالاً به دلیل سایه‌اندازی بر سطح خاک و در نتیجه مساعدتر شدن شرایط محیطی برای رشد بانه باعث بهبود تولید گل و عملکرد اقتصادی زعفران در مقایسه با تیمار کشت خالص شد. رضائی‌چیان و همکاران (۱۳۹۲) در کشت مخلوط زیره سبز و عدس اظهار داشتند که عملکرد زیره سبز در کشت مخلوط روی ردیف‌های کاشت و کشت مخلوط ردیفی با کشت خالص از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند که دلیل آن به خاطر افزایش توانایی گیاه برای جذب تشعشع بیشتر، افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط عدس بوده که در این حالت تخصیص منابع و توزیع آن‌ها بین گونه‌ها با کارایی بیشتری صورت گرفته و این امر منجر به بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش عملکرد دانه و بیولوژیکی زیره سبز شده است. محققان در بررسی کشت مخلوط گندم و باقلا دریافتند که عملکرد گندم در کشت مخلوط به دلیل کاهش فشار رقابتی بین دو گونه بر سر جذب نیتروژن و افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی از جمله نیتروژن افزایش یافت (توستی و تودوسی^۵، ۲۰۱۰).

4. Kumar and Singh
5. Tosti and Guiducci

1. Banik
2. Intercropping Advantage
3. Willey

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی شوید در الگوهای مختلف کشت مخلوط شنبليله و شوید

Table 2: Analysis of variance (mean of squares) of dill in different patterns in intercropping of dill and fenugreek

عملکرد اسانس Essential oil yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	درجه آزادی df	منابع تغییر Source of variation
2 ^{ns}	0.05 ^{ns}	2360.71 ^{ns}	137614.33 ^{ns}	2	تکرار Replication
91.41 ^{**}	0.73 ^{**}	59378.97 ^{**}	1296653.54 ^{**}	6	تیمار Treatment
5.99	0.07	2446.82	55655.44	-	خطا Error
13.38	9.8	7.42	6.20	12	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns و ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد
ns and ** Non significant, Significant at $P \leq 0.01$, respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین عملکرد کمی و کیفی شوید در الگوهای مختلف کشت مخلوط شنبليله و شوید

Table 3: Mean comparison of quantity and quality yield of dill at different intercropping patterns of dill and fenugreek

عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield (kg.ha ⁻¹)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	الگوی کشت Intercropping patterns
13.16c	2c	660c	3786.68c	کشت خالص Solecropping
17.78bc	3.27a	543.33d	3283.33d	یک ردیف شوید + یک ردیف شنبليله 1 rows dill+1 rows fenugreek
19.16b	2.67b	731.77bc	4010bc	دو ردیف شوید + یک ردیف شنبليله 2 rows dill+1 rows fenugreek
21.80b	2.53b	860a	4816.67a	سه ردیف شوید + یک ردیف شنبليله 3 rows dill+1 rows fenugreek
13.39c	2.50b	536.33d	3163.33d	دو ردیف شنبليله + یک ردیف شوید 1 rows dill+2 rows fenugreek
13.96c	2.70b	516.7d	3119.68d	سه ردیف شنبليله + یک ردیف شوید 1 rows dill+3 rows fenugreek
28.26a	3.47a	816.8ab	4416.7ab	دو ردیف شوید + دو ردیف شنبليله 2 rows dill+2 rows fenugreek

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range test

عملکرد بیولوژیکی شوید

شنبليله می‌تواند ناشی از الگوهای مکمل^۱ استفاده از منابع و اثرات متقابل تسهیل‌کنندگی^۲ بین دو گونه باشد. بنابراین به نظر می‌رسد در این آرایش کشت، شرایط مطلوبی برای بوته‌های شوید در دستیابی به شرایط و منابع محیطی فراهم شده است. نتایج حاصل از آزمایش کشت مخلوط کنجد و نخود نشان داد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی هر دو گونه در کشت ردیفی بالاتر از سایر روش‌های کاشت بود. محققان علت آن را به خاطر آرایش فضایی مناسب‌تر و استفاده بهینه گیاهان از منابع طبیعی در این نوع کشت نسبت داده‌اند (پورامیر و

اثر الگوهای مختلف کاشت بر عملکرد بیولوژیکی شوید در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۲). روند تغییرات عملکرد بیولوژیکی شوید مشابه عملکرد دانه آن بود. به طوری که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی (۴۸۱۶/۶۷) کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف شنبليله و کمترین عملکرد بیولوژیکی (۳۱۱۹/۳۳) کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط سه ردیف شنبليله + یک ردیف شوید به دست آمد (جدول ۳). افزایش عملکرد بیولوژیکی شوید در کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید + یک ردیف

1. Complementary pattern
2. Facilitative interaction

همکاران، ۱۳۸۹). جهانی و همکاران (۱۳۸۷) نیز در کشت مخلوط زیره سبز و عدس گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک زیره در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن برتری داشتند. محققان دیگری در بررسی کشت مخلوط رازیانه و شوید گزارش کردند که عملکرد دانه و بیولوژیکی هر دو گونه در کشت مخلوط به دلیل رقابت برون گونه‌ای کاهش یافت (کاروبا^۱ و همکاران، ۲۰۰۸).

درصد اسانس شوید

درصد اسانس تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کشت قرار گرفتند ($p \leq 0/01$) (جدول ۲). به طوری که بیشترین درصد اسانس (۳/۱ درصد) از کشت مخلوط نواری دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله و کمترین مقدار آن (۲ درصد) از کشت خالص حاصل شد. نتایج نشان داد سایر الگوهای کشت مخلوط نیز سبب افزایش معنی‌دار درصد اسانس شوید نسبت به تیمار کشت خالص شدند (جدول ۳). از آن جاکه اسانس‌ها جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و میزان آنها به شدت به میزان متابولیت‌های اولیه گیاهی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، کلروفیل‌ها و غیره) بستگی دارد. بنابراین هر عاملی که باعث افزایش فتوسنتز گیاهی گردد می‌تواند باعث بالا رفتن متابولیت‌های ثانویه گیاهی از جمله اسانس‌ها گردد.

چنین به نظر می‌رسد که در آزمایش حاضر وجود شرایط مناسب برای رشد بوته‌های شوید از جمله فراهم شدن نیتروژن در شرایط مخلوط با شنبلیله، استفاده بهینه از عناصر غذایی موجود در خاک و توزیع مطلوب‌تر نور توسط کانوپی مخلوط دو گونه باعث بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن سبب افزایش میزان اسانس در مقایسه با کشت خالص شده است. میزان تجمع اسانس علاوه بر موارد مذکور، تحت تأثیر عواملی چون ساختار ژنتیکی، تاریخ کاشت، ژنوتیپ، شرایط اقلیمی منطقه، حاصل‌خیزی خاک، تراکم و الگوی کاشت قرار می‌گیرد (آیان / و غلو^۲ و همکاران، ۲۰۱۲). در این آزمایش نیز میزان اسانس تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت. بنابراین، عوامل مذکور می‌تواند دلیل بالا بودن اسانس دانه شوید در کشت مخلوط باشد.

جهان (۱۳۸۷) در بررسی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار عنوان داشت که بالاترین میزان اسانس در نسبت‌های کمتر از ۵۰:۵۰ به دست آمده است. رضایی‌چیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس در

کشت دوم گزارش کردند که درصد اسانس زیره سبز در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از تیمار کشت خالص بود. به طوری که در بین الگوهای مختلف کشت، بیشترین درصد اسانس از کشت مخلوط روی ردیف‌های کاشت و کشت تک ردیفی به دست آمد.

عملکرد اسانس شوید

عملکرد اسانس تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کشت قرار گرفتند ($p \leq 0/01$). در مقایسه میانگین‌ها بالاترین عملکرد اسانس مربوط به کشت مخلوط نواری دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله با میانگین ۲۸/۲۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در کشت خالص شوید با میانگین ۱۳/۱۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). عملکرد اسانس برآیندی از عملکرد دانه و درصد اسانس دانه می‌باشد. بنابراین بالا بودن عملکرد اسانس در کشت مخلوط به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و درصد اسانس در این تیمارها بود. علیزاده و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه کشت مخلوط نواری و ردیفی ریحان و لوبیا نشان دادند که عملکرد اسانس ریحان در کشت خالص و کشت مخلوط چهار ردیف ریحان و دو ردیف لوبیا بیشتر از سایر تیمارها بود، اما از نظر درصد اسانس بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در آزمایشی که بر روی کشت مخلوط نعنای و سویا انجام شد، نتایج نشان داد که کیفیت و عملکرد اسانس نعنای در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود (مافی و موسیاری، ۲۰۰۳). محققان دیگری در کشت مخلوط زیره سبز و عدس نشان دادند که بالاترین عملکرد اسانس در کشت مخلوط تک ردیفی به دست آمد، ولی با افزایش عرض نوارها عملکرد اسانس زیره سبز به تدریج کاهش یافت (رضایی‌چیان و همکاران، ۱۳۹۲).

عملکرد دانه شنبلیله

اثر الگوی کشت بر عملکرد دانه شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($p \leq 0/01$) بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه از کشت خالص به میزان ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به میزان ۳۰۰ کیلوگرم از کشت مخلوط نواری سه ردیف شوید و یک ردیف شنبلیله حاصل شد (جدول ۵).

1. Carrubba
2. Ayanoglu

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی شنبليله در الگوهای مختلف کشت مخلوط شنبليله و شويده

Table 4: Analysis of variance (mean of squares) of fenugreek at different patterns in intercropping of dill and fenugreek

عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بيولوژيكي Biological yield	درجه آزادي df	منابع تغيير Source of variation
7935.77 ^{ns}	120757 ^{ns}	2	تكرار Replication
140062.65 ^{**}	1047186.19 ^{**}	6	تيمار Treatment
3702.93	44943.33	-	خطا Error
10.63	9.91	12	ضريب تغييرات (درصد) CV (%)

ns و ** به ترتيب غير معنی دار و معنی دار در سطح احتمال يك درصد
ns and ** Non significant, Significant at $P \leq 0.01$, respectively

جدول ۵: مقایسه میانگین عملکرد شنبليله در الگوهای مختلف کشت مخلوط شنبليله و شويده

Table 5: Mean comparison of yield of fenugreek at different intercropping patterns of dill and fenugreek

عملکرد دانه (کيلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بيولوژيكي (کيلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha ⁻¹)	الگوی کشت Intercropping patterns
940a	3103.33a	کشت خالص Solecropping
446.67d	1879.33cd	يك ردیف شويده + يك ردیف شنبليله 1 rows dill+1 rows fenugreek
402.67de	1557de	دو ردیف شويده + يك ردیف شنبليله 2 rows dill+1 rows fenugreek
300e	1410e	سه ردیف شويده + يك ردیف شنبليله 3 rows dill+1 rows fenugreek
570.68c	2186c	دو ردیف شنبليله + يك ردیف شويده 1 rows dill+2 rows fenugreek
727b	2604.33b	سه ردیف شنبليله + يك ردیف شويده 1 rows dill+3 rows fenugreek
619.33bc	2229bc	دو ردیف شويده + دو ردیف شنبليله 2 rows dill+2 rows fenugreek

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range test

نصيب آن می‌گردد. به نظر می‌رسد، کارایی بیشتر شويده در جذب منابع (نور، آب و مواد غذایی) در مقایسه با شنبليله و میزان کمتر جذب منابع در شنبليله در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سبب می‌شود تا عملکرد شنبليله در کشت مخلوط کاهش یابد. بنابراین، نقش غالبیت شويده در مقابل شنبليله را نباید نادیده گرفت.

حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که عملکرد گندم و کلزا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به دلیل رقابت بر سر منابع محیطی کاهش یافتند. قنبری و همکاران (۱۳۸۹) در کشت مخلوط ذرت و کدو گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه کدو در کشت خالص به دست آمد، اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کشت مخلوط

بالا بودن عملکرد دانه شنبليله در کشت خالص می‌تواند به دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای باشد که تحت این شرایط هر بوته شنبليله برای آشیان‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکرده و تمامی منابع موجود در اختیار شنبليله قرار گرفته است که این موضوع می‌تواند یکی از عوامل افزایش عملکرد این گیاه در کشت خالص باشد. از طرفی، پایین بودن عملکرد شنبليله در تیمارهای کشت مخلوط را می‌توان به افزایش رقابت بین گونه‌ای شويده با شنبليله و کاهش فضای زیستی نسبت داد که سبب کاهش جذب نور و کاهش رشد و فتوسنتز شنبليله شده و به دنبال آن عملکرد آن را کاهش داده است. عموماً در کشت مخلوط گونه همراهی که ارتفاع و شاخ و برگ بیشتری دارد نقش گیاه غالب را ایفا می‌کنند و سهم عمده‌ای از منابع موجود

وجود نداشت. در مطالعه کشت مخلوط نواری و ردیفی ریحان و لوبیا مشخص شد که بالاترین عملکرد دانه لوبیا از کشت خالص به‌دست آمد، ولی اختلاف عملکرد دانه بین کشت مخلوط ردیفی و کشت خالص لوبیا معنی‌دار نبود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). اصغری‌پور و خاتمی‌پور (۱۳۹۲) در کشت مخلوط ارزن دم روباهی با ماش، خدکا^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط عدس و خردل دریافتند که بالاترین عملکرد دانه ماش و عدس از تیمار کشت خالص به‌دست آمد. در کشت مخلوط عدس و شنبلیله گزارش شد که بالاترین عملکرد شنبلیله به‌دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی و بهبود اجزای عملکرد از کشت مخلوط ۲:۲ به‌دست آمد (شیرزادی^۲ و همکاران، ۲۰۱۱). به‌نظر می‌رسد کاهش عملکرد لگوم‌ها در کشت مخلوط به‌دلیل پایین بودن قدرت رقابتی این گیاهان با غیرلگوم‌ها می‌باشد، اما موقعی که لگوم‌ها با گیاهان قد کوتاه کشت می‌شوند نه تنها عملکرد آنها کاهش پیدا نمی‌کند، بلکه بهبود نیز می‌یابد.

عملکرد بیولوژیکی شنبلیله

اثر الگوهای مختلف کاشت بر عملکرد بیولوژیکی شلوید در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود. بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی ($31.03/33$ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی (14.10 کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط سه ردیف شلوید + یک ردیف شنبلیله حاصل شد (جدول ۵). اکثر محققان، علت کاهش عملکرد بیولوژیکی را به‌خاطر رقابت نوری بین اجزای عملکرد در کشت مخلوط گزارش کرده‌اند، چرا که در کشت مخلوط به‌خاطر رقابتی که برای جذب منابع از قبیل نور، آب، مواد غذایی و فضا برای دوگیاه زراعی ایجاد می‌شود، اغلب عملکرد گونه ضعیف کاهش می‌یابد (رضائی‌چیان و همکاران، ۱۳۹۲؛ زنگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی نتایج برخی از تحقیقات قبلی نشان داده است که در شرایطی که کشت دو گونه در یک زمان انجام شود، رقابت برای منابع شدیدتر شده و لذا کاهش عملکرد گونه ضعیف در این سیستم‌ها بیشتر به چشم می‌خورد.

علیزاده و همکاران (۱۳۸۹) در کشت مخلوط لوبیا و ریحان نشان دادند که به‌دلیل افزایش فشار رقابت بین گونه‌ای عملکرد بیولوژیکی لوبیا در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. محققان دیگری در مطالعه کشت مخلوط عدس و زیره عدس دریافتند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی

عدس به‌دلیل عدم وجود رقابت بین گونه‌ای از کشت خالص به دست آمد (رضائی‌چیان و همکاران، ۱۳۹۲). در بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا گزارش شده است که بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیکی لوبیا در کشت خالص و کمترین مقدار آن در الگوی ۴:۴ حاصل شده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱). در کشت مخلوط جو و شنبلیله مشخص شد که با افزایش سهم جو عملکرد بیولوژیکی شنبلیله به‌دلیل رقابت برون‌گونه‌ای کاهش یافت، اما در نسبت کاشت ۵۰:۵۰ عملکرد شنبلیله به‌دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی از قبیل نور و کنترل بهتر علف‌های هرز با کشت خالص اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (محمدی^۴ و همکاران، ۲۰۱۲).

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین جزئی شنبلیله و شلوید

با توجه به جدول ۶، بیشترین LER جزئی شلوید ($1/28$) از الگوی کشت مخلوط سه ردیف شلوید و یک ردیف شنبلیله کمترین LER جزئی شلوید ($0/79$) از تیمار سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شلوید به‌دست آمد. بیشترین LER جزئی شنبلیله ($0/77$) از الگوی کشت مخلوط سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شلوید و کمترین LER جزئی شنبلیله ($0/32$) از الگوی کاشت مخلوط سه ردیف شلوید + یک ردیف شنبلیله به‌دست آمد با توجه به اینکه هر دو گونه در این تیمارها از عملکرد بیشتری برخوردار بودند به همین دلیل توانسته بودند به LER بالا برسند. مقدار LER جزئی شلوید در تمامی تیمارها بالاتر از شنبلیله بود (جدول ۶).

بنابراین چنین می‌توان استنباط نمود که شلوید گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با شنبلیله اثر مثبت پذیرفته است. به‌عبارتی شنبلیله محیط را به نفع شلوید تغییر داده است که نشان از اثر مثبت شنبلیله بر شلوید دارد. کوچکی و همکاران (۱۳۸۹) در کشت مخلوط کنجد و شاهدانه نشان دادند که در تیمارهای مختلف کشت مخلوط، LER جزئی شاهدانه بالاتر از کنجد بود و شاهدانه گیاه غالب بوده و از کشت مخلوط با کنجد اثر مثبت پذیرفته است. در تحقیقی دیگری مشخص شد که در کشت مخلوط زیره سبز و عدس، نسبت برابری زمین جزئی زیره سبز نسبت به عدس بالاتر بود به‌طوری‌که بالاترین LER جزئی عدس ($0/84$) و زیره سبز ($0/95$) از تیمار کشت مخلوط ردیفی به‌دست آمد (رضائی‌چیان و همکاران، ۱۳۹۲). میر هاشمی و همکاران (۱۳۸۸) در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله

1. Khadka
2. Shirzadi
3. Zhang

4. Mohammadi

دریافتند که LER جزئی زنیان در تمامی تیمارها نسبت به شنبلیله بالاتر بود که نشان دهنده غالبیت زنیان بود.

جدول ۶: نتایج شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط شنبلیله و شوید
Table 6: Results of advantages indices of dill and fenugreek intercropping

سودمندی کشت کل IA	کاهش یا افزایش عملکرد کل Total AYL	کاهش یا افزایش عملکرد شنبلیله AYL of fenugreek	کاهش یا افزایش عملکرد شوید AYL of dill	نسبت برابری زمین کل Total LER	نسبت برابری زمین جزئی شنبلیله Partial LER of Fenugreek	نسبت برابری زمین جزئی شوید Partial LER of dill	الگوی کشت Intercropping patterns
0.37	0.6	0.64	-0.04	1.3	0.82	0.48	یک ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله 1 rows dill+1 rows fenugreek
0.52	0.95	0.65	0.30	1.52	1.09	0.43	دو ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله 2 rows dill+1 rows fenugreek
0.54	0.98	0.70	0.28	1.6	1.28	0.32	سه ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله 3 rows dill+1 rows fenugreek
0.85	1.37	1.45	-0.075	1.42	0.81	0.61	دو ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید 1 rows dill+2 rows fenugreek
1.28	2.18	2.16	0.026	1.56	0.79	0.77	سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید 1 rows dill+3 rows fenugreek
1.03	1.82	1.48	0.34	1.91	1.24	0.67	دو ردیف شوید + دو ردیف شنبلیله 2 rows dill+2 rows fenugreek

است (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). میرهاشمی و همکاران (۱۳۸۸) در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله، احمد^۱ و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط گندم و شنبلیله، جهان (۱۳۸۳) در کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار و رضوانی مقدم و مرادی (۱۳۹۱) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله مقدار LER را در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک گزارش کردند که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد.

کاهش یا افزایش عملکرد واقعی (AYL)

بالاترین میزان شاخص کاهش یا افزایش عملکرد جزئی شنبلیله (۰/۳۴) مربوط به کاشت مخلوط دو ردیف شنبلیله و دو ردیف شوید و کمترین (۰/۰۷۵-) میزان این شاخص از تیمار دو ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید حاصل شد. بیشترین میزان کاهش یا افزایش عملکرد جزئی شوید (۲/۱۶) از کاشت مخلوط سه ردیف شنبلیله و یک ردیف شوید و کمترین میزان این شاخص برای شوید (۰/۶۴) از کشت مخلوط یک ردیف شنبلیله و یک ردیف شوید به دست آمد.

محاسبه میزان کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل در مورد گونه‌های مذکور نشان داد که هیچ یک از الگوهای کشت مخلوط با تراکم‌های مورد بررسی افت عملکرد نداشت و تمامی مقادیر AYL عددی مثبت داشتند که نشان از مزیت کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد. بیشترین میزان کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل (۲/۱۸) از تیمار سه ردیف شنبلیله و یک

نسبت برابری زمین کل

مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی دار شاخص نسبت برابری زمین کل بین الگوهای مختلف کشت مخلوط بود. بالاترین LER کل (۱/۹) از الگوی کشت دو ردیف شنبلیله و دو ردیف شوید و کمترین مقدار آن (۱/۲۹) از کشت مخلوط یک ردیف شوید و یک ردیف شنبلیله حاصل شد (جدول ۶). با توجه به نتیجه آزمایش، در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این الگوهای کشت می‌باشد. بالا بودن نسبت برابری زمین از یک در کشت مخلوط را می‌توان به استفاده بهتر از منابع محیطی از قبیل آب، نور و مواد غذایی، تثبیت و جذب نیتروژن، بهبود کارایی مصرف نور، کاهش فشار رقابتی بین دو گونه و کاهش رشد و زیست توده علف‌های هرز نسبت داد (آینه‌بند، ۱۳۸۶؛ وندرمیر، ۱۹۸۹) و این موضوع نشان می‌دهد که تسهیل بین گونه‌های بیش از رقابت بین گونه‌ای بوده است.

حمزه‌ئی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر کشت مخلوط افزایشی جو با نخود به منظور کنترل علف‌های هرز مزرعه نخود، اظهار داشتند که با افزایش تراکم جو در مزرعه نخود، نه تنها علف‌های هرز به طرز مطلوبی کنترل شدند، بلکه کارایی استفاده از زمین نیز افزایش یافت و در کلیه تیمارهای کشت مخلوط مقدار LER بزرگ‌تر از یک به دست آمد. در کشت مخلوط لوبیا و ریحان، ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد کشت مخلوط ریحان و لوبیا بر کشت خالص آن‌ها برتری دارد و کشت مخلوط ردیفی بیشترین نسبت برابری زمین را به خود اختصاص داده

1. Ahmad

ردیف شوید حاصل شد که بیانگر سودمندی الگوی کشت مذکور در استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت بین گونه‌ای و درون‌گونه‌ای است و کمترین میزان این شاخص (۰/۶) مربوط به تیمار یک ردیف شنبلیله و یک ردیف شوید بود (جدول ۶). براساس مطالعات بانیک و همکاران (۲۰۰۰) برآورد شاخص افت واقعی عملکرد (AYL) علاوه بر بررسی رقابت بین گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه وضع هر گونه در مخلوط رقابت درون‌گونه‌ای را با جزئیات دقیق‌تری بیان می‌کند. متقیان و همکاران (۱۳۹۲) با برآورد شاخص‌های رقابتی به منظور بررسی وضعیت دو گونه در کشت مخلوط ریحان و کنجد گزارش کردند که به جزء تیمار ریحان ۲۵٪ + کنجد ۷۵٪ در سایر تیمارها کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل مشاهده نشد. منصوری و همکاران (۱۳۹۲) در کشت مخلوط ذرت با لوبیا، اسلامی خلیلی و همکاران (۱۳۹۰) در کشت مخلوط جو با باقلا، احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای و شایگان و همکاران (۱۳۸۷) در کشت مخلوط ذرت و ارزن دم‌روباهی نیز دریافتند که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط مقادیر AYL مثبت بود و افت عملکرد وجود نداشت. این محققان دلیل آن را به استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت بین گونه‌ای و درون‌گونه‌ای نسبت دادند.

سودمندی کشت مخلوط (IA)

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، تیمار کشت مخلوط سه ردیف شنبلیله + یک ردیف شوید بالاترین سودمندی کشت مخلوط (۱/۲۸) را در بین تیمارهای کشت مخلوط به خود اختصاص داد که این امر احتمالاً ناشی از ایجاد اشکوب‌های مختلف جهت بهره‌برداری بهتر از منابع محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی در این تیمار می‌باشد و کمترین شاخص

سودمندی کشت مخلوط (۰/۳۷) به تیمار یک ردیف شوید + یک ردیف شنبلیله مربوط بود که احتمالاً ناشی از افزایش رقابت برون‌گونه‌ای و کاهش اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه در این تیمار می‌باشد. نتایج مطالعات برخی از محققان در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، جو و ماشک گل خوشه‌ای گویای این امر است که سودمندی اقتصادی کشت مخلوط این گیاهان بیشتر از کشت خالص آنها می‌باشد (احمدی و همکاران ۱۳۸۹؛ شایگان و همکاران، ۱۳۸۷).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج نشان داد که عملکرد شوید و شنبلیله تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت قرار گرفت. به‌نظر می‌رسد در تحقیق حاضر شنبلیله شرایط مطلوبی را برای بوته‌های شوید در دستیابی به شرایط و منابع محیطی فراهم نمود و سبب افزایش عملکرد شوید گردید. اما عملکرد شنبلیله به دلیل غالبیت شوید در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از تیمار کشت خالص بود. در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. با برآورد شاخص‌های رقابتی به‌منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید هیچ یک از ترکیب‌های کشت مخلوط با تراکم‌های مورد بررسی افت عملکرد نداشت که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این الگوهای کشت می‌باشد. براساس نتایج حاصل می‌توان عنوان کرد که کشت مخلوط شوید و شنبلیله علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری و ثبات تولید، می‌تواند در افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر باشد.

منابع

- احمدی، ا.، دباغ محمدی نسب، ع.، زهتاب سلماسی، س.، امینی، ر. و جانمحمدی، ح. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۴ (۲): ۷۷-۸۷.
- اسلامی خلیلی، ف.، پیردشتی، ه. ا. و متقیان، آ. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد جو و باقلا در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۳ (۱): ۹۴-۱۰۵.
- اصغری پور، م. ر. و خاتمی‌پور، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر کود دامی بر عملکرد و کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و ماش. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۵ (۱): ۱۷۵-۱۹۰.
- امید بیگی، ر. ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، چاپ ششم، انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ صفحه.
- آینه‌بند، ا. ۱۳۸۶. اکولوژی بوم‌نظام‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه شهید چمران. اهواز. ۳۷۴ صفحه.
- بیگناه، ر.، رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. ۱۳۹۰. تأثیر کشت مخلوط گشنیز و شنبلیله بر برخی خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها. همایش ملی کشاورزی پایدار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا.
- پورامیر، ف.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. و قربانی، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنگد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۸ (۵): ۷۵۷-۷۴۷.
- جهان، م. ۱۳۸۳. بررسی جنبه‌های اکولوژیکی کشت مخلوط بابونه و همیشه بهار همراه با کود دامی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- جهانی کندی، م.، کوچکی، ع. ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۷. بررسی ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. دوره ۶ (۱): ۶۷-۷۸.
- حمزه‌ئی، ج.، سیدی، م.، احمدوند، گ. و ابوطالبیان، م. ع. ۱۳۹۱. تأثیر کشت مخلوط افزایشی بر سرکوب علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد نخود و جو. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲ (۳): ۴۳-۵۵.
- حمزه‌ئی، ج. و سیدی، م. ۱۳۹۱. تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا براساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۲ (۵): ۱۰۹-۱۳۰.
- رضائی چپانه، ا.، تاج‌بخش، م.، ولیزادگان، ا. و بنائی اصل، ف. ۱۳۹۲. بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس در کشت دوم. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵ (۴): ۴۶۲-۴۷۲.
- رضائی چپانه، ا.، خرم‌دل، س. و قره‌چالی، پ. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر کشت مخلوط تأخیری آفتابگردان و باقلا بر عملکرد و کارایی استفاده از زمین. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۷ (۱): ۱۸۳-۱۹۶.
- رضوانی مقدم، پ. و مرادی، ر. ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. مجله علوم گیاهان زراعی. ۴۳ (۲): ۲۳۰-۲۱۷.
- شایگان، م.، مظاهری، د.، رحیمیان مشهدی، ح. و پیغمبری، س. ع. ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت و ارزن دم‌روباهی بر عملکرد دانه آن‌ها و کنترل علف‌های هرز. مجله علوم زراعی ایران. ۱ (۱۰): ۳۱-۴۶.
- علیزاده، ی.، کوچکی، ع. ر. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات زراعی، عملکرد، اجزای عملکرد و پتانسیل کنترل علف‌هرز دو گیاه لوبیا و ریحان رویشی در شرایط کشت مخلوط. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۲ (۳): ۳۸۳-۳۹۷.
- قنبری، ا.، غدیری، ح.، غفاری مقدم، م. و صفری، م. ۱۳۸۹. بررسی کشت مخلوط ذرت و کدو و اثر آن بر کنترل علف‌های هرز. مجله علوم زراعی گیاهان ایران. ۴۱ (۱): ۴۳-۵۵.
- کوچکی، ع. ر.، شباهنگ، ج.، خرم‌دل، س. و عظیمی، ر. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر فاصله آبیاری و ترکیب‌های کشت مخلوط مرزنجوش و زعفران بر خنک شدن بنه‌ها به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب تغییر اقلیم. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱ (۳): ۳۹۰-۴۰۰.
- کوچکی، ع. ر.، نصیری محلاتی، م.، خرم‌دل، س.، انورخواه، س.، ثابت تیموری، م. و سنجانی، س. ۱۳۸۹. مطالعه شاخص‌های رشد شاهدانه و کنگد در دو نوع کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۲ (۱): ۳۰-۴۰.
- کوچکی، ع.، شباهنگ، ج.، خرم‌دل، س. و غفوری، ا. ۱۳۹۱. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱ (۲): ۱-۱۱.

- متقیان، آ.، پیردشتی، ه.، اکبرپور، و.، سراجپور، غ.، یعقوبی خانقاهی، م. و شریعت‌نژاد، س. ۱۳۹۲. بررسی عملکرد ریحان و کنجد در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵ (۳): ۲۴۳-۲۵۴.
- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ صفحه.
- منصوری، ل.، جمشیدی، خ.، راستگو، م.، صبا، ج. و منصوری، ح. ۱۳۹۲. تأثیر کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز در شرایط اقلیمی زنجان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱ (۳): ۴۹۲-۴۸۳.
- میرهاشمی، س. م.، کوچکی، ع.، پارسا، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ (۱): ۲۶۹-۲۵۹.
- Ahmad, W. R., Hassan, F. H., Ansar, M., Manaf, A. and Sher, A. 2013. Enhancing crop productivity through wheat (*Triticum aestivum* L.) fenugreek intercropping system. The Journal of Animal & Plant Sciences, 23 (1): 210-215.
- Ayanoglu, F., Mert, A., Aslan, N. and Gurbuz, B. 2002. Seed yields, yield components and essential oil of selected coriander (*Coriandrum sativum* L.) lines. Journal Herbs Spices Medicinal Plants, 9: 71-77.
- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P. K. and Bagchi, D. K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row- replacement series systems. Agronomy and Crop Sciences, 185: 9-14.
- Carrubba, A., la Torre, R., Saiano, F. and Aiello, P. 2008. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. Agronomy for Sustainable Development, 28: 247-256.
- Gliessman, S. R. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Arbor Press, 357 pp.
- Khadka, R., Joshi, S. and Chaudhary, R. B. 2013. Intercropping of chick pea and mustard on control of botrytis grey mold in western Terai, Nepal. Agronomy Journal of Nepal, 3: 89-96.
- Kumar, A. and Singh, B. P. 2006. Effect of row ratio and phosphorus level on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian mustard (*Brassica Juncea* L.) intercropping. Indian Journal of Agronomy, 51: 100-102.
- Maffei, J. and Mucciarelli, M. 2003. Essential oil yield in peppermint-soybean strip-cropping. Field Crops Research, 84: 229-240.
- Mohammadi, H., Pirdashti, H., Yazdani, M. and Abbasian, A. 2012. Changes of weed abundance and diversity in barley (*Hordeum vulgare*) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) intercropping. International Journal of Agronomy and Plant Production, 3: 788-793.
- Prasad, R., Singh, R., Sing, S. and Pal, M. 2001. Studies on intercropping potato with fenugreek. Acta Agronomica Hungarica, 49 (2): 189-191.
- Rajsawara Rao, R. B. R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row Spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L. f. piperascens Malin. ex Holmes). Crop Products, 16: 133-144.
- Shirzadi, M. H., Rezaei, S., Hemayati, S. S. and Abedid, M. 2011. Evaluation of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medikus) intercropping. Plant Ecophysiology, 3: 53-58.
- Tosti, G. and Guiducci, M. 2010. Durum wheat-fababean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. European Journal of Agronomy, 33: 157-165.
- Vandermeer, J. H. 1989. The Ecology of Intercropping, Cambridge. University Press, 297 pp.
- Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping system. Agriculture Water Management, 17: 215-231.
- Zhang, L., Van Der Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B. and Spiertz, J. H. J. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research, 107: 29-42.

Evaluation of Yield and Indices Advantages at Different Intercropping Patterns of Dill (*Anethum graveolens* L.) and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Rezaei-chiyaneh^{1*}, E., Tajbakhsh², M., Jamali³, M. and Ghiyasi⁴, M.

Abstract

In order to evaluate the effects of different intercropping patterns on yield components, yield and land use efficiency at different intercropping patterns of dill (*Anethum graveolens* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.), a field experiment was arranged based on a randomized complete block design with three replications at a farm located in West Azerbaijan province- city Nagadeh, Iran during growing season of 2011-2012. Treatments included row intercropping (one row of fenugreek + one row of dill), strip intercropping (two rows of dill + one rows of fenugreek, three rows of dill+ one rows of fenugreek, two rows of fenugreek + one rows of dill, three rows of fenugreek + one rows of dill, two rows of fenugreek + two of dill) and solecropping dill and fenugreek. Intercropping patterns had significant effect on all of mentioned traits. The highest grain yield and biological yield of fenugreek were achieved in solecropping with 940 and 3103 kg.ha⁻¹, respectively. Results showed that the maximum grain yield and biological yield of dill obtained of three rows of dill+ one rows of fenugreek with 860 and 4816.67 kg.ha⁻¹, respectively. The essential oil percentage (2.85) of all treatments was higher than solecropping (2). The highest Land equivalent ratio (1.90) was obtained in two rows of fenugreek+ two rows of dill. The maximum Actual yield loss (2.18) and Intercropping Advantage (1.28) were obtained in three rows of fenugreek+ one rows of dill that represents an increase advantages in intercropping than solecropping.

Keywords: Actual yield loss, Intercropping Advantage, Land equivalent ratio, Row intercropping, Sustainable agriculture

1, 4 and 2. Assistant Professors and Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Iran

3. Payame Noor University of Nagadeh, Iran

*: Corresponding author

Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir