نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۳ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۱۸-۱

بررسی کارایی کشت مخلوط تریتیکاله *(Triticosecale)* با ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) با استفاده از شاخص‌های رقابت تحت سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی

طاهره صدرا[۱]، جواد حمزه‌ئی[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲۷
۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: j.hamzei@basu.ac.ir

چکیده

اهداف: کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یکی از راه‌های افزایش عملکرد و پایداری تولید در واحد سطح مطرح باشد. بنابراین، این آزمایش به‌منظور بررسی اجزاء عملکرد، عملکرد و شاخص‌های رقابت در کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل خوشه‌ای تحت تأثیر سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا همدان در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بصورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. خاک‌ورزی در سه سطح (شخم مرسوم، حداقل و بدون شخم) عامل اصلی و الگوی کاشت در پنج سطح (کشت خالص ماشک (M) و تریتیکاله (T) و کشت‌های مخلوط 50T:50M، 67T:33M و 33T:67M) عامل فرعی بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر خاک‌ورزی و الگوی کشت بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه تریتیکاله و تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه ماشک معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد دانه تریتیکاله و ماشک مربوط به شخم رایج و کشت خالص بود. بیشترین سودمندی بر اساس شاخص‌های نسبت برابری زمین (۱/۳۰) و ضریب نسبی تراکم (٤/٦٠) از الگوی کشت مخلوط ۵۰T+۵۰M بدست آمد. مثبت بودن مقادیر شاخص غالبیت و بالاتر بودن مقادیر نسبت رقابت در الگوی 50T:50M و 33T:67M برای گیاه تریتیکاله، بیانگر برتری رقابتی تریتیکاله نسبت به ماشک یا استفاده بهتر از نهاده‌ها در کشت مخلوط بوده است. کاهش یا افزایش عملکرد واقعی کل و سودمندی مخلوط در تریتیکاله و ماشک مثبت بود.

نتیجه گیری: بنابراین با برآورد شاخص‌های رقابتی به منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید در تیمارهای مختلف کشت مخلوط افت عملکرد واقعی کل وجود نداشت که نشان از برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد. بنابراین الگوی 50T+50M علاوه بر ایجاد تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم باعث حداکثر بهره وری از زمین می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تنوع زیستی، چند کشتی، سودمندی مخلوط، کشاورزی پایدار، شخم، نسبت برابری زمین

Evaluation of the Fficiemcy of Triticale (Triticosecale Wittmack) Intercropping with Winter Vetch (*Vicia villosa* L.) by Competitive Indices under Different Tillage Systems

Tahereh Sadra[1], Javad Hamzei[2*]

Received: 6 September 2020 Accepted: 15 February 2021
1- PhD Student of Crop Ecology, Dept. of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2- Assoc. Prof., Dept. of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
*Corresponding Author Email: j.hamzei@basu.ac.ir

Abestract

Background and Objective: Iintercropping can be considered as one of the ways to increasing the yield and production stability per unit area. So, this experiment in order to investigate yield components and yield as well as competition indices in triticale and winter vetch intercropping under different tillage systems done.

Materials and Methods: The experiment was conducted as a split plot based on randomized complete block design with three replications at the Bu-Ali Sina University. Three tillage levels (conventional, reduced and no tillage) were set as main plot and five planting patterns (sole cropping of winter wetch (M) and triticale (T) and intercropping of 50T+50M, 67T+33M and 33T+67M) were considered as sub plot.

Results: Results showed that tillage and planting pattern had a significant effect on number of spikes per m-2, number of seeds per spike, 1000-seed weight and biological and grain yield in triticale. Also, such significant impact was recorded for the number of pods per plant, number of seeds per plant, 100-seed weight and biological and grain yield in winter vetch. The highest grain yield for triticale and winter vetch was relvealed at sole cropping under conventional tillage. Highest LER (1.30) and RCC (4.60) were obtained from 50T+50M treatment. The positive values of the aggressivity and the higher values of the competition ratios in 50T+50M treatment for triticale indicates the competitive superiority of triticale over winter vetch or better using of inputs in intercropping. Actual yield loss and intercropping advantage were positive in triticale and winter vetch.

Conclusion: Therefore, by estimating the competitive indices in order to evaluate the ststuse of the two species in the intercropping, it was determined that in the different intercropping treatments, therewas no actual yeild loss which shows the superiority of intercropping over the sole cultivation of the two species. So, planting patterns of 50T+50M in addition to creating biodiversity and ecosystem sustainability, causes maximum productivity of the land.

Keywords: Biodiversity, Land Equivalent Ratio, Intercropping Advantage, Sustainable Agriculture, Tillage

مقدمه

در سال‌های اخیر شکاف بین تقاضا و تولید مواد غذای ناشی از افزایش جمعیت و کاهش اراضی قابل کشت در کره زمین به دلیل شهرنشینی افزایش یافته است. بنابراین، افزایش تولید محصولات زراعی با حداقل خسارت زیست محیطی امری ضروری می‌باشد (تیلمان

و همکاران ۲۰۱۱). امروزه کاربرد سیستم‌های خاک-ورزی رایج باعث فراهم شدن شرایط مناسب برای جوانه-زنی بذر، افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و عملکرد گیاه شده ولی در دراز مدت مشکلاتی از قبیل فرسایش، تخریب ساختمان خاک، افزایش معدنی شدن ماده آلی و کاهش عناصر غذایی موجود در خاک و در نهایت عدم شکل گیری پایدار اراضی زراعی را به دنبال دارد (قاسمی و همکاران ۲۰۱۶). از این رو، اتخاذ شیوه‌های خاک‌ورزی حفاظتی، به عنوان مثال سیستم‌های بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حداقل به میزان زیادی در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است. سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل با نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک به حفظ کیفیت و رطوبت خاک کمک کرده همچنین ترسیب کربن در خاک را افزایش می‌دهند. در این سیستم‌ها به دلیل ورود کمتر ماشین آلات و استفاده کمتر از سوخت‌های فسیلی هزینه تولید کاهش می‌یابد (یان و همکاران ۲۰۱۸) و بنابراین، نسبت به خاک‌ورزی مرسوم برتری دارند. یکی از موارد مهم در خاک‌ورزی حفاظتی کاهش سبز شدن و استقرار علف‌های هرز می باشد که در اثر تحریک کمتر بانک بذر علف‌های هرز و همچنین وجود بیشتر بقایا در سطح خاک است. از اینرو با افزایش تنوع گیاهان زراعی در واحد سطح بدون متحمل شدن هزینه‌های اضافی، می‌توان تولید را افزایش داد. یکی از راه‌های رسیدن به این مقصود انجام کشت مخلوط یعنی کشت دو یا چند گیاه زراعی به‌طور هم‌زمان در یک قطعه زمین می‌باشد (رازدوزمان و جنز ۲۰۱۷) کشت لگوم‌ها در مخلوط با گراس‌ها مزیت‌های فراوانی دارد که کارکردهای سازگار با محیط زیست و عملکرد پایدار را افزایش می‌دهند (داچن و همکاران ۲۰۱۷) از مهم‌ترین دلایل افزایش تولید در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب، نیتروژن و مواد غذایی موجود در خاک ذکر شده است. در واقع، کاهش رقابت منفی بین گیاهان کشت شده در مخلوط کلید اصلی رسیدن به عملکرد بالا می‌باشد (زاو و همکاران ۲۰۱۸). در این راستا جوانمرد و همکاران (۲۰۱۶) در ارزیابی زراعی، اکولوژیکی و اقتصادی کشت مخلوط گندم با نخود در شرایط دیم مراغه عنوان کردند که تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه نخود و تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه گندم تحت تأثیر الگوهای کاشت قرار گرفتند. به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه در هر دو گونه به کشت خالص تعلق داشت. محفوظ و میگور (۲۰۰۶) گزارش کردند که کشت مخلوط کلزا با نخود اثر معنی-داری بر اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف، وزن دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کلزا و نخود داشت. محققین در بررسی کشت مخلوط تأخیری ذرت و سویا مشاهده کردند عملکرد دانه سویا به دلیل استفاده بهینه از منابع محیطی نسبت به کشت خالص افزایش یافت (سابقی‌نژاد و همکاران ۲۰۱۹). پژوهشگران در بررسی کشت مخلوط باقلا و گندم بیان کردند که الگوهای مختلف کشت مخلوط عملکردهای بالاتری نسبت به کشت خالص این دو گیاه داشتند که این امر می‌تواند به دلیل بهبود کارایی کاربرد منابع در کشت‌های مخلوط نسبت به تک کشتی باشد (قنبری و لی ۲۰۱۲). براساس گزارش نامداری و محمودی (۲۰۱۳) بیشترین و کمترین عملکرد دانه مربوط به کشت خالص کلزا و نسبت کاشت (۷۵:۲۵ نخود-کلزا) بود. سابقی نژاد و همکاران (۲۰۱۹) نیز در بررسی شخم رایج و حداقل در کشت مخلوط چای ترش با سویا، بالاترین وزن هزار دانه را از خاک‌ورزی رایج گزارش کردند که با نتایج گورسوی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. تریپانی و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تأثیر عدم شخم و شخم رایج روی گندم، اختلاف معنی-داری بین عملکرد گندم در الگوهای خاک‌ورزی گزارش نکردند. از رایج‌ترین شاخص‌های تعیین سودمندی در کشت مخلوط، نسبت برابری زمین[1] می‌باشد که بیانگر سطحی از زمین مورد نیاز برای تولید در شرایط تک کشتی است. نسبت برابری زمین بالاتر از یک نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی و کم‌تر از یک برتری کشت خالص است. در بررسی نخ‌زری و همکاران

[1]- Land Equivalent Ratio (LER)

(۲۰۱۳) در کشت مخلوط جو و خردل علوفه‌ای نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. ضریب نسبی تراکم[۲] برای ارزیابی اثرات رقابت استفاده می‌شود. اگر ضریب نسبی تراکم بیشتر از یک باشد کشت مخلوط سودمند واگر کمتر باشد کشت خالص سودمند می‌باشد و اگر برابر یک باشد در کشت مخلوط حالت موازنه یا تعادل وجود دارد و کشت مخلوط هیچ مزیتی نسبت به کشت خالص ندارد (دهیما و همکاران ۲۰۰۷). فلاح و همکاران (۲۰۱٤) در کشت مخلوط کلزا با نخود فرنگی بالاترین ضریب نسبی تراکم را گزارش کردند. شاخص غالبیت[۳]، رابطه رقابتی بین دو گیاه در کشت مخلوط را نشان می-دهد. اگر این ضریب برابر صفر باشد نشان می‌دهد که بین دو گونه هیچ نوع رقابتی وجود ندارد و به عبارت دیگر رقابت درون گونه‌ای با برون گونه‌ای برابر است. علامت‌های مثبت و منفی به‌ترتیب نشان دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌ها است. مشهدی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی کشت مخلوط گندم با نخود زراعی گزارش کردند گندم گیاه غالب و نخود مغلوب بود. نسبت رقابت[٤] اندازه‌گیری بهتری از توانایی رقابتی گیاهان می‌دهد و شاخص مطلوب‌تری نسبت به ضریب نسبی تراکم و غالبیت است (دهیما و همکاران ۲۰۰۷). پژوهشگران در بررسی کشت مخلوط کنجد با لوبیا نسبت رقابت کنجد را بالاتر از لوبیا گزارش کردند (امینی فر و همکاران ۲۰۱٦). کاهش عملکرد واقعی[۵]، کاهش عملکرد یا سودمندی هر گیاه را در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص نشان می‌دهد (بانیک و همکاران ۲۰۰٦). علامت مثبت نشان دهنده‌ی افزایش عملکرد واقعی و علامت منفی نشان دهنده‌ی کاهش عملکرد واقعی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. عاصم و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی کشت مخلوط پنبه با بادام زمینی و سورگوم کاهش واقعی عملکرد پنبه و افزایش واقعی عملکرد بادام زمینی و سورگوم را گزارش کردند. در بررسی [٦]شاخص سودمندی کشت مخلوط علامت مثبت بیانگر سودمندی اقتصادی کشت مخلوط است و علامت منفی نشان دهنده کاهش سودمندی اقتصادی است. در بررسی ییلماز و همکاران (۲۰۰۸) در کشت ذرت و لوبیا این شاخص در غله مثبت و در لگوم منفی بود. برای تعیین سودمندی کشت مخلوط، کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی هر محصول در قیمت آن ضرب سپس مجموع آنها تعیین می‌گردد. اگر علامت این ضریب مثبت باشد کشت مخلوط سودمندی اقتصادی دارد و علامت منفی نشان دهنده کاهش سودمندی اقتصادی کشت مخلوط میباشد (ییلماز و همکاران ۲۰۰۸) . تجندرا چاپاگین و همکاران (۲۰۱۸) عملکرد کل خروجی[۷] در کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی رانسبت به کشت خالص بالاتر عنوان نمودند. با توجه به اهمیت گیاهان علوفه‌ای و نقش آنها در تغذیه دام و فرآورده‌های دامی و همچنین اهیمت گسترش سیستم-های کشاورزی پایدار و نبود اطلاعات کافی در مورد کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای تحت الگوهای مختلف خاک‌ورزی، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تأثیر الگوهای مختلف خاک‌ورزی در کشت خالص و مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد، نسبت برابری زمین و شاخص‌های رقابت در شرایط آب و هوایی همدان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عملکرد و برخی شاخص‌های رقابتی در کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک گل خوشه‌ای آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان واقع در روستای دستجرد شهر همدان اجرا شد. آزمون تست خاک، بافت خاک محل اجرای آزمایش را لومی با pH برابر با ۷/۵ نشان داد. نتایج آنالیز خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

2- Relative Crowding Coefficient (RCC)
3- Aggressivity (A)
4- Competitive Ratio (CR)
5- Actual Yield Loss (AYL)
6 -Intercropping Advantage (IA)
7- Total land output

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک	فسفر قابل‌جذب (ppm)	پتاسیم جذب قابل (ppm)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	pH	هدایت الکتریکی (dS.m-1)	کربنات کلسیم (%)
۲۵	٤٦	۲۹	لومی	۱۰/٦	۲۱۰	۰/۰۸۳	۰/۷۳	۷/۵	۰/۷٦	۸/۸

رقم تریتیکاله مورد استفاده در این آزمایش سناباد بود. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرارانجام گرفت. خاک‌ورزی به عنوان عامل اصلی در سه سطح خاک‌ورزی رایج[8]، خاک-ورزی کاهشی[9] و بدون خاک‌ورزی[10] اجرا شد. در عامل بدون خاک‌ورزی از هیچ گونه ادواتی که خاک را جابجا کند و یا تخریبی در ساختمان خاک ایجاد کند استفاده نشد و تنها با ایجاد شیاری به عمق ۵ سانتی‌متر در سطح خاک، کشت صورت گرفت. در سیستم خاک‌ورزی کاهشی از چیزل و در سیستم خاک‌ورزی رایج بر اساس عملیات رایج شامل یک مرحله شخم با گاو آهن برگرداندار و یک مرحله دیسک جهت خرد کردن کلوخه‌ها استفاده شد. عامل دوم الگوی کشت در پنج سطح شامل کشت خالص تریتیکاله (100T)، کشت خالص ماشک (۱۰۰M)، کشت‌های مخلوط جایگزینی ٦۷ درصد تریتیکاله + ۳۳ درصد ماشک (33M+67T)، ۵۰ درصد تریتیکاله + ۵۰ درصد ماشک (۵۰T+ ۵۰M)، ۳۳ درصد تریتیکاله + ٦۷ درصد ماشک (۳۳T+٦۷M) بود. عملیات کاشت تریتیکاله و ماشک گل‌خوشه‌ای به طور هم‌زمان در تاریخ ۱۵ مهر ماه سال ۱۳۹۷ به صورت دستی انجام شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. همچنین، نیاز غذایی تریتیکاله به عنوان گیاه اصلی لحاظ شد و به میزان ۱۲۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار قبل از کاشت به مزرعه اضافه و با خاک مخلوط شد. در کشت خالص تریتیکاله و تمامی الگوهای کشت مخلوط نیز ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در سه مرحله ($\frac{1}{3}$ در زمان کاشت، $\frac{1}{3}$ در زمان ساقه رفتن و $\frac{1}{3}$ مابقی نیتروژن در مرحله بوتینگ به خاک اضافه شد. در کرت‌های آزمایشی هشت ردیف کشت با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در پایان فصل رشد عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای تعیین شد. بدین صورت که صفاتی از قبیل تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه تریتیکاله و تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه ماشک گل‌خوشه‌ای تعیین شد. برای تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک هر دو گونه تریتیکاله و ماشک گل‌خوشه‌ای نیز با حذف اثرات حاشیه، اوایل تیرماه از سطحی معادل دو متر مربع نمونه‌برداری صورت گرفت. پس از خشک شدن، نمونه‌ها با ترازوی ۰/۰۱ توزین و عملکرد بیولوژیک ثبت شد. سپس در هر واحد آزمایشی، دانه‌ها از کاه و کلش جدا و توزین شدند و عملکرد دانه تریتیکاله (با ١٤ درصد رطوبت) و عملکرد دانه ماشک گل‌خوشه‌ای (با ۱۲ درصد رطوبت) تعیین شد. جهت محاسبه شاخص‌های رقابتی از معادلات ۱ تا ۷ استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزارآماری SAS 9.4 صورت گرفت و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

[8] - Conventional tillage
[9] - Reduced tillage
[10]- No- tillage

[1] نسبت برابری زمین

$$LER = (Yab / Yaa) + (Yba / Ybb)$$

[۲] ضریب نسبی تراکم

$$K = Ka \times Kb$$

$$Ka = (Yab \times Zba) / (Yaa - Yab)(Zab)$$
$$Kb = (Yba \times Zab) / (Ybb - Yba)(Zba)$$

[۳] غالبیت برای گیاه a

$$Aa = (Yab / Yaa \times Zab) - (Yba / Ybb \times Zba)$$

غالبیت برای گیاه b

$$Ab = (Yba / Ybb \times Zba) - (Yab / Yaa \times Zab)$$

[4] نسبت رقابتی a

$$CRa = (LERa / LERb) \times (Zba / Zab)$$

نسبت رقابتی b

$$CRb = (LERb / LERa)(Zab / Zba)$$

[5] کاهش یا سودمندی عملکرد واقعی

$$AYL = AYLa + AYLb$$

برای گیاه a

$$AYLa = ((Yab / Zab) / (Yaa / Zaa)) - 1$$

برای گیاه b

$$AYLb = ((Yba / Zba) / (Ybb / Zbb)) - 1$$

[6] سودمندی مخلوط

$$IA = IAa + IAb$$
$$IAa = AYLa \times Pa$$
$$IAb = AYLb \times Pb$$

[۷] کل خروجی از زمین

$$TLO\ (t.ha^{-1}) = Crop_1 yield\ (non\text{-}legume\ or\ main\ crop,\ t.ha^{-1}) + Crop_2\ yield\ (legume\ or\ intercrop,\ t.ha^{-1})$$

Zab: نسبت گیاه a در کشت مخلوط

Yab: عملکرد گیاه a در کشت مخلوط

Zba: نسبت گیاه b درکشت مخلوط

Yaa: عملکرد گیاه a درکشت خالص

Zaa: نسبت گیاه a در کشت خالص

Yba: عملکرد گیاه b در کشت مخلوط

Zbb: نسبت گیاه b در کشت خالص

Ybb: عملکرد گیاه b در کشت خالص

نتایج و بحث

صفات تریتیکاله

تعداد سنبله در مترمربع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نظام‌های خاک-ورزی و نسبت‌های مختلف کشت و برهمکنش آنها بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین و کمترین تعداد سنبله مربوط به خاک‌ورزی رایج در کشت خالص تریتیکاله (۹۶۰ سنبله در متر مربع) و بدون خاک‌ورزی در تیمار ۳۳T+67M (۱۱۵ سنبله در مترمربع) بود. در واقع با کاهش تراکم تریتیکاله در الگوهای کاشت، تعداد سنبله در متر مربع کاهش یافت (جدول ٤). به عبارت دیگر کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تریتیکاله، به‌دلیل جایگزینی بخشی از سطح زیر کشت توسط ماشک گل خوشه‌ای و رقابت دو گونه بر سر منابع مشترک از قبیل نور، آب و مواد غذای می‌باشد. بارکر و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط گندم با باقلا و صالحی و همکاران (۲۰۱۸) در کشت مخلوط تریتیکاله با لگوم‌های یک‌ساله و سلیمانپور و همکاران (۲۰۱٦) در کشت مخلوط گندم، جو و تریتیکاله در مخلوط با لگوم‌ها بیشترین تعداد سنبله در مترمربع را از کشت خالص گزارش کردند.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر خاک‌ورزی و الگوهای مختلف کشت بر تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه درسنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تریتیکاله

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۷۷۴۸^{ns}	۸۵**	۱۷۶**	۱۱۴۵۴۳**	۱۱۵۹۱*	۲۷^{ns}
خاک‌ورزی	۲	۲۹۸۰۰۱**	۴۷۸**	۶۸۵**	۱۰۲۲۰۳۷**	۳۱۰۶۹۶**	۲۷۰^{ns}
خطای اصلی	۴	۴۷۵۸	۱۶	۶۰	۴۶۳۵۱	۳۸۶۴	۱۱۵
الگوی کاشت	۳	۴۹۲۲۳۳	۸۱۹**	۴۰۱**	۷۶۸۴۴۵**	۳۲۵۹۴۸**	۵۴۵**
خاک‌ورزی × الگوی کاشت	۶	۱۴۹۲۰**	۲۷^{ns}	۴۴۱**	۵۲۷۲۴**	ns۹۹۳۳	۲۸^{ns}
خطای فرعی	۱۸	۱۹۶۴	۸	۲۸	۱۵۵۹۹	۲۵۶۸	۵۷
ضریب تغییرات (٪)	___	۱۳/۹	۱۱/۹	۸/۵	۱۰/۶	۱۲/۱	۱۷/۶

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد

تعداد دانه در سنبله

تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و الگوهای مختلف کاشت قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوریکه بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله مربوط به خاک‌ورزی مرسوم (۴۰ عدد) و بدون خاک‌ورزی (۲۸ عدد) بود (جدول ۳). سیستم مرسوم به‌دلیل دمای بیشتر خاک در مقایسه با سایر سیستم‌های خاک‌ورزی شرایط بهتری برای رشد گیاهچه فراهم کرده لذا گیاه از شرایط محیطی استفاده بیشتری داشته که تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در سنبله دارد. (راچل و آندرو ۲۰۱۶). درالگوهای مختلف کاشت بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۳ عدد) از تیمار 50T+50M بدست آمد و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۳ عدد) مربوط به کشت خالص تریتیکاله بود، به‌طوریکه در مقایسه با تیمار 50T+50M، ۴۶/۵ درصد کاهش در تعداد دانه در سنبله را نشان داد (جدول ۳). در کشت خالص نفوذ نور به داخل کانوپی کم شده و جذب نور توسط اندام‌های فتوسنتز کننده و انتقال آسیمیلات به اندام زایشی کاهش یافته در نتیجه تعداد دانه کمتری در سنبله تشکیل می‌شود (نخ زری و همکاران ۲۰۱۶). در تیمار 50T+50M به‌دلیل الگوی مناسب کاشت رقابت بین گونه‌ی کمتر از رقابت درون گونه‌ای می‌باشد و در نتیجه تمایز نیچ استفاده کارآمدتری از منابع محیطی صورت می‌گیرد و تعداد دانه در سنبله افزایش می‌یابد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و شاخص برداشت تریتیکاله تحت تأثیر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت

		تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (٪)
خاک‌ورزی	رایج	۴۰^{a}	۶۶۵^{a}	۴۴^{a}
	کاهشی	۳۲^{b}	۵۴۲^{a}	۴۶^{a}
	صفر	۲۸^{c}	۳۴۶^{b}	۳۷^{a}
نسبت‌های کاشت	۶۷M:۳۳T	۳۹^{b}	۲۶۰^{d}	۳۱^{b}
	۵۰M:50T	۴۳^{a}	۵۰۱^{c}	۴۵^{a}
	۳۳M:67T	۲۸^{c}	۶۰۲^{b}	۴۷^{a}
	00M:100T	۲۳^{d}	۷۰۶^{a}	۴۷^{a}

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

صادق پور و جهان زاده (۲۰۱۲) در بررسی کشت مخلوط یونجه یکساله با جو، گزارش کردند با افزایش تراکم یونجه از تعداد دانه در سنبله جو کاهش یافت که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. در تحقیق انجام شده در کشت مخلوط جو بهاره با ماشک گل خوشه‌ای، کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی افزایش تعداد دانه در سنبله جو را نشان داد (کهراریان و همکاران ۲۰۱۸).

وزن هزار دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت و برهمکنش آنها بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (٤٨ گرم) و کمترین (۲۳ گرم) وزن هزار دانه به ترتیب مربوط به تیمار بدون خاک‌ورزی در کشت خالص تریتیکاله و خاک‌ورزی رایج در الگوی 67T+33M بود (جدول ٤). در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص وزن هزار دانه کاهش یافت که ناشی از افزایش رقابت بین گونه‌ای بر سر منابع مشترک و کاهش دسترسی گیاه به شیره پرورده می‌باشد (رضایی چیانه و همکاران ۲۰۱٤). در واقع با افزایش تعداد دانه در بوته سهم هر یک از اندام های زایشی از مواد فتوسنتز کاهش یافته در نتیجه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. فانگ و همکاران (۲۰۱٦) در کشت مخلوط ذرت با گندم بیانگر کاهش وزن هزار دانه گیاهان ذکر شده در الگوی مخلوط نسبت به خالص بودند که با نتایج حاصل مطابقت دارد. همین‌طور نامداری و محمودی (۲۰۱۳) در بررسی کشت مخلوط کلزا با نخود بالاترین وزن هزار دانه را از کشت خالص کلزا و نسبت کاشت ۷۵:۲۵ (نخود-کلزا) با میانگین ٤/۹ و ۳/۹ گرم و کمترین وزن هزار دانه با میانگین ۳/۳ گرم را از نسبت ۵۰:۵۰ بدست آوردند.

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاک‌ورزی × الگوی کاشت برای صفات اندازه گیری شده در ترتیکاله

خاک‌ورزی	الگوی کاشت	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه (g)	عملکرد بیولوژیک ($g.m^{-2}$)
شخم رایج	67M:33T	۲۵۸^{h}	۲۳^{ef}	۹۷٦^{efg}
	50M:50T	۵۵۰^{de}	۲٦^{e}	۱۳۲۹^{cd}
	33M:67T	۸۱۸^{b}	۳۱^{d}	۱٦۲۷^{b}
	۰M:100T	۹٦۰^{a}	۳۳^{d}	۲۰۰۳^{a}
شخم حداقل	67M:33T	۲٤۷^{h}	۳۷^{c}	۸٤٦^{gh}
	50M:50T	۳۳۷^{ef}	۳۱^{d}	۱۱٤۸^{def}
	33M:67T	٦۱۰^{cd}	۳۷^{c}	۱۲٤٤^{cd}
	۰M:100T	۷۲۰^{bc}	٤٤^{b}	۱۳۹۹^{c}
بدون شخم	67M:33T	۱۱۵^{i}	٤۰^{bc}	٦۸۵^{h}
	50M:50T	۲۷۰^{gh}	۳۲^{d}	۷۹۰^{gh}
	33M:67T	۳۸۱^{fg}	٤۳^{b}	۹۵۵^{fg}
	۰M:100T	۵٦۰^{d}	٤۸^{a}	۱۱۷٦^{de}

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد تأثیرنظام‌های مختلف خاک‌ورزی و الگوی کاشت و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی-دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی مربوط به کشت خالص و الگوی

کشت 33T+67M بود (جدول ٤). افزایش عملکرد بیولوژیک در کشت خالص به‌دلیل نبود رقابت بین گونه ای، اما کاهش در کشت مخلوط به‌دلیل وجود رقابت بین گونه‌ای و کاهش تراکم تریتیکاله بود. همین‌طورافزایش عملکرد بیولوژیک درالگوی 67T+33M نسبت به سایر الگوهای مخلوط به این دلیل است که علاوه بر نسبت بالای تریتیکاله در این الگوی کشت در مقایسه با سایر تیمارهای مخلوط، نیتروژن یکی از عناصر اصلی فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی می‌باشد که در کشت مخلوط توسط ماشک تأمین می‌شود و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک تریتیکاله می‌شود در واقع تریتیکاله از شرایط بهینه، که گیاه همراه برای آن فراهم می‌کند، حداکثر استفاده را می-برد. محققین عنوان نمودند در کشت مخلوط ذرت و سویا، بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به کشت خالص ذرت بود (کلانتری و همکاران ۲۰۱۸) که با نتایج حاصل مطابقت دارد. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک تک کشتی غلات بیشتر از کشت مخلوط با نخود بود. در مطالعه لامعی هروانی (۲۰۱۲) در کشت مخلوط جو با خلر و تریتیکاله بیشترین عملکرد بیولوژیک در تک کشتی جو مشاهده شد.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس برای عملکرد دانه نشان دهنده اثر معنی‌دار الگوی خاک‌ورزی و نسبت‌های کاشت در سطح یک درصد بر این ویژگی بود (جدول ۲). بیشترین (٦٦٥ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه (٣٦٤ گرم در مترمربع و با ٤٥/٢ درصد کاهش نسبت به خاک‌ورزی رایج به ترتیب به خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی اختصاص داشت (جدول ۳). این کاهش عملکرد به‌دلیل هجوم علف‌های هرز در تیمار بدون خاک‌ورزی می‌باشد. کشت خالص تریتیکاله دارای بالاترین عملکرد دانه (٧٠٦ گرم در مترمربع) بود. تک کشتی تریتیکاله به‌دلیل اینکه از تراکم ۱۰۰ درصدی برخوردار بود، عملکرد بالاتری نیز داشت. افزایش عملکرد دانه در کشت خالص تریتیکاله در مقایسه با الگوهای کشت 67T+33M ، 50T+50M و 33T+67M به ترتیب ١٤/٧، ۲۹ و ٦٣/١ درصد بود (جدول ۳). مشابه چنین نتایجی را محققین بر روی کشت مخلوط شنبلیه با انیسون بدست آوردند (مردانی و همکاران ۲۰۱۵). حمزه‌یی و سیدی (٢٠١٤) در ارزیابی کشت مخلوط جایگزینی نخود و جو، علت کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی را افزایش رقابت بین گونه‌ای و محدودیت منابع در دسترس بیان کردند. رضوانی‌مقدم و مرادی (۲۰۱۳) افزایش عملکرد بذر زیره سبز و شنبلیه در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط را افزایش تراکم در کشت خالص بیان کردند. آزمایش صورت گرفته در کشت مخلوط آفتابگردان و ماش نشان دهنده افزایش ۲۲ درصدی عملکرد دانه آفتابگردان در مقایسه با کشت خالص بود (کاندهرو و همکاران ۲۰۰۷). کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط گشنیز و باقلا نسبت به کشت خالص نیز گزارش شده است (ولیزادگان ۲۰۱۵).

شاخص برداشت

شاخص برداشت تریتیکاله به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کاشت در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). در بین الگوهای کشت بالاترین شاخص برداشت از کشت خالص تریتیکاله (٤٧ درصد) بدست آمد به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری با الگوی کشت 67T+33M و 50T+50M نداشت و کمترین شاخص برداشت (۳۱ درصد) مربوط به الگوی 33T+67M (جدول ۳). بالا بودن شاخص برداشت نشان دهنده تخصیص بیشترمواد فتوسنتزی بین مخزن‌های اقتصادی می‌باشد که با یافته های نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) هماهنگ است. ماشک تثبیت کننده نیتروژن بوده و باعث فراهمی بهتر این عنصر غذایی شده و از این طریق منجر به بهبود شاخص برداشت تریتیکاله در کشت مخلوط می‌شود. در بررسی کشت مخلوط ذرت با خیار، شاخص برداشت ذرت با افزایش تراکم خیار در مخلوط کاهش یافت (قنبری و همکاران ۲۰۰۷).

صفات ماشک گل خوشه‌ای

تعداد نیام در بوته

تعداد نیام در بوته تحت تأثیر نظام‌های مختلف خاک-ورزی، نسبت‌های کاشت و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد نیام در بوته نشان داد بالاترین تعداد (۲۹ عدد) مربوط به خاک‌ورزی رایج درالگوی کشت 50M:50T بود، بطوری‌که تفاوت معنی‌داری با الگوی کشت 33M:67T نداشت. کمترین تعداد نیام در بوته در سامانه‌های خاک‌ورزی رایج و کاهشی به ترتیب (۱۶ و ۱۳ عدد) مربوط به کشت خالص بود و در سیستم بدون شخم مربوط به الگوی 33M:67T بود (جدول ٦). در واقع با افزایش تراکم در کشت خالص سایه اندازی بوته‌ها افزایش یافته در نتیجه نفوذ نور به داخل کانوپی کم شده که باعث کاهش تعداد نیام در بوته می‌شود. در نسبت‌های مخلوط به‌دلیل ایجاد فضای مناسب تمایز نیچ صورت گرفته که در نتیجه آن گونه‌های مخلوط منابع را از نیچ-های جداگانه دریافت کرده و حاصل آن بالا رفتن تعداد نیام در بوته می‌باشد. احمدوند و حاجی‌نیا (۲۰۱٦) در بررسی کشت مخلوط جایگزینی سویا با ارزن به این نتیجه رسیدند الگوی ۵۰ درصد سویا +۵۰ درصد ارزن بالاترین تعداد نیام در بوته را داشت که با نتایج حاصل همسو بود. نامداری و محمودی (۲۰۱۳) افزایش ٤٨ و ۳۹ درصدی تعداد نیام در بوته در نسبت‌های کاشت ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ نخود-کلزا را عدم رقابت کلزا در مقایسه با کشت خالص آن عنوان کردند.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر خاک‌ورزی و نسبت‌های کشت مخلوط بر تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت ماشک گل خوشه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۳٦/۸**	۷۳**	۵۹**	۱٤۷۵۸۳**	۱٤٦۳*	۳۵^{ns}
خاک‌ورزی	۲	۳۰۱/۳**	٤۰۱**	۳۲۰**	۳۵۳٤۳۷**	٤۰۱۸**	۹۱*
خطای اصلی	٤	۵/۹	۱۰	۸	۷۸۵۷	۱۵۵	۱۵
الگوی کاشت	۳	٦۰/۹**	۲۵۳**	۲۳٤۵**	۳۸٦۱۷۲**	۳٤۹۱**	۱۵۳**
خاک‌ورزی × الگوی کاشت	٦	٤۹/۹**	۲۸**	۲۳٤*	۲۰۹٤٤۱**	۵۳۰٤**	۱۰^{ns}
خطای فرعی	۱۸	۰/٤۳	۱٤	۱٦	۳۸۸۷	۳۳۸	۳٤
ضریب تغییرات (٪)	ــ	۱۳/٤	۹/۱	۱۰/٤	۱۳/۳	۱۲/۵	۱۷/۸

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه دربوته ماشک گل خوشه‌ای در سطح یک درصد تحت تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و الگوی کاشت و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۵). بالاترین تعداد دانه در بوته (٤۸ عدد) مربوط به خاک‌ورزی مرسوم با الگوی 50M:50T تعلق گرفت بطوری‌که کمترین تعداد دانه در بوته (۲۷ عدد) مربوط به سامانه بدون خاک‌ورزی با الگوی 33M+67T بود که تفاوت معنی داری با کشت خالص ماشک نداشت (جدول ٦). بالا بودن تعداد دانه در بوته در الگوی کشت 50M:50T به‌دلیل نبود گیاهان یکسان در ردیف‌های مجاور و کاهش همپوشانی نیچ اکولوژیک است که خود باعث کاهش رقابت بین گونه‌ای بر سر منابع مشترک می‌شود. خرم دل و همکاران (۲۰۱۷) در کشت مخلوط جایگزینی لوبیا و زنیان، بالاترین تعداد دانه در بوته را از کشت ۷۵ درصد لوبیا + ۲۵ درصد زنیان بدست آوردند.

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاکورزی × الگوی کاشت برای صفات اندازه گیری شده در ماشک گل خوشه‌ای

خاکورزی	الگوی کاشت	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (g)	عملکرد بیولوژیک ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه ($g.m^{-2}$)
شخم رایج	100M:00T	۱۶^{cd}	۳۴^{cd}	۴۷^{a}	۱۲۶۹^{a}	۲۶۲^{a}
	67M:33T	۲۲^{b}	۳۲^{cd}	۲۸^{dc}	۱۰۴۳^{b}	۱۹۷^{bc}
	50M:50T	۲۹^{a}	۴۸^{a}	۱۱^{hi}	۷۲۰^{c}	۱۳۴^{f}
	33M:67T	۲۷^{a}	۴۳^{b}	۱۰^{i}	۵۱۷^{def}	۹۰^{h}
شخم حداقل	100M:00T	۱۳^{de}	۳۳^{cd}	۴۷^{a}	۸۱۸^{c}	۲۰۱^{b}
	67M:33T	۱۷^{cd}	۳۲^{cd}	۳۲^{c}	۶۶۸^{cd}	۱۶۹^{d}
	50M:50T	۲۱^{b}	۴۲^{b}	۱۶^{fg}	۵۶۶^{d}	۱۳۱^{f}
	33M:67T	۱۸^{bc}	۳۴^{cd}	۱۳^{gh}	۳۹۸^{ef}	۷۲^{i}
بدون شخم	100M:00T	۱۶^{cd}	۲۵^{e}	۴۹^{a}	۷۳۰^{c}	۱۸۷^{c}
	67M:33T	۱۴^{cde}	۲۷^{e}	۴۰^{b}	۵۴۶^{de}	۱۵۱^{d}
	50M:50T	۱۴^{cde}	۳۴^{c}	۲۴^{de}	۴۰۳^{ef}	۱۱۱^{g}
	33M:67T	۱۱^{e}	۲۹^{de}	۱۹^{ef}	۳۷۰f	۶۰^{i}

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون، بر اساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد خاکورزی و نسبت-های مختلف کاشت و برهمکنش آنها تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه ماشک گل خوشه‌ای داشت (جدول۵). در سامانه‌های خاکورزی بالاترین و کمترین وزن صد دانه ماشک گل خوشه‌ای مربوط به کشت خالص و الگوی کشت 33M:67T بود (جدول ٦). با افزایش تعداد دانه در بوته از وزن صد دانه کاسته می‌شود زیرا مواد فتوسنتزی باید بین تعداد دانه بیشتری تقسیم شود (سیدی و همکاران ۲۰۱۲). کاهش وزن صد دانه در نسبت‌های مخلوط ناشی از محدودیت منابع در دسترس می‌باشد زیرا با افزایش تراکم تریتیکاله سایه‌اندازی بر روی گیاه ماشک افزایش و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آسیمیلات به دانه‌ها کاهش یافته که باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌شود. کلانتری خاندانی و همکاران (۲۰۱۸) در کشت مخلوط ذرت با سویا، بالاترین وزن صد دانه را از کشت خالص گزارش کردند. در بررسی انجام شده در کشت مخلوط چند گونه غلات با شلغم، وزن هزار دانه در تیمارهای مخلوط با خالص اختلاف معنی‌داری نداشت (تولوس و همکاران ۲۰۱۵).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولویک ماشک گل خوشه‌ای به‌طور معنی-داری تحت تأثیر الگوی خاکورزی، نسبت‌های مختلف کاشت و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه اثر متقابل خاکورزی در الگوی کاشت نشان داد در سه الگوی خاکورزی بالاترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تک کشتی ماشک بود و با افزایش تراکم تریتیکاله از عملکرد بیولوژیک ماشک گل خوشه‌ای کاسته شد، بطوری‌که کمترین عملکرد بیولوژیک (۳۷۰ گرم در متر مربع) در سامانه بدون خاکورزی مربوط به الگوی کشت 33M:67T بود (جدول ٦). با توجه به تراکم بالاتر ماشک در واحد سطح، بالا بودن عملکرد بیولوژیک در کشت خالص طبیعی می‌باشد. کاهش عملکرد بیولوژیک ماشک در کشت مخلوط با جو نیز گزارش شده است (محسن‌آبادی و همکاران ۲۰۰۸). در کشت مخلوط ماش با سیاهدانه نیز عملکرد بیولوژیک هر یک از گیاهان

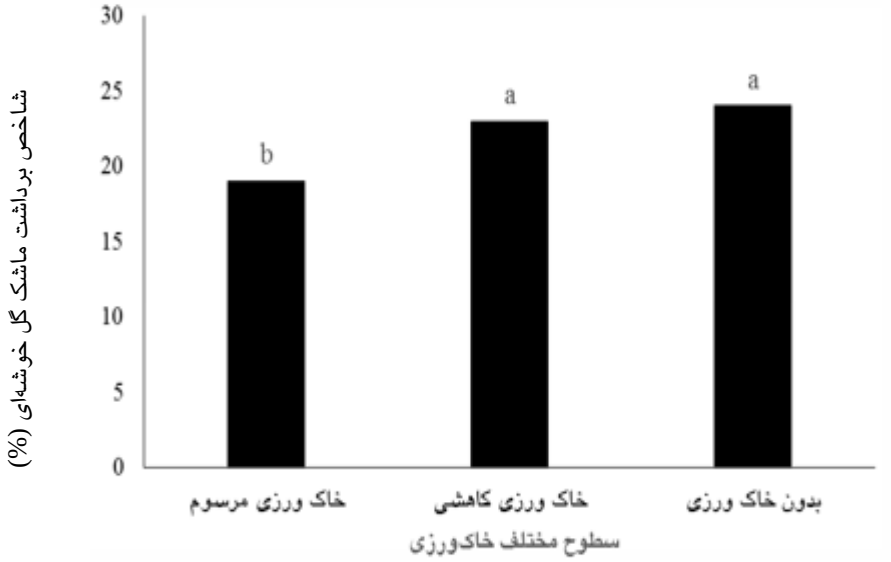
همراه با افزایش سهم گیاه دیگر، کاهش یافته است (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۰۹).

عملکرد دانه

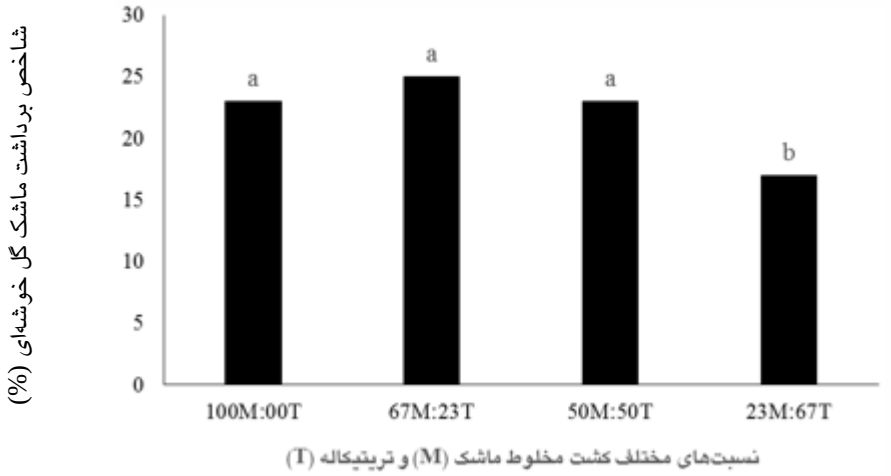
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اختلاف عملکرد دانه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، نسبت‌های کاشت و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). بر اساس مقایسه میانگین انجام شده بالاترین عملکرد دانه در بین سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی مربوط به کشت خالص ماشک بود بطوری‌که عملکرد دانه کشت خالص در سامانه بدون خاک‌ورزی تفاوت معنی‌داری با الگوی ۶۷M:۳۳T در خاک‌ورزی مرسوم نداشت (جدول ٦). در نظام خاک‌ورزی کاهشی و بدون خاک‌ورزی هجوم علف‌های هرز مشکل ساز می‌باشد و به‌دلیل رشد کند اولیه گیاه زراعی در اوایل رشد، علف‌های هرز در این سیستم‌ها با گیاه زراعی رقابت کرده و باعث کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود و در بین الگوهای کاشت، با افزایش تراکم تریتیکاله عملکرد ماشک کاهش یافت. عملکرد بذر در کشت خالص گاوزبان اروپایی از مقدار بیشتری برخوردار بود و با کاهش سهم گاوزبان اروپایی در مخلوط با سویا و ریحان از مقدار آن کاسته شد (زعفرانیان و شیروانی ۲۰۱۵). کشت خالص بدلیل اینکه فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌دهد عملکرد بالاتری نیز دارد. در کشت مخلوط شنبلیله با انیسون نیز بالاترین عملکرد دانه به کشت خالص هر دو گیاه اختصاص داشت (مردانی و همکاران ۲۰۱۵). در کشت مخلوط جو با ماشک گل خوشه‌ای، عملکرد دانه جو در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط گزارش شد که با نتایج حاصل مطابقت دارد (خرم‌دل و اسدی ۲۰۱۳).

شاخص برداشت

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثرات ساده خاک-ورزی و الگوی کاشت بر این ویژگی معنی‌دار شد (جدول ۵). بالاترین شاخص برداشت (٢٤ درصد) مربوط به سامانه بدون خاک‌ورزی بود که اختلاف معنی‌داری با سامانه کاهشی نداشت. خاک‌ورزی مرسوم نیز از نظر این ویژگی در پایین تری سطح قرار گرفت (شکل ۱). در بین الگوهای کاشت، نسبت ٦٧M:٣٣T بالاترین شاخص برداشت (۲۵ درصد) داشت که تفاوت معنی‌داری با الگوی 50M:50T و تک کشتی نداشت (شکل ۲). حضور تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی در این میان نشان از رشد و نمو متناسب گیاه در طول فصل رشد و اختصاص متناسب مواد در راستای تولید دانه در شرایط تراکم و ترکیب مناسب بود.



شکل ۱- مقایسه میانگین شاخص برداشت ماشک گل خوشه‌ای در سطوح مختلف خاک‌ورزی



شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص برداشت ماشک گل خوشه‌ای در الگوهای مختلف کشت

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

نسبت برابری جزئی زمین هر یک از گیاهان با افزایش تراکم آن گیاه در الگوهای مختلف کاشت افزایش می‌یابد. بطوری‌که در گیاه تریتیکاله و ماشک بالاترین نسبت برابری جزئی زمین مربوط به الگوی کاشت ۶۷T+۳۳M و ۶۷M:۳۳T بود. با توجه به اینکه هر دو گونه در این تیمارها از عملکرد بالاتری برخوردار بودند به همین دلیل توانسته بودند به LER بالاتر برسند.. بالاترین نسبت برابری کل (۱/۳۰) از نسبت کشت مخلوط جایگزینی M ۵۰T+۵۰ بدست آمد که معادل ۳۰ درصد افزایش در بهره-وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود و کمترین مقدار آن (۱/۱۷) از الگوی ۳۳T+۶۷M بدست آمد (جدول ۷). بالا بودن نسبت برابری زمین در کشت

مخلوط را می‌توان به رقابت ضعیف بین دو گونه برای منابعی همچون نور، آب یا عناصر غذایی نسبت داد. در واقع نیازمندی‌های دو گونه به منابع محیطی تا حد امکان تفکیک شده به تعبیری همان اصل تفکیک آشیان اکولوژیکی در بعد زمان و مکان صورت گرفته که باعث افزایش عملکرد کل نظام و سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی هر یک از گیاهان می‌شود. ارزیابی انجام شده در کشت مخلوط چای ترش با ماش نشان از بالا بودن نسبت برابری زمین (۱/۳٦) در الگوی کشت ۷۵ درصد ماش + ۲۵ درصد چای ترش بود (هودیانی مهر و همکاران ۲۰۱٦). اسدی و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط ذرت شیرین با بادمجان، بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۰٦) را در الگوی کشت ۵۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد بادمجان گزارش کردند که نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط عملکرد را ٦ درصد افزایش داده است. فان و همکاران (۲۰۱٦) در بررسی کشت مخلوط ذرت و سیب زمینی، نسبت برابری زمین را در الگوهای مخلوط بیشتر از یک گزارش کردند.

ضریب نسبی تراکم

بیشترین ضریب ازدحام نسبی برای تریتیکاله (۳/۹۸) از نسبت ٦۷T+۳۳M و برای ماشک (۲/۰۳) از نسبت 67M+ 33T بدست آمد (جدول ۷). هر اندازه مقدار ضریب ازدحام نسبی بزرگتر باشد بدین معنی است که دو جزء در مخلوط اثرات رقابتی کمتری بر یکدیگر دارند و کارایی سیستم مخلوط افزایش می‌یابد. گیاه برخوردار از RCC بالاتر جزء غالب و گیاه دارای RCC کمتر جزء مغلوب می‌باشد. بیشترین ضریب ازدحام نسبی کل (٤/٦۰) از تیمار M ۵۰T+۵۰ بدست آمد که نشان دهنده مزیت این الگوی کشت بر کشت خالص می‌باشد. چنین نتیجه‌ای توسط مشهدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است.

شاخص غالبیت

ضریب غالبیت یک گونه بیانگر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط و توانایی بالاتر آن گونه در بهره برداری از منابع در مقایسه با گونه دیگر است. نتایج حاصل از محاسبه شاخص غالبیت نشان داد تریتیکاله گیاه غالب و ماشک گیاه مغلوب است و در نتیجه علامت غالبیت تریتیکاله مثبت بود (جدول ۷). رشد اولیه سریع تریتیکاله نسبت به ماشک در اوایل رشد و حداکثر استفاده از منابع محیطی در اوایل فصل رشد توسط تریتیکاله سبب غالبیت تریتیکاله می‌شود. در کشت مخلوط گیاه برخوردار از ضریب نسبی تراکم کمتر و غالبیت منفی‌تر، به عنوان جزء مغلوب و گیاه دیگر به عنوان جزء غالب می‌باشد. در تحقیقات صورت گرفته در کشت مخلوط جو با نخود فرنگی و کنجد با لوبیا چشم بلبلی غالبیت یک گونه در مخلوط گزارش شده است (نخ زری مقدم و همکاران ۲۰۱٦ و امینی فر و همکاران ۲۰۱٦).

نسبت رقابت

نسبت رقابت معیار مناسب‌تری برای ارزیابی توانایی رقابتی اجزای کشت مخلوط است و در مقایسه با شاخص‌های دیگر مانند ضریب نسبی تراکم و شاخص غالبیت توانایی بیشتری در ارزیابی رقابت در کشت مخلوط دارد. مقادیر نسبت رقابت کمتر از یک برای یک جزء در مخلوط بدین معنی است که آن جزء اثرات رقابتی کمتری دارد و به عنوان یک گیاه همراه مطلوب برای کشت مخلوط تلقی می‌شود (کوچکی و همکاران ۲۰۱۵). مطابق جدول ۷ در نسبت‌های کاشت ۵۰T+۵۰M و T+67M ۳۳ مقدار نسبت رقابت برای ماشک کمتر از یک است در این شرایط ماشک به عنوان یک گیاه همراه مطلوب برای کشت با تریتیکاله می‌باشد که توانایی رقابتی کمتری دارد.

افت واقعی عملکرد

محاسبه میزان افت واقعی عملکرد کل در مورد گونه-های مذکور نشان داد که هیچ یک از گونه‌های کشت شده افت عملکرد نداشتند و تمامی مقادیر AYL کل مثبت بودند که نشان از سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص می-باشد (جدول ۸). برآورد شاخص افت واقعی عملکرد علاوه بر بررسی رقابت بین گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه وضع هر یک از اجزای مخلوط را با

جدول ۷- نسبت برابری زمین، ضریب نسبی تراکم، شاخص غالبیت و نسبت رقابت در کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک

الگوی کاشت	نسبت برابری زمین			ضریب نسبی تراکم		شاخص غالبیت		نسبت رقابت	
	تریتیکاله	ماشک	کل	تریتیکاله	ماشک	کل	تریتیکاله	ماشک	تریتیکاله	ماشک
٦٧T:٣٣M	٠/٨٥	٠/٣٣	١/١٨	٣/٩٨	٠/٩٩	٣/٩٨	٣/٦٦	−١/٨٦	٠/٥٢	١/٩٢
٥٠T:٥٠M	٠/٧١	٠/٥٩	١/٣٠	٣/٠٥	١/٥١	٤/٦٠	٥/٩١	−٥/٩١	١/٢٠	٠/٨٦
٣٣T:٦٧M	٠/٣٨	٠/٧٩	١/١٧	١/٣٨	٢/٠٣	٢/٨٠	١/٨٦	−٣/٦٦	٢/٣٢	٠/٤٦

جزئیات بیشتری نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در همه نسبت‌های مخلوط اصل مساعدت (تولید حمایتی) وجود داشت که با نتایج احمدی و همکاران (۲۰۱۲) در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای و لامعی و همکاران (۲۰۱۲) در کشت مخلوط خلر با جو و تریتیکاله مطابقت داشت. احمدوند و حاجی نیا (۲۰۱٦) در بررسی کشت مخلوط ارزن با سویا، مشخص کردند در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افت واقعی عملکرد وجود نداشت. منصوری و همکاران (۲۰۱۳) نیز در کشت مخلوط ذرت با لوبیا دریافتند که در تمام تیمارهای مخلوط مقدار AYL مثبت بود و افت عملکرد وجود نداشت و دلیل آن را به استفاده بهینه از منابع محیطی و حداقل رقابت بین گونه‌ای و درون گونه‌ای نسبت دادند.

جدول ۸- مقادیر کاهش یا افزایش عملکرد واقعی، سودمندی اقتصادی مخلوط و کل خروجی از زمین

تیمار	کاهش یا افزایش عملکرد واقعی			سودمندی مخلوط	کل خروجی از زمین ($ton.ha^{-1}$)
	تریتیکاله	ماشک	کل	کل	کل
٦٧T:٣٣M	٠/٢٦	−٠/٠١	٠/٢٧	١٧٥٩	٧/٧٢
٥٠T:٥٠M	٠/٤٢	٠/١٨	٠/٦٠	٧٦٠٥	٦/٢٧
٣٣T:٦٧M	٠/١٥	٠/١٧	٠/٣٢	٦٤١١	٣/٣١

سودمندی مخلوط

با بررسی این شاخص (جدول ۸) مشاهده گردید بالاترین مقدار سودمندی کشت مخلوط (٧٦٠٥) مربوط به تیمار 50T+50M بود که این امر احتمالاً ناشی از ایجاد اشکوب‌های مختلف جهت بهره‌برداری بهتر از منابع محیطی از قبیل نور، آب و عناصر غذایی می‌باشد. کمترین مقدار شاخص سودمندی کشت مخلوط (۱۷۵۹) به کشت مخلوط 67T+33M مربوط بود که احتمالاً ناشی از افزایش رقابت برون گونه‌ای و کاهش اثرات تسهیل کنندگی و تکمیل کنندگی دو گونه در این تیمار می‌باشد. رضایی چیانه و قلی نژاد (۲۰۱۵) در کشت مخلوط نخود و سیاهدانه و باقری شیروان و همکاران (۲۰۱۲) در کشت مخلوط سویا با ریحان و گاوزبان اروپایی و لیتورجیدس و همکاران (۲۰۱۲) در کشت مخلوط نخود با گندم و برنج با تریتیکاله به نتایج مشابهی دست یافتند.

کل خروجی از زمین

در تیمارهای کشت مخلوط بیشترین عملکرد خروجی زمین (۷/۷۲ تن در هکتار) از تیمار کشت مخلوط 67T+33M بدست آمد و کمترین عملکرد خروجی (۳/۳۱ تن در هکتار) به تیمار 33T+67M تعلق گرفت (جدول ۸). چاپاگین و ریسمان (۲۰۱۵) کل عملکرد خروجی زمین در کشت مخلوط گندم با لوبیا را ٤/٤ تن در هکتار و در کشت مخلوط نخود با جو ۵/۹ تن در هکتار بدست آوردند که نسبت به تک کشتی هر یک از گیاهان بالاتر بود. لی و

همکاران (۲۰۱٤) نیز علت افزایش کل خروجی زمین را استفاده کارامد از منابع محیطی عنوان کرند.

نتیجه گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد عملکرد تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای تحت تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت، بطوری که عملکرد تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای در خاک‌ورزی مرسوم و کشت خالص نسبت به سایر سامانه‌های خاک‌ورزی و نسبت‌های کشت مخلوط بیشتر بود. در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. با برآورد شاخص‌های رقابتی به منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید در تیمارهای مختلف کشت مخلوط افت عملکرد واقعی کل وجود نداشت که نشان از برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌باشد. بنابراین الگوی 50T+50M علاوه بر ایجاد تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم باعث حداکثر بهره وری از زمین می-شود.

سپاسگزاری

از سرپرست و کارکنـــان مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا کـه در اجرای این طرح نهایت همکاری را با ما داشـتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

Aasim M, Umer E.M and Karim A. 2008. Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting patterns. Tarim Biliml Dergisi, 14(4): 326-333.

Ahmadvand G and Hajinia S .2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology, 7(4): 485-498. (In Persian).

Amini-Far J, Ramrodi M, Geloe M and Mohsen-Abadi GH.R. Assessment of sesame-cowpea intercrops function by competition indices. 2016. Research in Crop Ecosystems, 3(1): 1-9. (In Persian).

Asadi Gh.A and Khorramdel S. 2013. Effects of different ratio of *barley and hairy vetch* intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity. Journal of Crop Production. 7(1): 131-156. (In Persian).

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: 325-332.

Barker S. and Dennett MD. 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.). European Journal of Agronomy, 51: 108-116.

Chapagain T, Riseman A. 2018. Nitrogen and carbon transformations, water use efficiency and ecosystem productivity in monocultures and wheat-bean intercropping systems. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 101(1): 107–121.

Dhima KV, Lithourgidis A.S and Vasilakoglou I.B. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding rasio. Field Crop Research, 100: 249-256.

Duchene O, Vian J and Celette F. 2017. Intercropping with legume for agroecological cropping systems: complementarity and facilitation processes and the importance of soil micro organisms. A review Agriculture Ecosystem Environment, 240: 148–161.

Fallah SA, Bahar-Loei S and Soraki AA. 2014. Evaloution of competitive and economic indicators cultivation of rapeseed (*Brassica napus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) under different amounts of nitrogen fertilizer. Journal of Agroecology, 6(3): 571-581.

Fan Z, An T, Wu K, Zhou F, Zi S, Yang Y, Xue G and Wu B. 2016. Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on the water balance and surface run off. Agriculture Water Management, 166: 9-16.

Fang G, Martin K, Guoyu W and Peter EL. 2016. Yield and yield component of wheat and maize in wheat-maize intercropping in the Netherlands. European Journal of Agronomy, 76:17- 27.

Ghanbari A, Ghadiri H and Jocar M.A. 2008. Effect of intercropping of maize and cucumber on controlling weeds. Pajouhesh and Sazandegi, 73: 193-199. (In Persian).

Ghanbaryan- Alvijel H.Z, Chenarbon H.A, Zand B and Hamidi M. 2014. Effect of different tillage methods on soil physical properties, grain and forage yield of two cultivars maize. Academic Journal of Agricultural Research, 2: 008-015.

Ghasemi A, Ghanbari A, Fakheri B.A and Fanaei. H. A. 2016. Effect of different fertilizer resources on yield and yield components of grain maize (*Zea mays* L.) influenced by tillage managements. Journal of Agroecology, 7: 499-512 (In Persian).

Gursoy S, Sessiz A and Malhi S.S. 2010. Short- term effects of tillage and residue management following cotton on grain yield and quality of wheat. Field Crops Research, 119: 260-268.

Hamzei J and Seyedi M. 2014. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare*) and chickpea (*Cicer arietinum*) intercropping systems using advantageous indices of intercropping under weed interference conditions. Journals of Agronomy Sciences, 5(9): 1-12. (In Persian).

Hodiani mehr A, Dahmardeh M, Khammari I and Asgharipoor M.R. 2016. Evaluation of tillage systems on agronomical aspects in roselle-green gram intercropping using replacement method. Journal of Filed Crop Science, 47(2): 265-276. (In Persian).

Kahraryan B, Farahvash F, Mohammadi S, Mirshekari B and Rashidi V. 2018. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and vetch (*Vicia villosa* Roth) intercropping. Journal of Crop Ecophysiology, 12(4): 651-670.

Kalantari-Khandani S, Koocheki A and Nassiri-Mahallati M. 2018. Effects of maize-soybean cultivars as replacement series in intercropping on yield and land equivalent ratio. Applide Research Field Crops, 31(2): 21-45 (in Persian).

Kandroh M.N, Tunio S.D, Memon H.Rand Ansari M.A. 2007. Growth and yeild of sunflower under influence of mungbean intercropping. Pakistan Journal Agricultural Research, 23: 9-13.

Khoramdel S, Sia-margoe A and Mahmodi Ghadrie. 2017. Study the effect in replacement and additive intercropping ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in yield and yield component. Journal of Crop Production, 9(1): 1-24. (In Persian).

Lithourgidis A.S, Vlachostergios D.N, Dordas C.A and Damalas C.A 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy, 34: 287-294.

Mardani F, Balouchi H.R, Yadavi A and Salehi A. 2015. Effect of row intercropping patterns on yeild, yeild components and weed control of fenugreek *(Trigonella foenum-greacum* L.*)* and anisa *(Pimpinellaanisum* L.*)*. Journal of Filed Crop Science, 13(3): 623-636. (In Persian).

Mashhadi T, Nakh-Zari A, Sabouri H. 2015. . Evaloution of competitive in Intercropping in (*Triticum aestivum* L.) and (*Cicer arietinum* L.) under nitrogen fertilizer. Journal of Agroecology, 7(3): 344-355.

Mohsenabadi G.R, Jahansooz M.R, Chaichi M.R, Rahimian-Mashhadi H, Liaghat A.M and Savaghebi G.R. 2008. Evaluation of barley-vetch intercrop at different nitrogen rates. Journal of Agricultural Science Technology, 10: 23-31.

Naghizade M, Ramroodi M, Galavi M, Siahsar B, Heydari M and Maghsoodi A.A. 2013. The effect of various phosphore fertilizers on yeild and yeild components of maize and grass pea intercropping. Crop Science, 43(2): 203-215.

Nakhzari A, Dehghan pour O and Rahemi-Kahrizaki. 2016. Influence of nitrogen levels and intercropping mix ratio of replacement series of forage yield and barley and pea competition indicators. Journal of Crop Production, 9(1): 199-214.

Rachil L and Andrew T. 2016. Tillage and fertilizer effects on crop yield and soil properties over 45 years in southern Illinois. Agronomy Journal, 108(1): 415-426.

Rahimzade R and Navid H. 2011. Effect of tillage system on the properties of the clay soil and wheat yield in rotation with peas in dry land conditions. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 31: 30-40.

Raseduzzaman M and Jensen ES. 2017. Does intercropping enhance yield stability in arable crop production? A meta-analysis. Eurpean Journal Agronomy, 91: 25–33.

Rezaei- Chiyaneh E, Tajbakhsh M and Fotouhi Chianeh S. 2014. Yield and yield component of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) in strip intercropping with ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. Agricultural Science and Sustainable Production, 24 (4):1- 15. (In Persian).

Rezvani-Moghadam P and Moradi R. 2013. The effect planting data, bio-fertilizer and intercropping on yeild and guality essential oil (*Trigonella foenum-greacum* L.) and *(Cuminum cyminum* L.*).* Crop Science, 43 (2): 217-230. (In Persian).

Rezvani-Moghadam P, Raoofi M.R, Rashed-Mohasel M.H and Moradi. R. (2009). Evalution of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiataL. Wilczek*) – black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. Journal of Agroecology, 1 (1): 65-79.

Sabeghynejad F, Dehmardeh M, Asghari Pour M.R. Khamari E and Nezami Z.S. 2018. Evaluation of tillage systems on agronomic aspect of soybean (*Glycine max* L.) and roselle (*Hibiscus subdariffa* L.) relay intercropping. Journal of Agroecology, 11 (3): 1085-1104.

Sadeghpour A and Jahanzad E. 2012. Seed yield and yield components of intercropped barley (*Hordeum vulgare* L.) and annual medic (*Medicago scutellata* L.). Australian Journal of Agricultural Research, 3: 47-50.

Salehi1 Z, Amirnia R, Rezaei-chiyaneh E and Khalilvandi-Behrozyar B. 2018. Evaluation of yield and some gualitative traits of forage in intercropping of triticale with annual legumes. Agricultural Science and Sustainable Production, 28(4). 59-76.

Seyedi M. Hamzei J. Ahmadvand G and Abutalebian M.A. 2012. The evoulation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. Agricultural Science and Sustainable Production, 23(3). 101-114.

Tilman D, Balzer C, Hill J and Befort B. L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc. National Acad Sciences, 108: 20260–20264.

Tripathi R, Raju S. R and Thimmappa. K. 2013. Impact of zero tillage on economics of wheat production in haryana. Agricultural Economics Research Review, 26 (1): 101-108.

Tuulos A, Turakainen M.m, Kleemolaand J and Makela P. 2015. Yield of spring cereals in mixed stands with under sown winter turnip rape. Field Crop Research, 174: 71-78.

Valizadegan A. 2015. Study of yield quality and quantity in pot marigold (*Calendula officinalis* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) and species diversity and relative abundance of insects in row and strip intercropping. Sustainable Agriculture and Production Science, 25(3): 15-30. (In Persion).

Yilmaz S, Atak M and Erayman M. 2008. Identification of advantages of maize legume intercropping over solitary cropping through competition incides in the east mediterranean region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 111-119.

Yin W, Guo Y, Hu F, Fan ZH, Feng F, Zhao C, Yu A and Chai Q. 2018. Wheat-Maize intercropping with reduced tillage and straw retention: a step towards enhancing economic and environmental benefits in arid areas. Frontiers in Plant Science, 9: 1-16.

Zaferanian F and Bagheri-SHirvani M. 2015. The effect of different planting ratios on yeild of soybean (*Glycine max* L.) with sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) and borage (*Borago officinalis* L.). Journal of Agriculthural Farming, 16(1): 197-214.

Zhao J.H, Sun J.H and Li W.Q. 2018. Effect of maize sowing date on yield and interspecific competition in soybean/maize intercropping system. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 26(11): 1634–1642.