ارزیابی شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط گیاهان دارویی زنیان و شنبلیله

۱- منیره زندی ۲- شیوا خالص‌رو* ۳- زاهد شریفی ۴- فریبا وفاعهد

۱ - دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

۲- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

Email: monirehzandi98@gmail.com
Email: sh.khalesro@uok.ac.ir
Email: z.sharifi@uok.ac.ir
Email: f.vafaahd1395@gmail.com

چکیده

کشت مخلوط یکی از راهکارهای موثر در افزایش عملکرد و حفاظت محیط زیست در نظام‌های کشاورزی پایدار است. به همین منظور آزمایشی جهت مقایسه نظام‌های تک کشتی و کشت مخلوط در سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کشت‌های خالص و الگوهای افزایشی و جایگزینی زنیان و شنبلیله با ۱۳ ترکیب تیماری در ۳ تکرار بود. نتایج آزمایش حاکی از برتری سیستم کشت مخلوط بود و بالاترین مقادیر شاخص‌های سودمندی نسبت برابری زمین (LER) و نسبت برابری سطح-زمان (ATER) به الگوی افزایشی ۱۰۰٪ زنیان و ۲۵٪ شنبلیله تعلق داشت.

کلمات کلیدی: کشاورزی پایدار، سری‌های افزایشی، سری‌های جایگزینی

مقدمه

با افزایش جمعیت و وقوع انقلاب سبز ورود کودهای شیمیایی برای افزایش تولیدات کشاورزی و تقویت بهره‌وری محصولات زراعی بیش‌تر گردید اما این شیوه کشاورزی نمی‌تواند بهره‌وری در بلند مدت راتضمین کند و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی سبب به خطر افتادن سلامت همگانی و محیط زیست می‌شود. برای رفع این مشکل پژوهشگران به دنبال راهکارهایی جهت جایگزین کردن شیوه های کشاورزی رایج هستند که ضمن کاهش پیامدهای منفی سبب حفظ سلامت محیط زیست و خاک باشند. این رویکرد جدید که به عنوان کشاورزی پایدار از آن یاد می‌شود، نیازمند اجرای عملیاتی است که تعادل اکولوژیکی بلند مدت در اکوسیستم را حفظ کند. هم‌چنین افزایش تولید محصولات از مزارع به گونه‌ای باشد که فشار کم‌تری به محیط زیست وارد شود [۱۶]. با توجه به محدودیت اراضی قابل کشت در جهان، افزایش تولید با صرف هزینه‌های هنگفت در واحد سطح امکان‌پذیر است. علاوه بر این، مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها و علف‌کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به همراه دارد [۲۰]. از این‌رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تأمین نمایند. در همین راستا یکی از راهکارهای کلیدی در نظام‌های کشاورزی پایدار، کاربرد کشت مخلوط با افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان است به طوری که تکامل و تولید پایدار برای نسل حاضر و نسل‌های آینده تأمین شود [۲۲].

زنیان با نام علمی (*Trachyspermum ammi* L.) گیاهی علفی، یکساله، از خانوده چتریان (Apiaceae) است. زنیان در طب سنتی به عنوان زیاد کننده شیر مادر، اشتهاآور، پادزهر حشرات و کژدم، رفع کننده اسهال، ضد تهوع، کاهش دهنده کلسترول خون، ضد تجمع پلاکت‌ها و منعقدکننده خون مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۴].

گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum- graldecum* L.) یکی از گیاهان دارویی بوده که در طب سنتی سابقه دیرینه داشته و خواص درمانی زیادی برای آن ذکر شده است [۱]. شنبلیله گره‌های تومور شکلی روی ریشه‌های خود دارد که در شرایط کمبود نیتروژن و در نتیجه آلودگی ریشه‌های موئین آن با دسته‌ای از باکتری‌ها ایجاد می‌شوند. باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن نیازمند مولیبدن می‌باشند که تأثیر بسزایی در تشکیل گره و کمیت و کیفیت محصول ایجاد می‌کند و سبب افزایش پتاسیم و فسفر خاک می‌شود که بخشی از آن در اختیار گیاه شنبلیله قرار گرفته و مازاد آن می‌تواند در محیط ریزوسفر ریشه آزاد گردد [۱۷].

بنابراین پژوهش حاضر جهت ارزیابی سیتم کشت مخلوط زنیان و گیاه شنبلیله با توانایی تثبیت نیتروژن انجام گردید که عملکرد و شاخصهای سودمندی در مقایسه با سیستم تک کشتی این گیاهان مورد سنجش قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۳ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص زنیان، کشت خالص شنبلیله، سری‌های جایگزینی ۵۰٪ زنیان + ۵۰٪ شنبلیله نواری، ٪۵۰ زنیان + ۵۰٪ شنبلیله ردیفی، ۷۵٪ زنیان + ۲۵٪ شنبلیله، ۲۵٪ زنیان + ۷۵٪ شنبلیله و سری‌های افزایشی شامل ۱۰۰٪ زنیان+ ۱۲/۵٪ ، ۲۵٪، ۳۷/۵٪، ۵۰٪، ۶۲/۵٪، ۷۵٪ و ۸۷/۵٪ شنبلیله بود. پس از مساعد شدن شرایط محیطی در بهار و رسیدن رطوبت زمین به حد ظرفیت زراعی، عملیات تهیه بستر به این صورت انجام شد که ابتدا زمین مورد نظر شخم زده شد و پس از آن تقسیم بندی کرت‌ها انجام گرفت. هر کرت شامل هشت ردیف کاشت بود. فاصله بین کرت‌های آزمایشی یک متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل هشت ردیف کاشت بود. در زمان رسیدگی، با در نظر گرفتن اثر حاشیه محصول تمام کرت برداشت و عملکرد دانه محاسبه شد.

نسبت برابری زمین (LER)

یکی از مهم‌ترین معیارها جهت محاسبه کارآیی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی، نسبت برابری زمین می‌باشد. نسبت برابری زمین از رابطه زیر محاسبه گردید [۱۱].

$$LER = \sum_{i=1}^{n} \frac{Yi}{Yii}$$

در این فرمول LER نسبت برابری زمین، Yi عملکرد گونه در کشت مخلوط در واحد سطح،Yii عملکرد گونه در تک‌کشتی در واحد سطح می‌باشد.

نسبت برابری سطح – زمان (ATER)

رشد گیاهان زراعی تابعی از سطح زمین و زمان می‌باشد. به گونه‌ای که بر خلاف LER که زمان در نظر گرفته نمی‌شود، در هم زمان و هم سطح زمین محاسبه می‌گردد [۱۱].

نسبت برابری سطح – زمان با استفاده از معادله زیر محاسبه شد.

$$ATER = ((YC \times Tcc / Ycc) + (Yt \times Ttt / Ytt)) / t$$

در این معادله YC و Yt به ترتیب به ترتیب عملکرد گیاهان اول و دوم در کشت مخلوط و Ycc و Ytt نیز به ترتیب عملکرد تک‌کشتی آن‌ها و Tcc و Ttt نیز به ترتیب مدت زمان رشد آن‌ها می‌باشد.

برای آنالیز داده ها از نرم افزار SAS و برای مقایسه میانگین از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه زنیان

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر الگوهای کاشت بر عملکرد دانه زنیان در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین الگوهای مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه نشان داد که در بین الگوهای کشت مخلوط، سری‌های افزایشی با تراکم ۲۵٪ و ۱۲/۵٪ شنبلیله برترین نسبت‌ها برای صفت مذکور بودند و بعد از آن‌ها نسبت‌های جایگزینی که تراکم بیش‌تری از زنیان را داشتند عملکرد دانه بیش‌تری نیز تولید نمودندکه البته در نسبت ۵۰٪ زنیان + ۵۰٪ شنبلیله آرایش کاشت ردیفی نیز نسبت به نواری در گروه آماری برتری قرار گرفت (جدول ۲). شاید بتوان دلیل آن را دسترسی بیش‌تر ریشه‌های گیاه زنیان به نیتروژن تثبیت شده حاصل از بوته‌های شنبلیله نسبت داد. در پی یافته‌های این پژوهش، سایر پژوهشگران با بررسی کشت مخلوط لوبیا و ذرت بیان نمودند که با افزایش تراکم ذرت در الگوهای کشت، عملکرد دانه ذرت افزایش یافت [۳]. میرهاشمی و همکاران نیز در بررسی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله دریافتند که در تراکم‌های پایین کشت مخلوط عملکرد دانه افزایش یافت در حالی که با افزایش تراکم شنبلیله در الگوهای کشت، عملکرد دانه در کشت خالص زنیان بیش‌تر از این الگوها بود و با افزایش تراکم شنبلیله، عملکرد دانه کاهش یافت [۱۲].

جدول۱- تجزیه واریانس اثر الگوهای کشت مخلوط زنیان و شنبلیله بر عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد دانه زنیان	عملکرد دانه شنبلیله	LER	ATER
بلوک	۱	۳۷۱۸۵/۶۶^{ns}	۳۰۳۷۳/۸۷۲^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۳۰/۷۲^{ns}
الگوی کشت	۱۱	۲۲۵۶۴۲/۳۳*	۷۰۰۴۰۲/۲۸۸**	۱/۸۴**	۳۰۶/۶۱۳**
خطا	۴۴	۲۸۹۶۴/۳۶	۱۵۸۸۹/۶۵	۰/۰۳۴	۱۱/۹۰۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۵/۲۳	۱۱/۷۳	۱۳/۲۶	۱۴/۶۲

ns، * و ** به ترتیب: بدون اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر الگوهای کشت مخلوط زنیان و شنبلیله بر عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی

الگوی کشت	عملکرد دانه زنیان (kg.ha)	عملکرد دانه شنبلیله (kg.ha)	LER	ATER
کشت خالص	۷۹۸/۲۱ C	۸۷۴/۹۶ a	-	-
٪۵۰ شنبلیله – ٪۵۰ زنیان ردیفی	۷۱۶/۲۷ cd	۴۶۲/۶۵ f	۱/۳۴ c	۱/۳۲g
٪۵۰ شنبلیله – ٪۵۰ زنیان نواری	۶۱۰/۴۶ e	۴۳۰/۵۹ fg	۱/۱۹ d	۱/۳۳g
٪۷۵ زنیان – ٪۲۵ شنبلیله	۷۷۹/۸۴ C	۴۷۷/۲۱ f	۱/۴۱ b	۱/۴۵e
٪۲۵ زنیان – ٪۷۵ شنبلیله	۴۴۴/۷۹ g	۷۸۳/۶۲ b	۱/۳۴ c	۱/۷۵a
٪۱۰۰ زنیان + ٪ ۱۲/۵ شنبلیله	۹۱۹/۸۲ b	۲۷۲/۰۸ h	۱/۴۹ b	۱/۴۳e
٪۱۰۰ زنیان + ٪ ۲۵ شنبلیله	۱۰۰۹/۶۸ a	۳۶۷/۰۲ g	۱/۶۸ a	۱/۷۶a
٪۱۰۰ زنیان + ٪ ۳۷/۵ شنبلیله	۷۳۳/۵۷ d	۴۲۵/۰۶ gh	۱/۳۳ c	۱/۵۶d
٪۱۰۰ زنیان + ٪۵۰ شنبلیله	۵۹۴/۴۹ ef	۵۴۴/۷۵ d	۱/۳۵ c	۱/۷ b
٪۱۰۰ زنیان + ٪ ۶۲/۵ شنبلیله	۶۱۲/۴۲ e	۵۷۸/۶۲ d	۱/۴۷ b	۱/۶۴c
٪۱۰۰ زنیان + ٪۷۵ شنبلیله	۵۸۴/۸۶ f	۶۷۱/۵۳ c	۱/۴۷ b	۱/۵۷d
٪۱۰۰ زنیان + ٪ ۸۷/۵ شنبلیله	۴۳۸/۵۹ gh	۷۶۴/۲۸ b	۱/۲۲ d	۱/۴f

میانگین‌های دارای حروف مشترک درهر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند

عملکرد دانه شنبلیله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه شنبلیله تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین به دست آمده نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد دانه شنبلیله به الگوی کشت خالص شنبلیله اختصاص داشت و بعد از آن الگوی کشت ۲۵٪ زنیان – ۷۵٪ شنبلیله تیمار برتر بود. اما همان طور که مشاهده می‌گردد کم‌ترین میزان این صفت نیز به الگوی کشت ۱۰۰٪ زنیان + ٪۱۲/۵ شنبلیله تعلق داشت (جدول ۲). با توجه به علل ذکر شده و هم‌چنین افزایش اجزاء عملکرد گیاه شنبلیله در کشت خالص آن، اختصاص بیشترین عملکرد دانه در الگوی مذکور دور از انتظار نمی‌باشد. در پژوهش‌های دیگری اثر الگوهای کشت مخلوط بر ارزن دانه‌ای – لوبیا چشم بلبلی، ذرت – لوبیا، گلرنگ – نخود و زعفران – نخودگزارشده است که بیش‌ترین عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه لگوم به کشت خالص آن تعلق داشته است [۳ و ۶ و ۸]. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج سایر مطالعات از جمله پژوهش‌های حمزه‌ئی و سیدی [۴] و رضایی‌چیانه و همکاران [۵] نیز مطابقت داشت.

نسبت برابری زمین

همان گونه که در نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱نشان داده شده است اثر الگوهای کشت بر نسبت برابری زمین کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همان گونه که مشاهده می‌شود الگوی ۱۰۰٪ زنیان + ۲۵٪ شنبلیله (۱/۸۶) بیش‌ترین و الگوی ۵۰٪ شنبلیله–۵۰٪ زنیان نواری (۱/۰۲) که با الگوی ۱۰۰٪ زنیان +٪ ۸۷/۵ شنبلیله دارای عدم اختلاف معنی‌داری بود،کم‌ترین میزان این شاخص را در بین الگوهای کشت به خود اختصاص دادند (جدول ۲). آن گونه که نتایج نشان می‌دهد در مجموع کشت شنبلیله در کنار زنیان اثر مثبتی بر این شاخص داشته است، احتمال می‌رود توانایی تثبیت نیتروژن به دلیل هم‌زیستی این گیاه با میکروارگانیسم‌های محیط ریزوسفری و وجود اختلافات مورفولوژیکی و رشدی هر دو گیاه از زمین مورد استفاده در این امر دخیل باشد. در این راستا محققان بسیاری در بررسی کشت مخلوط سیاهدانه – نخود [۹]، شبدر برسیم – ریحان [۷]، شنبلیله – انیسون [۱۰]، نخود – یولاف [۱۹] و ماش، باقلا – جو [۱۳] برتری نسبت برابری زمین در الگوهای کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص گزارش کردندکه میزان LER در تمام الگوهای کشت مخلوط بیش‌از یک بود. مطالعات متعدد دیگری نیز در تایید برتری کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی و بالاتر بودن شاخص LER ارائه شده است [۱۵].

نسبت برابری سطح – زمان

نتایج تجزیه واریانس حاصل از داده‌های نسبت برابری سطح–زمان در کشت مخلوط دوگیاه شنبلیله و زنیان نشان داد که اجرای الگوهای مختلف کشت، اثر معنی‌داری بر این شاخص در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین مقدار ATER کل در الگوی ۱۰۰٪ زنیان +٪ ۲۵ شنبلیله و الگوی ۲۵٪ زنیان – ۷۵٪ شنبلیله و کم‌ترین آن نیز در الگوی ۵۰٪ شنبلیله – ۵۰٪ زنیان ردیفی و نواری که دارای عدم اختلاف معنی‌داری بودند، مشاهده شد (جدول ۲). مقادیر این شاخص در الگوهای مختلف کشت مخلوط روند مشابهی با شاخص نسبت برابری زمین داشت (جدول ۲). سالاری و همکاران نیز بیان داشتند که

سودمندی نسبت سطح – زمان در الگوهای کشت مخلوط نخود و گلرنگ مشاهده شد [۶]. هم‌چنین در پژوهشی دیگر نیز مشاهده شد که میزان ATER در الگوهای کشت مخلوط ذرت با ماش و لوبیا چشم بلبلی بیش‌تر از تک‌کشتی بود [۲۱]. در بررسی کشت مخلوط سویا با ریحان و گاوزبان اروپایی دیده شده که شاخص ATER در الگوی ۷۵ درصد سویا با ۲۵ ردصد ریحان بالاتر از واحد بود و نشان داد که نسبت برابری زمان–سطح در کشت مخلوط به تک‌کشتی ارجحیت داشت [۲]. پژوهشگران دیگر نیز با بررسی شاخص نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان در کشت مخلوط گندم–نخود، کشت مخلوط را سودمندتر از تک‌کشتی گزارش کردند [۱۴]. سایر محققان نیز با بررسی کشت مخلوط شمعدانی و نعناع فلفلی بیان کردند که شاخص‌های LER و ATER افزایش یافت [۲۳].

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص سبب تولید عملکرد بیشتر برای گیاه زنیان گردید. بررسی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط شامل LER و ATER بیانگر برتری کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی بود و در این میان الگوی کشت مخلوط ٪۱۰۰زنیان + ٪۲۵شنبلیله، الگوی برتر بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه کردستان بابت حمایت مالی این پژوهش، قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. امیدبیگی ر. ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. صفحات ۱۵– ۱۱.
۲. باقری شیروان، م.، زعفریان، ف.، بیرچرانلو، ب. و اسدی، ق.ع. ۱۳۹۳. بررسی نسبت‌های مختلف جایگزینی کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) با دو گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) در شرایط تداخ علف هرز. جلد ششم، شماره اول، صفحات ۸۳–۱۷.نشر ارجمند، چاپ اول، ۲۲۲ صفحه.
۳. جوانمرد، ع.، دباغ محمدی نصب، ع.، جوانشیر، ع. و مقدم، م. ۱۳۹۱. اثر کشت مخلوط ذرت با لوبیا بر کیفیت و عملکرد. مجله کشاورزی و تولید پایدار، جلد سوم، شماره بیست و دوم، صفحات ۱۲۳– ۱۱۲.
۴. حمزه‌ئی، ج. و سیدی، م. ۱۳۹۱. تعیین مناسب‌ترین ترکیب کشت مخلوط گندم و کلزا بر اساس شاخص‌های زراعی، عملکرد کل و شاخص نسبت برابری زمین. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، دوره دوم، شماره پنجم، صفحات ۱۱۹–۱۰۹.
۵. رضائی چیانه، ا.، تاج‌بخش، م. و فتوحی چیانه، س. ۱۳۹۳. عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط نواری با زنیان تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، صفحات ۱۵–۱.
۶. سالاری، ف.، خالص‌رو، ش.، حیدری، غ. و غباری، ح. ۱۳۹۹. مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ و نخود در سیستم‌های کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی. علوم گیاهان زراعی ایران، جلد پنجاه و یکم، شماره سوم، صفحات ۱۳۸–۱۲۹.

۷. صفی‌خانی، س.، چایی‌چی، م.ر. و پوربابایی، ا.ع. ۱۳۹۲. مطالعه اثر منابع کودی نیتروژن (شیمیایی، بیولوژیکی و تلفیقی) بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه شبدر (*Trifolium alexandrinum*) در کشت مخلوط با ریحان (*Ocimum basilicum*). مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره چهل و چهارم، شماره دوم، صفحات۲۳۷-۲۴۸.

۸. قنبری، ا.ف نصیرپور، م. و توسلی، ا. ۱۳۸۹. بررسی خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کشت مخلوط ارزن دان‌های (*Panicum miliaceum* L.) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد دوم، شماره چهارم، صفحات ۵۶۴-۵۵۶.

۹. کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، برومند رضازاده، ز.، جهانی، م. و جعفری، ل. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران،جلد اول، شماره دوازدهم، صفحات ۸-۱.

۱۰. مردانی، ف. و بلوچی، ح.م. ۱۳۹۴. تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و برخی صفات کمی و کیفی شنبلیله و آنیسون. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد بیست و پنجم، شماره دوم، صفحات ۱۶-۱.

۱۱. مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۲۶۲ صفحه.

۱۲. میرهاشمی، م.، کوچکی، ع.، پارس،ا.م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد هفتم، شماره اول، صفحات ۲۶۹-۲۵۹

۱۳. *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(3): 202 -207.*

۱۴. *Banik, P., 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(4): 325 -332.*

۱۵. *Dua, V.K., Kumar, S. and Jatav, M.K. 2017. Effect of nitrogen application to intercrops on yield, competition, nutrient use efficiency and economics in potato (Solanum Tuberosum L.) + French bean (Phaseolus Vulgaris L.) system in north-western hills of India. Legume Research: Journal of An International, 40(4).*

۱۶. *Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., Bateman, I.J., Benton, T.G., Bloomer, P. and Herrero, M. 2013. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. Journal of Science, 341(6141): 33 -34.*

۱۷. *Gendy, A. 2013. Growth, yield and chemicals constituents of fenugreek as influenced by Rhizobium inoculation and molybdenum foliar spray. Middle East Journal of Agriculture Research, 2(3): 84 -92.*

۱۸. *Nielsen, H. and Jensen, E.S. 2001. Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil N availability. Journal of Field Crops Research, 72(3): 185 -196.*

۱۹. *Neumann, A., Werner, J. and Rauber, R. 2009. Evaluation of yield–density relationships and optimization of intercrop compositions of field-grown pea–oat intercrops using the replacement series and the response surface design. Field crops research, 114(2): 286 -294.*

۲۰. *Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Journal of Agriculture, ecosystems and environment, 109(1-2): 48-58.*

۲۱. *Sharma, A.R. and Behera, U.K. 2009. Recycling of legume residues for nitrogen economy and higher productivity in maize (Zea mays)–wheat (Triticum aestivum) cropping system. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 83(3): 197.*

۲۲. *Velten, S., Leventon, J., Jager, N. and Newig, J. 2015. What is sustainable agriculture? A systematic review. Sustainability, 7(6): 7833-7865.*

۲۳. *Verma, R.K., Chauhan, A., Verma, R.S., Rahman, L.U. and Bisht, A. 2013. Improving production potential and resources use efficiency of peppermint (Mentha piperita L.) intercropped with geranium (Pelargonium graveolens L. Herit ex Ait) under different plant density. Industrial crops and products, 44: 577-582.*

۲۴. *Zarshenas, M.M., Moein, M., Samani, S.M. and Petramfar, P. 2013. An overview on ajwain (Trachyspermum ammi) pharmacological effects; modern and traditional. Journal of natural Remedies, 14(1): 98-105.*