University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

The Effect of Intercropping Additive on Yield and Yield Components of Spring Barley and Vetch

Bijan Kahraryan[1]✉ | Roghayah Fatemi[2]

1. Corresponding Author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Miandoab Branch of Islamic Azad University, Miandoab, Iran. Email: bijan.kahraryan@iau.ac.ir
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Miandoab Branch of Islamic Azad University, Miandoab, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: October 04, 2022
Received in revised form: June 23, 2023
Accepted: June 26, 2023
Published online: December 22, 2023

Keywords:
Biomass yield,
competition,
density,
mono culture.

ABSTRACT

In order to evaluate yield and yield components in intercropping barley with vetch, a two-year field experiment was conducted at the Agricultural and Natural Resources research station of Miandoab. The experimental treatments consisted of nine mixing treatments with densities of 200 vetch plant+300 barley plant, 200 vetch plant+500 barley plant, 200 vetch plant+700 barley plant, 400 vetch plant+300 barley plant, 400 vetch plant+500 barley plant, 400 vetch plant+700 barley plant, 600 vetch plant+300 barley plant, 600 vetch plant+500 barley and 600 vetch plant+700 barley plant per square meter and sole culture of both crops. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. The results showed that the highest spikes per square meter, thousand kernel weight, biological yield, and grain yield in barley were observed in the sole culture of barley. In addition, the highest plant height, number of seeds per plant, thousand kernel weight, biological yield, and grain yield in vetch belonged to the sole culture of vetch. However, the highest land equivalent ratio (LER) belonged to treatments of 200 vetch plants + 500 barley plants by 1.49.

Cite this article: Kahraryan, B., & Fatemi, R. (2023). The effect of intercropping additive on yield and yield components of spring barley and vetch. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(4), 35-46. DOI: 10.22059/ijfcs.2023.349393.654945.

© The Authors.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/ijfcs.2023.349393.654945

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

تأثیر کشت مخلوط افزایشی درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بهاره و ماشک

بیژن کهراریان [۱]✉ | رقیه فاطمی [۲]

۱. نویسنده مسئول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب، میاندوآب، ایران. رایانامه: bijan.kahraryan@iau.ac.ir

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب، میاندوآب، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۰/۰۱

کلیدواژه‌ها:

تراکم،

رقابت،

عملکرد زیست‌توده،

کشت خالص.

چکیده

با هدف بررسی تأثیر کشت مخلوط درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و ماشک گل‌خوشه‌ای، یک آزمایش مزرعه‌ای دو ساله در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نه تیمار کشت مخلوط با تراکم‌های ۲۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۲۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو، ۲۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو، ۶۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۶۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو و ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو در متر مربع و دو تیمار کشت خالص ماشک و جو بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بالاترین تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در جو به کشت خالص این محصول اختصاص داشت. همچنین، بالاترین ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه در گیاه ماشک نیز برای کشت خالص این محصول ثبت شد. اما بالاترین نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه (۱/۴۹) در نسبت کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته در متر مربع جو به‌دست آمد.

استناد: کهراریان، ب.، و فاطمی، ر. (۱۴۰۲). تأثیر کشت مخلوط افزایشی درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بهاره و ماشک. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۴(۴)، ۳۵-۴۶. DOI: 10.22059/ijfcs.2023.349393.654945

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان

۱. مقدمه

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا در بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌تواند به‌جهت تنوع محصولات و افزایش سود حاصله در واحد سطح و زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد (Ibrahim *et al*., 2014). یکی از دلایل اصلی که کشاورزان در جهان کشت مخلوط را بر کشت خالص ترجیح می‌دهند این است که در اغلب موارد تولید بیشتری از کشت مخلوط درمقایسه‌با کشت خالص از همان مقدار زمین به‌دست می‌آید (Yang *et al*., 2014).

کشت مخلوط درهم، به کشت و پرورش همزمان دو یا چند محصول زراعی بدون درنظرگرفتن آرایش ردیفی مجزا اطلاق می‌شود. بذرهای گیاهان در این روش می‌توانند به‌صورت مجزا و یا مخلوط کاشته شوند. در این نظام کشت، رشد محصولات با یکدیگر انجام و برداشت نیز به‌طور همزمان صورت می‌گیرد (Mazaheri *et al*., 1998). کشت مخلوط با گیاهان تیره لگومینوزه یکی از مرسوم‌ترین انواع الگوهای کشت مخلوط می‌باشد که دارای سابقه‌ای طولانی در بسیاری از مناطق جهان است (Awal *et al*., 2006). به‌کارگیری نظام‌های مخلوط ضمن بالا بردن تنوع، افزایش عملکرد، بهبود کارایی استفاده از منابع (Banik *et al*., 2006; Gao et al., 2009)، کاهش خسارت علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها (Tsubo *et al*., 2010) و افزایش ثبات و پایداری نظام (Yang *et al*., 2014) را به‌دنبال دارد. برخی محققان بر این باورند که کشت مخلوط با افزایش جذب نور و سایر منابع موجب بهبود طول دوره رشد و پوشش بهتر خاک شده که در نهایت، افزایش بهره‌وری را به‌دنبال دارد (Awal *et al*., 2006). علاوه‌بر این، در کشت مخلوط استفاده از منابع به‌طور مؤثرتری نسبت‌به تک‌کشتی صورت می‌گیرد و به‌همین‌دلیل مواد قابل دسترس برای استفاده علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Zimdahl *et al*., 2007). کشت مخلوط با سایه‌اندازی و خفه‌کردن علف‌های هرز و در برخی موارد با خاصیت دگرآسیبی، از رشد و گسترش علف‌های هرز جلوگیری می‌کند. بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام‌شده هنگامی‌که دو گونه با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به‌صورت هم‌زمان در کشت مخلوط قرار می‌گیرند، کمترین رقابت را با یکدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع باعث افزایش عملکرد کشت مخلوط درمقایسه‌با تک‌کشتی می‌شود (Borghi *et al*., 1998).

کشت مخلوط غلات و لگومینوزه‌ها برای توسعه نظام‌های پایدار تولید غذا، به‌خصوص در نظام‌های کاشت بر مبنای کاهش مصرف نهاده‌های خارجی توصیه شده است (Dapaah *et al*., 2003). اهمیت این نظام‌ها متکی بر نیتروژن تثبیت‌شده توسط لگومینوزه‌ها است (Ofaril *et al*., 1998)؛ به‌طوری‌که بخشی از نیتروژن در همان فصل و بخش دیگر در فصل کاشت بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Najafi *et al*., 2005). علاوه‌براین، برخی بررسی‌ها نشان داده است که کاشت لگومینوزه‌ها از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و افزایش رشد، موجب بالا بردن عملکرد گیاهان همراه می‌شود (Sainju *et al*., 2006). به‌طور کلی، لگوم‌ها از نظر محتوی پروتئین و گراس‌ها از نظر مقدار کربوهیدارت‌ها غنی می‌باشند. نسبت کمتر پروتئین در علوفه غلات و نیاز دام به غذای مکمل و باارزش، اهمیت کشت مخلوط غلات و بقولات را در تأمین پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌های کافی درمقایسه‌با مصرف خالص آن‌ها نشان می‌دهد (Chen *et al*., 2004). تعادل عناصر غذایی در ترکیب علوفه غلات و بقولات، یکی دیگر از مزایای کشت مخلوط این گیاهان بوده که این امر نقش مهمی در افزایش فرآورده‌های دامی ایفا می‌کند (Anil *et al*., 1998). ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth) یکی از گیاهان علوفه‌ای از تیره لگومینوزه‌ها است که کاشت آن به‌دلیل بهبود حاصلخیزی خاک تحت تأثیر تثبیت زیستی نیتروژن، بهبود عملکرد را به‌دنبال دارد. کشت مخلوط این دو گیاه، راهکاری مناسب برای افزایش عملکرد و ارتقاء پایداری تولید در نظام‌های کشاورزی کم‌نهاده محسوب می‌شود. نشان داده شده است که تیمارهای مخلوط ماشک و جو به‌دلیل بهره‌برداری بهتر از نور، موجب بهبود عملکرد اقتصادی شد (Ahmadi *et al*., 2011). یکی از ویژگی‌های سیستم کشت مخلوط درمقایسه‌با کاشت خالص افزایش عملکرد اقتصادی در این تیمارها است (Reiss *et al*., 2018; Puzy *et al*., 2021).

در تحقیقی دیگر، بالاترین عملکرد علوفه خشک، نسبت برابری زمین بیش از یک و بالاترین کیفیت علوفه در ترکیب ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو ثبت شد (Ahmadi *et al*., 2011). با بررسی رقابت و مساعدت کشت مخلوط افزایشی ماشک گل خوشه‌ای و جو در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای، اظهار شد که نسبت‌های مخلوط موجب بهبود نسبت برابری زمین شد و کلیه نسبت‌ها افزایش

کارایی استفاده از منابع را درمقایسه‌با کشت خالص به‌دنبال داشت (Shakourzadeh Zadeh *et al*., 2012). در آزمایشی دیگر تیمار ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو با تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع با بیشترین نسبت برابری زمین ۱/۲ و بالاترین میزان تولید عملکرد ماده خشک ۹/۵۲ تن در هکتار به‌عنوان برترین تیمار جهت دست‌یابی به عملکرد در منطقه لرستان توصیه شد (Asadi *et al*., 2013). در مطالعه دیگر اثر نسبت‌های کشت مخلوط جو با ماشک گل‌خوشه‌ای بر جمعیت و تنوع علف‌های هرز و عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بالاترین عملکرد زیستی و دانه در ماشک و جو در تیمار کشت خالص حاصل شد، همچنین با افزایش نسبت حضور ماشک در کشت مخلوط، اجزای عملکرد ماشک کاهش و اجزای عملکرد جو بهبود یافت. بالاترین نسبت برابری زمین را بر اساس عملکرد زیستی و دانه به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو مشاهده شد (Asadi & Khorramdel, 2013). در مطالعه‌ای انواع کشت مخلوط ماشک داسی‌کارپا و جو پاییزه تحت شرایط دیم سردسیر مهاباد مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد ارتفاع بوته و عملکرد علوفه جو در کشت خالص آن بیشتر از انواع مخلوط بود. همچنین، عملکرد ماده خشک و نیز ماده تر در برخی کشت‌های مخلوط، ۵۰۰٪ بیشتر از کشت خالص ماشک بود. کشت مخلوط درهم با نسبت برابر ماشک و جو (۱:۱) از بیشترین میانگین عملکرد ماده خشک برخوردار بود. نتایج همچنین نشان داد نسبت برابری زمین (LER) در تمام انواع کشت‌های مخلوط این آزمایش بزرگتر از یک بود؛ بااین‌حال، بیشترین متعلق‌به کشت مخلوط درهم ۱:۱ از ماشک و جو رقم آبیدر بود (Pooryousef & Alizadeh, 2018). گزارش شده است که سیستم کشت مخلوط نخود–جو باعث کاهش عملکرد دانه نخود درمقایسه‌با تیمار تک‌کشتی در این محصول شده است؛ درحالی‌که تیمارهای کشت مخلوط از لحاظ بهبود عملکرد اقتصادی و کارایی استفاده از زمین بهتر از تک‌کشتی بودند (Seyedi *et al*., 2021). اثر مثبت کشت مخلوط بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد جو و نخود درمقایسه‌با کشت مخلوط در مطالعات دیگری نیز به اثبات رسیده است (Jaskulska *et al*., 2022). در مطالعه‌ای دیگر مشاهده شد کشت مخلوط محصولات مختلف علاوه‌بر بهبودی عملکرد می‌تواند به کنترل علف‌های هرز نیز کمک کند (Florence *et al*., 2019). باتوجه‌به موارد ذکرشده تحقیق حاضر به‌منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط افزایشی درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و ماشک گل‌خوشه‌ای انجام شد.

۲. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور مطالعه تأثیر کشت مخلوط افزایشی درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و ماشک گل‌خوشه‌ای آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۲–۱۳۹۱ و ۱۳۹۳–۱۳۹۲در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب با میانگین بارش سالیانه (۵۰ ساله) ۲۹۶/۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۱/۸ درجه سلسیوس و مختصات (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۶ و ۶ دقیقه با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا) به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل نه تیمار با تراکم‌های۲۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۲۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو، ۲۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو، ۴۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو، ۶۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۶۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو و ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو و دو تیمار کشت خالص ماشک (۲۰۰ بوته در متر مربع) و جو (۳۵۰ بوته در متر مربع) بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. فاصله بین ردیف‌ها برای جو و شبدر (کشت درهم روی یک ردیف) به‌ترتیب ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که مجموعاً در هشت ردیف در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۴ متر در تاریخ ۱۴ فروردین کشت شدند. فاصله بین دو کرت آزمایشی یک متر و فاصله بین دو تکرار سه متر در نظر گرفته شد. میزان بذر برای جو و ماشک بر اساس تیمارهای مخالف کشت در نظر گرفته شد. آبیاری نیز به‌طور یکسان بر اساس ۹۰ میلی‌متر تشتک تبخیر کلاس A تا رسیدگی جو اعمال شد. عملیات وجین علف‌های هرز به‌طور مرتب به‌صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد. مقدار کود مصرفی ۵۰ کیلوگرم کود اوره به‌عنوان استارتر و ۹۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار در زمان تهیه زمین مصرف شدند. در تحقیق حاضر صفات ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه در مرحله رسیدگی برای جو و صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه برای ماشک اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه و علوفه بااستفاده‌از فرمول زیر محاسبه شد:

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

که در این معادله، YjوYjjبه‌ترتیب عملکرد گیاه در کشت مخلوط و خالص هستند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم‌افزارهای SAS 9.2 و مقایسات میانگین نیز با روش حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳–۱. صفات مورد بررسی در جو

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط قرار گرفتند. اثر سال و اثر متقابل سال در نسبت کشت مخلوط بر هیچ یک از صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در گیاه جو.

S.O.V	Df	Mean of squares				
		Plant Height	No. Grain spike	1000 grain weight	Biological Yield	Grain yield
Year	1	40.8^{ns}	121.92^{ns}	115.86^{ns}	6984.17^{ns}	2971.42^{ns}
Error1	6	33.11	132.06	92.51	5871.03	2790.41
Intercropping ratio	9	210.36**	159.44**	681.33**	910.90**	561.09**
Year × Intercropping ratio	9	28.45^{ns}	25.04^{ns}	80.63^{ns}	102.22ns	108.10^{ns}
Error2	54	40.13	33.94	69.17	118.43	140.89
CV%	-	12.36	12.52	11.25	10.95	16.20

**, * and ^{ns}: significant at 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

۳–۱–۱. ارتفاع بوته

بالاترین ارتفاع بوته در گیاه جو با متوسط ۱۰۸/۳۱ سانتی‌متر در نسبت کشت ۴۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو ثبت شد. کمترین ارتفاع بوته نیز به نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۷۳/۹۱ سانتی‌متر اختصاص داشت. نتایج بیانگر آن بود که کمترین ارتفاع بوته در بالاترین نسبت‌های کشت دو محصول ثبت شد. گزارش شده است که افزایش تراکم بوته تا حد مشخصی موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود که علت آن را افزایش رقابت درون‌گونه‌ای (در کشت خالص) و برون‌گونه‌ای (در کشت مخلوط) می‌باشد. وقتی تراکم بوته در واحد سطح بالا می‌رود نور به قسمت‌های پایینی بوته نمی‌رسد. در این حالت هورمون اکسین تجزیه نمی‌شود؛ در نتیجه غلظت اکسین بالا رفته و نهایتاً افزایش طول رخ خواهد داد. نتیجه طویل‌شدن بوته، افزایش ارسال مواد غذایی به آن نقطه است (Agegnehu *et al.,* 2006). عدم افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب، احتمالاً به‌دلیل رقابت برای جذب نیتروژن توسط گونه غیر لگوم است. در تحقیقی بالاترین ارتفاع بوته جو با متوسط ۹۲/۲۳ سانتی‌متر در نسبت کاشت ۸۵ درصد جو+۲۵ درصد شبدر به‌دست آمد (Najafi *et al*., 2005). در مطالعه‌ای دیگر بالاترین ارتفاع بوته جو در کشت مخلوط درهم با نسبت ۲۵٪ جو+۷۵٪ ماشک گزارش شد، کمترین مقدار صفت مذکور نیز در نسبت ۵۰٪ جو+۵۰٪ ماشک گزارش شد (Pooryousef & Alizadeh, 2018).

۳–۱–۲. تعداد سنبله در متر مربع

یکی از اجزای تأثیرگذار در عملکرد نهایی جو تعداد سنبله در متر مربع است. در این بررسی کشت خالص جو، نسبت‌های کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو، ۵۰۰ بوته ماشک+۲۰۰ بوته جو و ۴۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو به‌ترتیب با متوسط ۲۸۰/۹۶، ۲۷۴/۹۴، ۲۴۱/۶۸ و ۲۳۸/۷۴ سنبله بالاترین مقدار این صفت را به خود اختصاص دادند. کمترین تعداد سنبله نیز با متوسط ۱۷۴/۹۴ به نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو اختصاص یافت (جدول ۲). به‌طور کلی در تراکم‌های پایین گیاهی، به‌دلیل کمتربودن رقابت درون‌گونه‌ای و نیز وجـود فضـای بیشتر برای توسعه انشعابات بوته، گیاهان بااستفاده‌از منابع موجود، تولید مقدار بیشتری

سنبله می‌کنند؛ اما با افـزایش تـراکم گیـاهی از تعـداد شـاخه فرعـی کاسـته مـی‌شـود. باتوجه‌به اینکه کشت درهم دارای تـراکم گیـاهی بیشـتری نسـبت‌بـه کشـت خـالص می‌باشد، تعداد سنبله در متر مربع در کشت درهم کمتر از کشت خالص جو بود.

جدول ۲. مقایسه میانگین تیمارهای نسبت کشت مخلوط جو با ماشک از لحاظ اثر بر صفات مورد بررسی در جو.

Intercropping ratios	Plant Height (cm)	Spike per square meter	No. Grain spike	1000 grain weight (gr)	Biological yield (t/ha)	Grain yield t/ha)(
Net barley	90.14cd	280.96a	41.92bc	47.59ab	14.2a	7.72a
200 Vetch -300 Barley	102.08b	247.94ab	49.18a	49.1a	10.7bcd	6.08bc
200 Vetch -500 Barley	92.4cd	241.68abc	44.28ab	45.18abc	11.82b	7.03ab
200 Vetch -700 Barley	83.31f	223.5bcd	40.77bcd	44.2bc	11.33b	6.38abc
400 Vetch -300 Barley	95.09c	238.74abc	48.49a	37.66de	10.45bcd	6.01bc
400 Vetch -500 Barley	100.37c	205.49b-e	40.77bcd	42.92cd	9.49cde	5.51bc
400 Vetch -700 Barley	108.31a	199.64cde	40.63bcd	42.88cd	9.41de	5.51bc
600 Vetch -300 Barley	90.6d	195.74cde	40.16bcd	41.58cd	9.15de	5.16c
600 Vetch -500 Barley	86.45e	189.96de	37.76cd	37.83de	9.09de	5.21c
600 Vetch -700 Barley	73.91h	174.94e	34.81d	34.9e	8.21e	5.16c

Different letters in each column represent a significant difference at the 5% probability levels.

۳-۱-۳. تعداد دانه در سنبله

نتایج نشان داد نسبت‌های کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو و ۴۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو به‌ترتیب با متوسط ۴۹/۱۸ و ۴۸/۴۹ دانه در سنبله علاوه‌براینکه بالاترین تعداد دانه را تولید کردند مقدار صفت مذکور را درمقایسه‌با تیمار کشت خالص جو به‌ترتیب ۱۷/۳۱ و ۱۵/۶۷ درصد افزایش دادند. کمترین تعداد دانه نیز با متوسط ۳۴/۸۱ دانه به نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو اختصاص داشت که موجب کاهش ۱۶/۹۶ درصدی در تعداد دانه در سنبله شد.

در این تحقیق با افزایش تراکم بوته ماشک به ۶۰۰ بوته از تعداد دانه در بوته کاسته شد. در تحقیق حاضر تراکم‌های متوسط جو و ماشک اثر مثبتی بر تعداد دانه درمقایسه‌با کشت خالص نشان دادند. احتمالاً در کشت مخلوط رقابت برون‌گونه‌ای ماشک نسبت‌به رقابت درون‌گونه‌ای جو کاهش یافته و فضای بیشتری برای رشد جو فراهم شد و رشد جو افزایش یافت و ماده فتوسنتزی بیشتری به سنبله‌ها انتقال یافت و این مسئله سبب تشکیل تعداد دانه‌های بیشتری در سنبله شده و در اثر آن تعداد دانه در سنبله افزایش یافته است. همچنین در نسبت‌های پایین کاشت رقابت درون‌گونه‌ای جو بیشتر کاهش یافت و در اثر آن رشد سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشتر شد و بیشترین تعداد دانه در سنبله در نسبت پایین کاشت مشاهده شد. همچنین با افزایش تراکم، از نفوذ نور به داخل کانوپی کاسته می‌شود و محدودیت در مورد دریافت تشعشع توسط برگ‌ها در نهایت تعداد اندام‌های زایشی از قبیل تعداد دانه را کاهش می‌دهد. گزارش شده است با افزایش نسبت یونجه یکساله در کشت مخلوط با جو از تعداد دانه در سنبله جو کاسته شد که همسو با نتایج تحقیق حاضر است (Sadeghpour *et al*., 2012).

۳-۱-۴. وزن هزار دانه

نتایج نشان داد اگرچه بالاترین وزن هزار دانه در جو با متوسط ۴۹/۱۰ گرم به نسبت کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۳۰۰ بوته جو ثبت شد؛ اما بین تیمار مذکور و تیمار کشت خالص جو اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. در این بررسی کمترین وزن هزار دانه در بالاترین تراکم بوته ثبت شد؛ به‌طوری‌که نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۳۴/۹ گرم وزن هزار دانه را درمقایسه‌با کشت خالص جو ۲۶/۶۶ درصد کاهش داد (جدول ۲). با افزایش تراکم وزن هزار دانه کاهش یافت، چون مواد فتوسنتزی باید در تعداد بیشتری مخازن توزیع شود و این امر موجب کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا می‌شود. این در حالی بود که در تراکم‌های کم رقابت درون‌گروهی و برون‌گونه‌ای بر سر تخصیص مواد فتوسنتزی پایین است و سهم هر یک از مخازن از مواد فتوسنتزی بالا خواهد بود. گزارش شده است که نسبت‌های کشت مخلوط درهم ماشک گل‌خوشه‌ای با جو به‌طور معنی‌داری اجزای عملکرد جو را تحت تأثیر قرار داد؛ به‌طوری‌که با افزایش نسبت حضور جو از ۲۵ درصد در کشت مخلوط به ۱۰۰ درصد در کشت خالص تعداد پنجه، تعداد دانه و وزن هزار دانه به‌ترتیب برابر با ۳۴/۶، ۵۷/۴ و ۳۵/۲ درصد افزایش نشان داد (Asadi *et al*., 2013).

در تحقیقی دیگر نیز بالاترین وزن هزار دانه در تیمار کشت مخلوط ۶۰ درصد جو+۴۰ درصد شبدر ثبت شد که با تیمار کشت خالص جو اختلاف معنی‌دار نداشت (Mohammadi *et al*., 2013).

۳-۱-۵. عملکرد زیست‌توده

در این مطالعه کشت خالص جو با متوسط ۱۴/۲۰ تن در هکتار بالاترین عملکرد زیست‌توده را به خود اختصاص داد. نتایج همچنین نشان داد که کشت مخلوط اثر منفی بر عملکرد زیست‌توده جو داشت؛ به‌طوری‌که کلیه نسبت‌های کشت مخلوط از عملکرد زیست‌توده کمتری درمقایسه‌با کشت خالص جو برخوردار بودند، در این بررسی نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۸/۲۱ تن در هکتار علاوه‌براینکه کمترین عملکرد زیست‌توده را تولید کرد مقدار این صفت را درمقایسه‌با کشت خالص جو ۷۲/۱۸ درصد کاهش داد.

دلیل کاهش عملکرد زیست‌توده در کشت مخلوط می‌تواند به‌دلیل رقابت برای جذب نور و نیتروژن در مرحلهٔ رویشی و آب در مرحلهٔ پر شدن دانه باشد (Thorsted *et al*., 2006)؛ به‌طوری‌که این رقابت‌ها در سطوح ۶۵۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو به حداکثر خود رسیده و بیشترین اثرات زیان‌بار خود را نشان داده‌اند. در تحقیقات دیگری نیز بالاترین عملکرد زیستی جو به تیمار کشت خالص جو اختصاص داشت که همسو با نتایج تحقیق حاضر است (Daraei *et al*., 2008 ; Najafi *et al*., 2005). در مطالعه‌ای دیگر اثر نسبت‌های کاشت بر عملکرد زیستی جو معنی‌دار بود و با افزایش نسبت کاشت شبدر از عملکرد زیستی جو کاسته شد. در این آزمایش بالاترین عملکرد زیستی جو در کشت خالص این گیاه با متوسط ۱۳/۳۱ تن گزارش شد (Mohammadi *et al*., 2013).

۳-۱-۶. عملکرد دانه

نتایج بررسی حاضر نشان داد هیچ یک از نسبت‌های کشت مخلوط نتوانستند عملکرد دانه بالاتر از کشت خالص جو تولید کنند و کشت خالص این محصول با متوسط ۷/۷۲ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را تولید کرد. با افزایش تراکم هر دو محصول در سیستم کشت از عملکرد دانه کاسته شد؛ بالاترین مقدار کاهش در نسبت کشت ۶۰۰ بوته ماشک همراه‌با سطوح ۳۰۰، ۵۰۰ و ۷۰۰ بوته جو بسیار محسوس‌تر بود. نسبت‌های مذکور به‌ترتیب با متوسط ۵/۱۶، ۵/۲۱ و ۵/۱۶ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۲). بالا بودن اجزای عملکرد در گیاه جو را می‌توان به بالا بودن اجزای عملکرد این محصول به‌خصوص تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه نسبت داد. کاهش عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط درمقایسه‌با کشت خالص را می‌توان به افزایش میزان رقابت بین گونه‌ای جهت بهره‌وری از منابع محیطی و به‌علت محدودیت‌هایی که برای دو گیاه زراعی که در کشت مخلوط ایجاد می‌شود نسبت داد. علت کاهش عملکرد گرامینه‌ها در کشت مخلوط با لگوم‌های دانه‌ای را به رقابت لگوم‌ها برای جذب عناصر غذایی یا کمبود انتقال نیتروژن نسبت داده‌اند. در کشت مخلوط نخود و جو دلیل کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت‌به تک‌کشتی را رقابت بین گونه‌ای و کاهش منابع محیطی در دسترس می‌دانند (Tuna *et al*., 2007).

همچنین بعضی از گزارش‌ها نشان داده‌اند که کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها موجب بهبود عملکرد دانه در غلات نشده‌اند (Sadegpour *et al*., 2012; Thorsted *et al*., 2006). گزارش شده است که عملکرد زیستی و دانه جو به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم با جو قرار گرفت و بالاترین مقادیر عملکرد زیستی و دانه در جو به کشت خالص این گیاه اختصاص داشت (Asadi *et al*., 2013). در تحقیقی دیگر نیز در سیستم کشت مخلوط نخود-جو بالاترین عملکرد جو در کشت خالص این محصول ثبت شد (Seyedi *et al*., 2021).

۳-۲. صفات مورد بررسی در ماشک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد صفات مورد بررسی در ماشک به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط قرار گرفتند. بین دو سال مورد بررسی و همچنین اثر متقابل تیمارهای سال و نسبت کشت از لحاظ اثر بر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در گیاه ماشک.

S.O.V	Df	Mean of squares				
		Plant Height	No. Grains	1000 grain weight	Biological yield	Grain yield
Year	1	57.20ns	30.11ns	158.14ns	1915.3ns	301.25ns
Error1	6	38.2	15.21	19.49	20135.5	350.68
Intercropping ratio	9	205.1**	90.19**	131.51**	22104.8**	220.65**
Year × Intercropping ratio	9	16.5ns	36.32ns	40.15ns	1267.3ns	99.02ns
Error2	54	59.5	34.58	47.53	1548.9	84.21
C.V.	-	12.14	10.18	12.03	12.21	14.18

**, * and ns: significant at 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

۳-۲-۱. ارتفاع بوته

مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت مخلوط بر ارتفاع بوته ماشک نشان داد که هیچ‌کدام از نسبت‌های کاشت نتوانستند ارتفاع بوته را درمقایسه‌با تیمار کشت خالص این محصول افزایش دهند (جدول ۴). کشت خالص ماشک با متوسط ۷۶/۴۶ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع بوته را تولید کرد. در این مطالعه کمترین ارتفاع بوته ماشک در بالاترین تراکم جو و کمترین تراکم ماشک (نسبت کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو) با متوسط ۵۵/۱۳ سانتی‌متر ثبت شد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد رقابت گیاهان بر سر نور باعث می‌شود گیاهان سرمایه‌گذاری بیشتری برای ارتفاع بوته داشته باشند.

۳-۲-۲. تعداد دانه در بوته

نتایج نشان داد که تعداد دانه در بوته ماشک واکنش منفی به تیمارهای کشت مخلوط نشان داد؛ به‌طوری‌که بالاترین تعداد دانه در تیمار کشت خالص این محصول با متوسط ۱۵/۷۵ و کمترین مقدار در نسبت کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۷/۸۳ دانه ثبت شد (جدول ۴). با تغییر نظام کشت از تک‌کشتی به کشت مخلوط تعداد دانه در بوته کاهش می‌یابد، این کاهش را می‌توان به رقابت جو با ماشک بر سر مواد غذایی و سایه‌اندازی جو روی ماشک (کاهش نور دریافتی) نسبت داد که سبب کاهش شدت فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها و در نتیجه کاهش رشد می‌شود (Jahansooz *et al*., 2007).

جدول ٤. مقایسه میانگین تیمارهای نسبت کشت مخلوط جو با ماشک از لحاظ اثر بر صفات مورد بررسی در ماشک.

Intercropping ratios	Plant Height (cm)	No. Grain Plant	1000 grain weight (g)	Biological yield (t/ha)	Grain yield (t/ha)
Net vetch	76.46a	15.75a	29.61a	7.72a	2.09a
200 Vetch -300 Barley	74.46ab	14.1b	28.73ab	5.45bc	0.84bc
200 Vetch -500 Barley	65.92bc	11.76c	27.33b	5.27c	1.21b
200 Vetch -700 Barley	55.13d	9.76d	23.67bc	4.41cd	0.51c
400 Vetch -300 Barley	74.43ab	12.66bc	26.43b	5.49bc	1.16b
400 Vetch -500 Barley	65.8bc	11.53c	23.6c	5.24c	1.11bc
400 Vetch -700 Barley	62.8cd	11.12c	22.66c	4.36cd	0.58c
600 Vetch -300 Barley	67.13abc	11.59c	25.17bc	6.91ab	1.17b
600 Vetch -500 Barley	64.46cd	9.67d	23.1d	5.22c	0.71bc
600 Vetch -700 Barley	64.32cd	7.83e	17.19e	3.6d	0.88c

Different letters in each column represent a significant difference at the 5% probability levels.

۳-۲-۳. وزن هزار دانه

نتایج نشان داد بالاترین وزن هزار دانه با متوسط ۲۹/۶۱ گرم به تیمار کشت خالص ماشک اختصاص داشت. بین تیمار مذکور و تیمار تراکم ۲۰۰ ماشک+۳۰۰ بوته جو اختلاف معنی‌دار دیده نشد. با افزایش تراکم بوته در هر دو گیاه از وزن هزار دانه کاسته شد؛ به‌طوری‌که در تیمار تراکم ۶۰۰ ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۱۷/۱۹ گرم به حداقل مقدار خود رسید. در این آزمایش گیاه جو گیاه غالب بوده و به‌دلیل برتری در توسعه اندام‌های هوایی خود، روی ماشک سایه‌اندازی داشت. در نتیجه در کشت خالص ماشک رقابت برون‌گونه‌ای کمتر و وزن هزار دانه بیشتر بود؛ درحالی‌که در گیاه جو برعکس ماشک اتفاق افتاد و بیشترین وزن هزار دانه در کشت مخلوط درهم حاصل شد. بنابراین، کمتر بودن وزن هزار دانه ماشک در شرایط مختلف کشت مخلوط، به انجام اسیمیلاسیون کمتر بر اثر رقابت برون‌گونه‌ای و سایه‌اندازی جو روی ماشک نسبت داد. گزارش شده است با افزایش نسبت حضور ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط به ۱۰۰ درصد در کشت خالص تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن هزار دانه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌ترتیب برابر با

۶۵/۲، ۲۱۲ و ۷/۴ درصد کاهش یافت و بیشترین میزان صفات تعداد غلاف (۱۸/۴) در بوته، دانه در بوته (۴۵) و وزن هزار دانه (۴۱/۶ گرم) در تیمار ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو تولید شد. در این آزمایش گیاه جو به‌عنوان گیاه غالب در کشت مخلوط شناخته شد؛ درحالی‌که گیاه ماشک گیاه مغلوب بوده، در نتیجه اجزای عملکرد ماشک در کشت خالص بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود (Asadi *et al*., 2013).

۳-۲-۴. عملکرد زیست‌توده

در تحقیق حاضر بالاترین عملکرد زیستی در گیاه ماشک در تیمار کشت خالص ماشک و تراکم ۶۰۰ ماشک+۳۰۰ بوته جو به‌ترتیب با متوسط ۷/۷۲ و ۶/۹۱ تن در هکتار ثبت شد. نتایج همچنین نشان داد با افزایش تراکم هر دو محصول در کشت مخلوط از عملکرد زیستی ماشک کاسته شد و در نسبت کشت مخلوط تراکم ۶۰۰ ماشک+۷۰۰ بوته جو با متوسط ۳/۶۰ تن در هکتار به حداقل مقدار خود رسید. کاهش عملکرد زیستی ماشک گل‌خوشه‌ای احتمالاً ناشی از قدرت رقابت کمتر آن درمقایسه‌با جو بود. گزارش شده است که تولید ماده خشک ماشک در کشت مخلوط با جو به‌دلیل سایه‌اندازی گیاه همراه کاهش یافت (Kurdali *et al*., 2007). در مطالعه‌ای دیگر در تیمارهای کشت مخلوط ماشک با یولاف گزارش شد که عملکرد بیولوژیکی هر یک از گیاهان کشت‌شده در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری نسبت‌به کشت خالص آنها کاهش یافت (Tuna *et al*., 2007).

۳-۲-۵. عملکرد دانه

نتایج مطالعه حاضر نشان داد عملکرد دانه در ماشک واکنش مثبتی نسبت‌به تیمارهای کشت مخلوط نشان نداد؛ به‌طوری‌که با افزایش تراکم هر دو محصول ماشک و جو از عملکرد دانه در این گیاه کاسته شد. نتایج بررسی حاضر حاکی از آن بود که کشت خالص ماشک با متوسط ۲/۰۹ تن در هکتار بیشترین و تراکم ۶۰۰ ماشک+۷۰۰ بوته جو کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). بالا بودن عملکرد دانه در تیمار کشت خالص ماشک را می‌توان به بالا بودن اجزای عملکرد این محصول مانند تعداد دانه و وزن هزار دانه نسبت داد که بالاترین مقدار این دو جزء عملکرد دانه در تیمار کشت خالص به‌دست آمد. باتوجه‌به اینکه عملکرد دانه ماشک در کشت خالص به‌طور معنی‌داری از سایر آرایش‌های کاشت بیشتر بود، به‌نظر می‌رسد که گیاه ماشک قادر به رشد پایاپای، در کشت مخلوط با گیاه جو نیست و نمی‌تواند همگام‌با جو به رشد و توسعه اندام‌های رویشی و زایشی خود بپردازد. همچنین شاید یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه ماشک در کشت مخلوط درمقایسه‌با کشت خالص را بتوان به کاهش فضای لازم برای رشد و به‌دنبال آن رقابت به‌خاطر آب، مواد غذایی و نور نسبت داد (Jahansooz *et al*., 2007). علت تولید بیشتر در کشت خالص را به یکنواختی بیشتر محیط نسبت‌به کشت مخلوط مربوط می‌دانند (Chen *et al*., 2004). رقابت بین گونه‌ای را دلیلی بر افزایش رشد رویشی و کاهش اجزای زایشی دانسته‌اند. همچنین بیان کردند که این امر انرژی کسب‌شده توسط گونه را به‌سمتی سوق می‌دهد که بتواند اثرات رقابتی را کاهش و یا حذف کند و در نتیجه میزان انرژی کمتری را به تولید عملکرد اقتصادی اختصاص می‌دهد (Thorsted *et al*., 2006). دلیل کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در کشت مخلوط افزایشی را بالا بودن رقابت بین گونه‌ای در مقایسه با رقابت درون‌گونه‌ای ذکر کرده‌اند. نشان داده شده است که کشت مخلوط یونجه یکساله با جو سبب کاهش معنی‌دار عملکرد زیستی و عملکرد دانه یونجه نسبت‌به سیستم تک‌کشتی آن شده‌است (Sadegpour *et al*., 2012). در مطالعه‌ای دیگر عملکرد زیستی و دانه ماشک گل‌خوشه‌ای به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم با جو قرار گرفت؛ به‌طوری‌که افزایش درصد ماشک از ۲۵ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص منجر به کاهش عملکرد زیستی و دانه به‌ترتیب به مقدار ۵۵ و ۵۷ درصد شد. در این آزمایش بالاترین مقادیر عملکرد زیستی و دانه در ماشک گل‌خوشه ای با متوسط ۹۲۷/۵ و ۴۹۵/۶ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص این گیاه مشاهده شد (Khorramdel *et al*., 2016).

۳-۳. نسبت برابری زمین (LER)

در مطالعه حاضر بالاترین مقدار LER جزئی بر اساس عملکرد در جو و ماشک به‌ترتیب به مقدار ۰/۵۸ و ۰/۹۱ در تیمار کشت ۲۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو در متر مربع ثبت شد (جدول ۵). در مطالعه حاضر میزان تغییرات LER کل بر اساس عملکرد دانه در محدوده ۰/۹۹ تا ۱/۴۹ قرار داشت که بیانگر سودمندی تیمارهای کشت مخلوط نسبت‌به کشت خالص در بعضی از سطوح است. در این بررسی بالاترین مقدار نسبت برابری زمین (LER=۱/۴۹) به تیمار کشت مخلوط تراکم ۲۰۰ بوته ماشک+۵۰۰ بوته جو در

متر مربع اختصاص یافت که بیانگر برتری ۴۹ درصدی کشت مخلوط درمقایسه‌با کشت خالص دو محصول به‌صورت جداگانه است. کمترین مقدار نسبت مذکور نیز در تیمار ۴۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو در متر مربع اختصاص داشت. با بررسی چهار نوع کشت مخلوط تأخیری گندم و ذرت بیان داشتند که نسبت برابری زمین برای کارایی جذب نیتروژن در تمام کشت‌های مخلوط تأخیری بزرگتر از یک بود؛ به‌طوری‌که دامنه نسبت برابری زمین براساس عملکرد دانه بین ۲–۱/۴۹ قرار داشت. همچنین بالاترین نسبت برابری زمین را بر اساس عملکرد زیستی و دانه به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو گزارش شد (Asadi *et al*., 2013). در تحقیقی دیگر، بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۳۵) متعلق‌به کشت مخلوط درهم ۵۰٪ جو+۵۰٪ ماشک بود (Pooryousef & Alizadeh, 2018). بالا بودن نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط جو–نخود به اثبات رسیده است (Seyedi *et al*., 2021).

جدول ۵. مقایسه میانگین نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جو بهاره+ماشک.

Intercropping density	LER Grain Yield of Vetch	LER Grain Yield of Barley	Total LER Grain Yield
Net barly	-	-	-
200 Vetch -300 Barley	0.40	0.79	1.19
200 Vetch -500 Barley	0.58	0.91	1.49
200 Vetch -700 Barley	0.24	0.83	1.07
400 Vetch -300 Barley	0.56	0.78	1.33
400 Vetch -500 Barley	0.53	0.71	1.24
400 Vetch -700 Barley	0.28	0.71	0.99
600 Vetch -300 Barley	0.56	0.67	1.23
600 Vetch -500 Barley	0.34	0.67	1.01
600 Vetch -700 Barley	0.42	0.67	1.09
Net vetch	-	-	-

۴. نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر عملکرد و اجزای عملکرد دو محصول جو و ماشک واکنش مثبتی به سیستم کشت مخلوط نشان ندادند و بالاترین اجزای مذکور به کشت خالص دو محصول اختصاص داشت. بااین‌وجود به‌غیر از نسبت کشت ۴۰۰ بوته ماشک+۷۰۰ بوته جو در متر مربع، کلیه تیمارهای کشت مخلوط از نسبت برابری زمین بالاتر از یک برخوردار بودند که در مجموع بیانگر سودمندی تیمارهای کشت مخلوط نسبت‌به کشت خالص در این مطالعه بود.

۵. منابع

Agegnehu, G., Ghizaw, A., & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, *22*, 202-207.

Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., & Janmohammadi, H. (2010). Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* (*Agricultural Science*), *20*, 78-88.

Ahmadiu, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., Janmohammadi, H., & Nami, F. (2011). Investigation of light status in sole cropping and intercropping of barley and vetch and its relationship with forage yield. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science (Agricultural Science)*, *20*, 53-65.

Anil, L., Park, J., Phipps, R.H., & Miller, F.A. (1998). Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Science*, *53*, 301-317.

Asadi, G.A., & 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 Products*, *7*(1), 131-156.

Asadi, G.A., & 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.

Awal, M.A., Koshi, H., & Ikeda, T. (2006). Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and Forest Meteorology*, *139*, 74-83.

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., & Ghose, S.S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment. *European Journal of Agronomy*, *24*, 325-332.

Borghi, E., Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Sousa, V.V., & Martins, P.O. (2013). Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. *European Journal of Agronomy*, *51*, 130-139.

Chen, C., Westcott, M., Nrill, K., Wichman, D., & Knox, M. (2004). Row configuration and nitrogen application for barley–pea intercropping in Montana. *Agronomy Journal*, *96*, 1730-1738.

Dapaah, H.K., Asafu Agyei, J.N., Ennin, S.A., & Yamoah, C.Y. (2003). Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. *Journal of Agricultural Science*, *140*, 73-82.

Daraei Mofrad, A.R., Azizi, K., Heidari, S., & Ahmadi, A.R. (2008). Evaluating the effects of mono- and intercropping of barley with narbon vetch on barley grain yield and weeds growth. *Magazine of Daneshvar*, *1,* 35-44.

Florence, A.M., Higley, L.G., Drijber, R.A., & Francis, C.A. (2019). Lindquist, J.L. Cover crop mixture diversity, biomass productivity, weed suppression, and stability. *Plos One, 14*, 195-207.

Gao, Y., Duan, A., Sun, J., & Liu, Z. (2009). Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. *Field Crops Research*, *111*, 65–73.

Habibi, S.D., Kashani, A., Paknejad, F., Jafari, H., Jami Al-Ahmadi, M., Tookalloo, M.R., & Lamei, J. (2010). Evaluation of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) in pure and mixed cropping with barley (*Hordeum vulgare* L.) to determine the best combination of legume and cereal for forage production. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 5* ,169-176.

Ibrahim, M., Ayub, M., Maqbool, M.M., Nadeem, S.M., Haq, T., Hussain, S., Ali, A., & Lauriault, L.M. (2014). Forage yield components of irrigated maize-legume mixtures at varied seed ratios. *Field Crops Research*, *169,* 140-144.

Jahansooz, M.R., Yunusa, I.A.M., Coventry, D.R., Palmer, A.R., & Eamus, D. (2007). Radiation- and water-use associated with growth and yields of wheat and chickpea in sole and mixed crops. *European Journal of Agronomy*, *26*, 275–282.

Jaskulska, I., Jaskulski, D., & Gałezewski, L. (2022). Peas and barley grown in the strip-till one pass technology as row intercropping components in sustainable crop production. *Agriculture*, *12*, 229-236.

Khorramdel, F., Sharabi, N.E., & Arslan, A. (2016). Rainfed veteh-barley mixed cropping in the syriansemi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using15 N isotopic dilution. *Plant Soil*, *183*, 137-148.

Mazaheri, D. (1998). *Intercropping. Tehran University Publications, Tehran.*

Mohammadi, S., Khalil Agdam, N., Khoshnejad, A., Pour Yousef, M., & Jalilnejad, N. (2013). Mixed-cropping and its effects on yield and agronomical traits of barley (*Hordeum vulgare* L.) and bersim clover (*Trifolium alexanderium* L.). *Journal of Crop Ecophysiology*, *7*(2), 229-240.

Najafi, A., & Mohammadi, J. (2005). *Study of yield and yield components in intercropping of sweet corn with green bean.* In: 1st International Congress of Pulses Proceeding, Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. *52*, 20-21.

Ofari, F., & Stern, W.R. (1998). Cereal-legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*, *41*, 41-90.

Pooryousef, M., & Alizadeh, K. (2018). Evaluation of different smooth vetch and winter type barley mix cropping systems under Mahabad cold dryland conditions. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, *7*(1), 1-13. (In Persian).

Puzy´nska, K., Puzy´nski, S., Synowiec, A., Bocianowski, J., & Lepiarczyk, A. (2021). Grain yield and total protein content of organically grown oats–vetch mixtures depending on soil type and oats' cultivar. *Agriculture*, *11*, 79-91.

Reiss, E.R., & Drinkwater, L.E. (2018). Cultivar mixtures: A meta-analysis of the effect of intraspecific diversity on crop yield. *Ecological Applications*, *28*, 62–77.

Sadeghpour, A., & 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.

Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F., & Wang, S. (2006). Carbon supply and storage in tilled and non-tilled soils as influenced by cover crops and nitrogen fertilization. *Journal of Environmental Management*, *35*, 1507-1517.

Seyedi, S.M., Eftekhari, M., & Ghadiri, A. (2022). Effect of intercropping with barley (*Hordeum vulgare* L.) on dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield, land use efficiency and weed control. *Crop Production*, *15*(1), 1-18.

ShakourZadeh, A., Alizadeh, K., Pour Yousef, M., & Ghaffari, A.A. (2012). Study of density and nixed ratios on forage qualitative and quantitative yield in intercropping of barley and vetch under dryland conditions. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, *1*, 63-74.

Thorsted, M.D., Olesen, J.E., & Weiner, S. (2006). Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crops Research*, *95*, 280-290.

Tosti, G., Benincasa, P., & Giuiducci, M. (2010). Competition and facilitation in hairy vetch-barley intercrops. *Italian Journal of Agronomy*, *3*, 239-247.

Tsubo, M., Walker, S., & Mukhala, E. (2001). Comparisons of radiations use efficiency of mono-intercropping systems with different row orientations. *Field Crops Research*, *71*, 17-29.

Tsubo, M., Walker, S., & Ogindo, H.O. (2010). A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semiarid regions: I. Model development. *Field Crops Research, 93*(1), 10-22.

Tuna, C., & Orak, A. (2007). The role of intercropping on yield potential of common vetch/oat cultivated in pure stand and mixtures. *Journal of Agriculture Biological Science*, *2*, 14-19.

Yang, F., Huang, S., Gao, R., Liu, W., Yong, T., Wang, X., Wu, X., & Yang, W. (2014). Growth of soybean seedling in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: Far- red ratio. *Field Crops Research*, *155*, 245-253.

Zimdahl, R.H. (2007). *Fundamentals of Weed Sciences.* Academic Press, New York.