Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۴(۴۸)، زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۶۷۰-۶۵۱

ارزیابی کشت مخلوط درهم جو بهاره (*Hordeum vulgare* L.) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth)

بیژن کهراریان[۱]، فرهاد فرحوش[۲*]، سلیمان محمدی[۳]، بهرام میرشکاری[۲] و ورهرام رشیدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۲۱ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۱

چکیده

به‌منظور مطالعه تأثیر کشت مخلوط درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و ماشک گل خوشه‌ای آزمایشی در دو سال زراعی (۱۳۹۴-۱۳۹۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نه تیمار کشت مخلوط با تراکم‌های ۲۵۰ بوته در متر مربع ماشک+ ۳۰۰ بوته جو، ۲۵۰ بوته ماشک+ ۵۰۰ بوته جو، ۲۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک+ ۳۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک+ ۵۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک+ ۷۰۰ بوته جو، ۶۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو، ۶۵۰ بوته ماشک+ ۵۰۰ بوته جو و ۶۵۰ بوته ماشک+ ۷۰۰ بوته جو و دو تیمار کشت خالص ماشک (۲۵۰ دانه در متر مربع) و جو (۳۵۰ دانه در متر مربع) بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین تیمارها از لحاظ کلیه صفات در هر دو محصول اختلاف معنی‌دار وجود داشت. کشت خالص جو بالاترین سنبله در متر مربع (۹۷/۸۸)، وزن هزار دانه (۴۷/۲۸ گرم) وعملکرد بیولوژیک (۱۳/۳۶ تن در هکتار) و عملکرد دانه (۴/۳۶ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد. هم‌چنین، بالاترین تعداد ساقه (۳۷۹/۲۵) و عملکرد بیولوژیک (۷/۶۳ تن در هکتار) و عملکرد دانه (۱/۹۴ تن در هکتار) ماشک در کشت خالص مشاهده شد. بالاترین نسبت برابری زمین هم بر اساس عملکرد دانه (۱/۲۰) و هم بر اساس عملکرد بیولوژیک (۱/۴۸) در تیمارهای تراکم ۵۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک در متر مربع دیده شد، که نشان‌دهنده مزیت کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص این دو محصول بود.

واژگان کلیدی: جو، عملکرد، کشت مخلوط، نسبت برابری زمین، ماشک.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- استادیار بخش زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، میاندوآب، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول farahvash@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های کشاورزی قابل اجرا در بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌تواند به جهت 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 در مقایسه با کشت خالص از همان مقدار زمین به دست می‌آید (Yang *et al.*, 2014). بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده هنگامی که دو گونه با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به صورت همزمان در کشت مخلوط قرار می‌گیرند، کمترین رقابت را با یکدیگر دارند و این موضوع باعث افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی می‌شود (Borghi *et al.*, 2013). کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها برای توسعه نظام‌های پایدار تولید غذا، به‌خصوص در نظام‌های کاشت بر مبنای کاهش مصرف نهاده‌های خارجی توصیه شده است (Dapaah *et al.*, 2003). جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که بیشترین سازش را نسبت به سایر گیاهان زراعی و بیشترین تحمل را در برابر خشکی نسبت به سایر غلات نشان می‌دهد. این گیاه همانند دیگر غلات تأمین‌کننده نیاز غذایی بشر و حیوانات می‌باشد و استفاده از آن به‌عنوان یک منبع سرشار از نشاسته جهت تولید الکل، مدنظر بوده است (Zahravi, 2009). ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia Villosa* Roth) نیز یکی از گیاهان علوفه‌ای تیره لگومینوز است که کاشت آن به‌دلیل بهبود حاصلخیزی خاک تحت تأثیر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، بهبود عملکرد را به دنبال دارد. کشت مخلوط این دو گیاه، راهکاری مناسب برای افزایش عملکرد و ارتقاء پایداری تولید در نظام‌های کشاورزی کم نهاده محسوب می‌شود (Ahmadi *et al.*, 2010).

در رابطه با انتخاب گیاهان در کشت مخلوط، بر تمرکز تحقیقات در زمینه کشت مخلوط غلات و لگوم به‌دلیل افزایش بهره‌وری منابع غذایی و آبی و نیاز کمتر به نهاده‌های خارجی (Agegnehu *et al.*, 2006; Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2003) شیوع کمتر آفات و بیماری‌ها (Agegnehu *et al.*, 2008) و کنترل علف‌های هرز (Abdulahi *et al.*, 2014) توصیه شده است. در این نوع سیستم علاوه بر تأثیر لگوم در حفظ سلامتی خاک، بخشی از نیتروژن تثبیت شده در گره ریشه‌های لگوم می‌تواند در دسترس گیاه غیرلگوم قرار گیرد(Banik *et al.*, 2006). زیائو و همکاران (Xiao *et al.*, 2004) با استفاده از ایزوتوپ N^{15} مقدار نیتروژن منتقل شده از باقلا به گندم در کشت مخلوط را معادل ۱۵ درصد از کل نیتروژن جذب شده توسط گندم گزارش کردند. هوآگارد نیلسن و همکاران (Hauggaard-Nielsen *et al.*, 2003) اظهار داشتند که در کشت مخلوط جو و نخود از تلفات بی‌حاصل نیتروژن کاسته می‌شود و ضمن افزایش تثبیت نیتروژن اتمسفری، مصرف نیتروژن معدنی از اعماق خاک کارآتر از تک‌کشتی گیاه نخود فرنگی می‌شود. اسکندری و قنبری (به نقل از Mazaheri, 1998) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند که جذب عناصر غذایی در همه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص است و مجموع عملکرد نسبی در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بزرگ‌تر از یک به‌دست آمد. بهبود کمّی و کیفی

www.SID.ir

Archive of SID

محصول و دست‌یابی به ثبات عملکرد در مخلوط جو و باقلا (Agegnehu *et al*., 2006; Eslami Khalili *et al*., 2011) جو و نخود فرنگی (Hauggaard-Nielsen *et al*., 2003) جو و نخود (Hamzei *et al*., 2012 and 2014) ذرت و باقلا (Rezaei-Chianeh *et al*., 2011) نیز گزارش شده است.

در مطالعات مختلف به‌منظور ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص‌هایی نظیر نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio)، ضریب ازدحام نسبی (Relative Crowding Coefficient)، نسبت رقابتی (Competitive Ratio)، غالبیت (Aggressivity) و افت واقعی عملکرد (Actual Yield Loss or Grain) استفاده شده است (Eslami Khalili *et al*., 2011; Banik *et al*., 2006). هریک از این شاخص‌ها در ارزیابی کشت مخلوط اطلاعات ویژه‌ای را بازگو می‌کنند. نسبت برابری زمین بیانگر کارآیی کشت مخلوط در استفاده از منابع در مقایسه با تک‌کشتی است.

حبیبی و همکاران (Habibi *et al*., 2010) گزارش نمودند که بالاترین عملکرد علوفه خشک، نسبت برابری زمین بیش از یک و بالاترین کیفیت علوفه در ترکیب ۵۰ درصد ماشک +۵۰ درصد جو مشاهده شد. توستی و همکاران (Tosti *et al*., 2010) با بررسی رقابت و مساعدت کشت مخلوط افزایشی ماشک گل خوشه‌ای و جو در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای، اظهار داشتند که نسبت‌های مخلوط موجب بهبود نسبت برابری زمین گردید. شکورزاده و همکاران (Shakour Zadeh *et al*., 2012) تیمار ۵۰ درصد ماشک+۵۰ درصد جو با تراکم ۲۰۰ بذر در مترمربع را با بیشترین نسبت برابری زمین ۱/۲ و بالاترین میزان تولید علوفه خشک ۹/۵۲ تن در هکتار به‌عنوان برترین تیمار جهت دستیابی به عملکرد در منطقه لرستان توصیه نمودند. اسدی و خرمدل (Asadi and Khoramdel, 2013) در مطالعه اثر نسبت‌های کشت مخلوط جو با ماشک گل خوشه‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه گزارش نمودند بالاترین عملکرد بیولوژیکی و دانه در ماشک و جو برای تیمار کشت خالص حاصل گردید. هم‌چنین، با افزایش نسبت حضور ماشک در کشت مخلوط، اجزای عملکرد ماشک کاهش و اجزای عملکرد جو بهبود یافت. آنها بالاترین نسبت برابری زمین را بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه به‌ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای ۵۰ درصد ماشک + ۵۰ درصد جو مشاهده کردند.

با توجه به موارد ذکر شده تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط درهم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو و ماشک گل خوشه‌ای و مقایسه سیستم تک کشتی و کشت مخلوط دو گیاه از لحاظ عملکرد اجزای عملکرد و نسبت برابری زمین در منطقه میاندوآب انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۳ در 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 جغرافیای ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۶ و ۶ دقیقه با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. در این تحقیق جو رقم یوسف و ماشک گل خوشه‌ای رقم مراغه که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بودند مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک از عمق ۳۰-صفر سانتی‌متری در جدول ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای آزمایشی شامل نه تیمار تراکم کشت ۲۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو، ۲۵۰ بوته ماشک + ۵۰۰ بوته جو، ۲۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک +۳۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک + ۵۰۰ بوته جو، ۴۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو، ۶۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو، ۶۵۰ بوته ماشک + ۵۰۰ بوته جو و ۶۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰بوته جو و دو تیمار کشت خالص ماشک (۲۵۰ 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. کاشت هر دو گیاه به‌طور همزمان در ۱۵ فروردین ماه صورت گرفت و برداشت در نیمه دوم تیرماه انجام گرفت. مساحت هر واحد آزمایشی ۴/۸ متر مربع که شامل ۸ خط به طول ۳ متر، فاصله بین خطوط ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین دو کرت آزمایشی یک متر و فاصله بین دو تکرار ۳ متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی نیز بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به‌طور متوسط هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار صورت گرفت. عملیات وجین علف‌های هرز به‌طور مرتب به‌صورت دستی و در هنگام لزوم انجام شد. ۵۰ کیلوگرم کود اوره به‌عنوان استارتر در زمان تهیه زمین مصرف گردید (Mohammadi *et al.*, 2013). در پایان فصل رشد، گیاهان با حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت شده و عملکرد و اجزای عملکرد شامل ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک برای ماشک گل خوشه‌ای و ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک برای جو اندازه‌گیری و ثبت شد. ضمن توضیح این نکته که زمان رسیدن محصول جو و ماشک تقریباً مشابه می‌باشد پس از رسیدن کامل محصول (در جو در اثر ساییدن با دست دانه‌ها جدا شده و در ماشک غلاف‌های انتهای شاخه نیز به رسیدگی کامل رسیده بودند) و قابل برداشت شدن آن با کمباین، برداشت تمامی تیمارها با حذف حاشیه طرف کرت آنها انجام و میزان عملکرد علوفه خشک و عملکرد دانه هم جو و هم ماشک با هم مربوط به هر یک از تیمارها نیز تعیین گردید. هم‌چنین، میزان پروتئین دانه جو نیز بـه روش برادفـورد (Bradford, 1976) محاسـبه شـد.

نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه و علوفه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

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

که در این معادله، Yi و Yii به‌ترتیب عملکرد گیاه در کشت مخلوط و خالص می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها پس از بررسی و تأیید برقراری مفروضات، به کمک نرم‌افزار SAS. 9.2 و مقایسات میانگین تیمارها نیز با روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف کشت از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی در جو و ماشک اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت، درحالی‌که اثر سال و اثر متقابل سال در تیمارهای کشت مخلوط معنی‌دار نبود (جدول ۲و ۴).

صفات جو

ارتفاع بوته: بیشترین ارتفاع بوته در تراکم ۴۵۰ بوته ماشک + تراکم ۷۰۰ بوته جو با متوسط ۱۰۵/۱۱ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در تراکم ۶۵۰ بوته ماشک + تراکم ۷۰۰ بوته جو با متوسط ۷۰/۷۱ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). با

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش تراکم گیاهان بر ارتفاع آنها افزوده 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 باعث افزایش طول بوته خواهد شد (Cruz and Sinoquet, 2003). نتیجه طویل شدن بوته، افزایش ارسال مواد غذایی به آن نقطه است (Agegnehu *et al*., 2006). عدم افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب، احتمالاً به دلیل محدودیت تولید مواد فتوسنتزی بر اثر محدودیت آب و مواد غذایی است (Ansarul Haq *et al*., 2018). در تحقیق نجفی و همکاران (Najafi *et al*., 2014) بالاترین ارتفاع بوته جو با متوسط ۹۲/۲۳ سانتی‌متر در نسبت کاشت ۷۵ درصد جو + ۲۵ درصد شبدر به دست آمد. باریبوتسا و همکاران (Baributsa *et al*., 2008) گزارش کردند که با افزایش تراکم در کشت مخلوط درهم ذرت و شبدر عملکرد هر دو گیاه افزایش یافت ولی ارتفاع ذرت در تراکم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

تعداد سنبله در واحد سطح: نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد کشت خالص جو با متوسط ۹۷/۸۸ عدد بالاترین تعداد سنبله را به خود اختصاص داد هر چند بین تیمار مذکور و تیمارهای ۲۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو و ۲۵۰ بوته ماشک + ۵۰۰ بوته جو اختلاف معنی‌دار دیده نشد. با افزایش تراکم بوته جو و ماشک از تعداد سنبله در متر مربع کاسته شد، به‌طوری‌که تیمار۶۵۰ تراکم بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو در متر مربع با متوسط ۷۵/۱۰ سنبله کمترین تعداد سنبله را به خود اختصاص داد (جدول ۳). به‌طور کلی، در تراکم‌های پایین گیاهی، به‌دلیل کمتر بودن رقابت درون گونه‌ای و نیز وجود فضای بیشتر برای توسعه انشعابات بوته، گیاهان با استفاده از منابع موجود، تولید مقدار بیشتری سنبله می‌نمایند؛ اما با افزایش تراکم گیاهی از تعداد شاخه فرعی کاسته می‌شود (Peters and Wilson, 1981). از آن‌جایی که تراکم‌های بالا در کشت مخلوط درهم با محدود کردن فضای در اختیار گیاه اجازه ظهور پنجه‌های بیشتر را نداده است. تعداد پنجه در این تیمارها کمتر از تراکم‌های کشت خالص است. عیشی‌رضایی و همکاران (Eishi Rezaei *et al*., 2011) در بررسی اثر کشت مخلوط درهم ارزن و سویا بالاترین تعداد پنجه در ارزن را در پایین‌ترین تراکم ارزن (۲۵ بوته در متر مربع) مشاهده و اظهار داشتند تراکم‌های پایین ارزن و کشت مخلوط ردیفی فضای بیشتری را در اختیار گیاه برای گسترش تعداد پنجه قرار داده بود، ولی تراکم‌های بالا در کشت مخلوط درهم با محدود کردن فضای در اختیار گیاه اجازه ظهور پنجه‌های بیشتر را نمی‌دهد. حمزه‌ئی و همکاران (Hamzei and Seyedi, 2013) بالاترین تعداد سنبله در متر مربع را با متوسط ۳۵/۶۰ عدد را در کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ نخود + ۲۵٪ جو مشاهده و اظهار داشتند با افزایش تراکم بوته جو از تعداد سنبله در متر مربع کاسته می‌شود.

تعداد دانه در سنبله: بالاترین تعداد دانه در سنبله با متوسط ۴۵/۹۷ به تیمار تراکم ۲۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو اختصاص داشت، بین تیمار مذکور و تیمارهای تراکم ۴۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته و تراکم ۲۵۰ بوته ماشک + ۵۰۰ بوته جو در متر مربع اختلاف معنی‌دار دیده نشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای مذکور تعداد دانه را در مقایسه با تیمار کشت خالص به‌ترتیب ۱۸/۷۸، ۱۷ و ۷/۴۰ درصد افزایش دادند. در تحقیق حاضر افزایش تراکم بوته ماشک به ۶۵۰ بوته از تعداد دانه در سنبله جو کاشته شد. به‌طوری‌که کمترین تعداد دانه در بوته با متوسط ۳۱/۶۰ دانه در بالاترین تراکم ماشک و جو (۶۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو) دیده شد (جدول ۳). در تحقیق حاضر تراکم‌های‌های متوسط جو و ماشک اثر مثبتی بر تعداد دانه در مقایسه با کشت خالص نشان دادند. به‌نظر می‌رسد در کشت مخلوط رقابت برون گونه‌ای ماشک نسبت به رقابت درون گونه‌ای جو کاهش یافته و فضای بیشتری برای رشد جو فراهم گردید 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 درون گونه‌ای 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 انـدام‌های زایشی از قبیل تعداد دانه را کاهش می‌دهد. صادق‌پور و جهانزاد (Sadeghpour and Jahanzad, 2012) اظهار داشتند 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.

درصد پروتئین دانه جو: در مطالعه حاضر الگوی کشت ۳۰۰ جو +۴۵۰ ماشک، ۵۰۰ جو +۴۵۰ ماشک و ۳۰۰ جو +۶۵۰ ماشک در متر مربع به‌ترتیب با متوسط ۱۴/۷۶، ۱۴/۶۲ و ۱۳/۷۴ درصد به‌صورت معنی‌داری درصد پروتئین دانه را مقایسه با تیمار کشت خالص جو با متوسط ۱۰/۸۵ درصد افزایش دادند، هم‌چنین دیگر تیمارهای کشت مخلوط نیز درصد پروتئین دانه را نسبت به کشت خالص جو افزایش دادند هر چند این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). در بین صفات کیفی جو مهم‌ترین صفت، درصد پروتئین دانه باشد، چرا کـه جو در ایران بیشتر به مصرف دام می‌رسد و از این نظر جوهایی مناسب‌تر هستند که پروتئین دانـه بیشـتری داشته باشند. مطالعات نشان داده است که وقتی بقولات در کنار گونه دیگر به‌صورت کشت مخلوط قرار مـی‌گیرنـد، بـه‌دلیـل اثـر مکملی بقولات جهت تثبیت نیتروژن مقدار بیشتری از نیتروژن تحریک شده و در نتیجه تعـداد گـرهک فعـال و سرعت و تشکیل آنها افزایش می‌یابـد و افـزایش ثبیـت نیتروژن حاصل از بقـولات، سـبب افـزایش میـزان پروتئین دانه نیز می‌شود (Hauggard-Nielson *et al.*, 2001). این نتایج با نتـایج جوانمرد و همکاران (Javanmard *et al.*, 2013) در کشت مخلوط ذرت با برخـی لگـوم‌هـا (ماشک گل خوشه‌ای، لوبیا، شـبدر برسـیم و گاودانـه) مطابقت داشت. هم‌چنین، افزایش درصد پروتئین دانه جو در کشت مخلوط با شبدر در مطالعه محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2013) نیز گزارش شده است.

وزن هزار دانه: بیشترین وزن هزار دانه جو با متوسط ۴۶/۷۹ گرم مربوط به تراکم ۶۵۰ بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو اختصاص داشت، لازم به ذکر است بین تیمارهای مذکور و تیمارهای تراکم ۵۰۰ بوته ماشک + ۲۵۰ بوته جو و تیمار کشت خالص جو اختلاف معنی‌دار دیده نشد (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

در تحقیق حاضر با افزاش تراکم بوته در ماشک و جو از وزن هزار دانه کاشته شد، کمترین وزن هزار دانه با متوسط ۳۲/۵۹ گرم به تراکم ۷۰۰ بوته ماشک + ۶۵۰ بوته جو دیده شد. با افزایش تراکم وزن هزار دانه کاهش می‌یابد چون مواد فتوسنتزی باید در تعداد بیشتری از مخازن توزیع شود واین امر موجب کاهش وزن هزار دانه در تراکم‌های بالا می‌گردد. 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. به‌طور کلی، در تیمارهای با تعداد دانه در بوته بیشتر، وزن هزار دانه مقدار کمتری داشت و در تیمارهایی که تعداد دانه در بوته کم بود وزن هزار دانه افزایش داشت. در کشت مخلوط افزایشی، با افزایش حضور گونه‌ها، محدودیت منابع ایجاد شده و به همین دلیل رقابت برای جذب منابع بین بوته‌های موجود در کشت مخلوط بیشتر می‌شود که این امر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان موجود در این گونه شرایط شود. قلعه‌نویی و همکاران (Ghale Noyee *et al.*, 2017) اظهار داشتند با افزایش تراکم کنجد و لوبیا در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی از میزان وزن هزار دانه کنجد کاسته شد. به‌طور کلی، بیشترین پتانسیل یک سیستم مخلوط هنگامی نمایان می‌شود که رقابت درون و بین گونه‌ای برای منابع موجود در کمترین مقدار ممکن باشد و یا مجموع رقابت بین‌گونه‌ای برای کسب منابع از مجموع رقابت درون‌گونه‌ای کمتر باشد (Putnam and Allen, 1992). حمزه‌ئی و سیدی (Hamzei and Seyedi, 2013) بالاترین وزن هزار دانه در جو را با متوسط ۳۴/۵۶ گرم در تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ نخود + ۱۰۰٪ جو گزارش کردند.

عملکرد بیولوژیک: کشت خالص جو با متوسط ۱۳/۳۶ تن در هکتار بالاترین و تیمار ۶۵۰ بوته ماشک همراه با ۳۰۰بوته جو با متوسط ۸/۷۹ تن در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد. نتایج نشان داد با افزایش تراکم ماشک از ۲۵۰ به ۶۵۰ بوته در متر مربع و تراکم جو از ۳۰۰ به ۷۰۰ بوته در متر مربع از عملکرد بیولوژیک کاسته شد و تیمار تراکم ۶۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو با متوسط ۷/۳۷ تن در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۳). چنانچه لدگارد (Ledgard,1991) هم در تحقیق خود بر کاهش عملکرد بیولوژیک جو در کشت مخلوط تأکید کرده است. دلیل کاهش عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط می‌تواند به‌دلیل رقابت برای جذب نور و نیتروژن در مرحله رویشی و آب در مرحله پر شدن دانه باشد (Thorsted *et al.*, 2006). دارایی‌مفرد و همکاران (Daraei Mofradard *et al.*, 2008) و نجفی و همکاران (Najafi *et al.*, 2014) نیز بالاترین عملکرد بیولوژیک جو را در کشت خالص جو مشاهده کردند که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. حسن‌زاده اول و همکاران (Hasanzadeh Aval *et al.*, 2010) در مطالعه‌ای که بر روی کشت مخلوط مرزه و شبدر ایرانی انجام دادند، گزارش نمودند که وزن خشک اندام رویشی و عملکرد اسانس مرزه در تیمارهای خالص به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود.

عملکرد دانه: کشت خالص جو با متوسط ۴/۳۶ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. بین تیمار مذکور و تیمارهای تراکم ۲۵۰ ماشک + ۵۰۰ جو درمتر مربع و تراکم ۲۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

ماشک + ۷۰۰ جو درمتر مربع اختلاف معنی‌دار دیده نشد. با توجه به اینکه در تیمارها مذکور تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه در مقایسه با دیگر نسبت‌های کشت بالا بود (جدول ۳). بالا بودن عملکرد دانه دور از انتظار نبود. در این بررسی با افزایش تراکم بوته‌های ماشک و جو در متر مربع از عملکرد دانه کاسته شد و کمترین عملکرد دانه با متوسط ۱/۸۰ تن در هکتار به تیمار ۶۵۰ ماشک + ۷۰۰ بوته جو در متر مربع اختصاص داشت. در این بررسی با افزایش تراکم کشت از اجزای عملکرد دانه همچون تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه کاسته شد بنابراین کاهش عملکرد دانه که خود برآیند صفات مذکور است، با افزایش تراکم دور از انتظار نبود. کاهش عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص را می‌توان به افزایش میزان رقابت بین‌گونه‌ای جهت بهره‌وری از منابع محیطی و به علت محدودیت‌هایی که برای دو گیاه زراعی که در کشت مخلوط ایجاد می‌شود نسبت داد. حمزه‌ئی و سیدی (Hamzei and Seyedi, 2013) در کشت مخلوط نخود و جو دلیل کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی را رقابت بین گونه‌ای و کاهش منابع محیطی در دسترس می‌دانند. هم‌چنین بعضی از گزارش‌ها نشان داده‌اند که کشت مخلوط غلات با لگوم‌ها موجب بهبود عملکرد دانه در غلات نشده است (Sadeghpour and Jahanzad, 2012; Thorsted *et al*., 2006). اسدی و خرمدل (Asadi and Khorramdel, 2013) دریافتند عملکرد بیولوژیکی و دانه جو به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط درهم با جو قرار گرفت، آنها بالاترین مقادیر عملکرد بیولوژیکی و دانه در جو را در کشت خالص این گیاه مشاهده کردند.

صفات ماشک

ارتفاع بوته: کشت خالص ماشک با متوسط ۷۴/۶۶ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد، هر چند بین تیمار مذکور و تیمار کشت با تراکم ۲۵۰ بوته ماشک +۳۰۰ بوته جو اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. با افزایش تراکم بوته جو و ماشک از ارتفـاع ماشک به‌صورت معنی‌دار کاسته شد. کمترین ارتفاع بوته نیز با متوسط ۶۲/۶۶ سانتی‌متر به تراکم ۶۵۰ بوته ماشک +۷۰۰ بوته جو اختصاص داشت. کاهش ارتفاع ماشک با افزایش تراکم بوته جو در تحقیق خرمدل و اسدی (Khorramdel and Asadi, 2016) نیز گزارش شده است.

تعداد ساقه: بالاترین تعداد ساقه ماشک با متوسط ۳۷۹/۲۵ ساقه در کشت خالص این گیاه مشاهده شد و با افزایش تراکم بوته ماشک و جو در کشت مخلوط از تعداد ساقه به‌صورت معنی‌دار کاسته شد و در تراکم ۶۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو با متوسط ۱۸۱/۲۵ به حداقل مقدار خود رسید. با تغییر نظام کشت از تک‌کشتی به کشت مخلوط تعـداد دانه در بـوته در ماشک 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 در ماشک شد (Jahansoz *et al*., 2007). محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2013) در ارزیابی عملکرد و صفات زراعی جو و شبدر برسیم در کشت‌های خالص و مخلوط، بالاترین تعداد ساقه شبدر را در کشت خالص

www.SID.ir

Archive of SID

شبدر مشاهده و اظهار داشتند با افزایش تراکم بوته جو از تعداد ساقه شبدر کاسته شد.

عملکرد بیولوژیک: بالاترین عملکرد بیولوژیک ماشک به تیمار کشت خالص ماشک با متوسط ۷/۶۳ تن در هکتار اختصاص داشت (جدول ۵) این در حالی بود که بین تیمار مذکور و تیمار ۶۵۰ تراکم بوته ماشک + ۳۰۰ بوته جو در مترمربع اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. کمترین عملکرد بیولوژیک ماشک نیز به تیمار ۶۵۰ تراکم بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو در متر مربع با متوسط ۳/۲۴ تن در هکتار اختصاص داشت. کاهش عملکرد بیولوژیکی در تیمار ۶۵۰ تراکم بوته ماشک+ ۷۰۰ بوته جو در ماشک گل‌خوشه‌ای احتمالاً ناشی از قدرت رقابت کمتر آن در مقایسه با جو بود. کوردالی و همکاران (Kurdali *et al.*, 1996) نیز اظهار نمودند که تولید ماده خشک ماشک در کشت مخلوط با جو به‌دلیل سایه‌اندازی گیاه همراه کاهش یافت. تونا و اوراک (Tuna and Orak, 2007) در کشت مخلوط ماشک با یولاف گزارش کردند که عملکرد بیولوژیکی هر یک از گیاهان کشت شده در مخلوط به‌طور معنی‌داری نسبت به کشت خالص آنها کاهش یافته است.

عملکرد دانه: بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کشت مخلوط درهم (جدول ۵) بالاترین عملکرد دانه با متوسط ۱/۹۴ تن در هکتار به تیمار کشت خالص ماشک اختصاص داشت. با افزایش تراکم بوته ماشک و جو از عملکرد دانه ماشک کاسته شد به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه با متوسط ۰/۷۳ تن در هکتار در تراکم ۶۵۰ بوته ماشک + ۷۰۰ بوته جو در متر مربع دیده شد. با توجه به اینکه عملکرد دانه ماشک در کشت خالص به‌طور معنی‌داری از سایر آرایش‌های کاشت بیشتر بود، به نظر می‌رسد که گیاه ماشک قادر به رشد پایاپای، در کشت مخلوط با گیاه جو نیست و نمی‌تواند همگام با جو به رشد و توسعه اندام‌های رویشی و زایشی خود بپردازد.

شاید یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه ماشک در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص را به خاطر کاهش فضای لازم برای رشد و به دنبال آن رقابت به خاطر آب، مواد غذایی و نور نسبت داد (Jahansooz *et al.*, 2007). چاپاگین و رایزمن (Chapagain and Riseman, 2014) رقابت بین‌گونه‌ای را دلیلی بر افزایش رشد رویشی و کاهش اجزای زایشی دانسته‌اند. هم‌چنین آنها بیان کردند که این امر انرژی کسب شده توسط گونه را به سمتی سوق می‌دهد که بتواند اثرات رقابتی را کاهش و یا حذف کند و در نتیجه میزان انرژی کمتری به تولید عملکرد اقتصادی اختصاص می‌دهد. تورستد و همکاران (Thorsted *et al.*, 2006) کاهش عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی در کشت مخلوط افزایشی را به بالا بودن رقابت بین گونه‌ای در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای ذکر کردند. صادق‌پور و جهانزاد (Sadeghpour and Jahanzad, 2012) نشان دادند که کشت مخلوط یونجه یک‌ساله با جو سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه یونجه نسبت به سیستم تک کشتی آن شده است. خرمدل و اسدی (Khorramdel and Asadi, 2016) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیکی و دانه ماشک گل خوشه‌ای 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 کاهش عملکرد بیولوژیکی و دانه را به‌ترتیب ۵۵ و ۵۷ درصد موجب گردید. آنها بالاترین مقادیر

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بیولوژیکی و دانه در ماشک گل خوشه‌ای را با متوسط ۹۲۷/۵ و ۴۹۵/۶ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص این گیاه مشاهده کردند.

نسبت برابری زمین (LER)

بالاترین مقدار نسبت برابری زمین به مقدار ۱/۲۰ در تیمار کشت تراکم ۵۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک به‌دست آمد، بعد از تیمار کشت مذکور تیمارهای تراکم ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک و تراکم ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۴۵۰ بوته ماشک به‌ترتیب با مقادیر ۱/۱۷ و ۱/۱۲ اختصاص داشت که بیانگر اثر مثبت کشت مخلوط در تیمارهای مذکور بر عملکرد دانه در مقایسه با کشت جداگانه جو و ماشک است (جدول ۶). هم‌چنین، با مقایسه LER جزیی هر دو گونه مشخص است که این شاخص برای جو بالاتر از ماشک بوده است، بنابراین، چنین استنباط می‌شود که جو در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط تأثیر مثبت‌تری از همراهی با ماشک پذیرفته که این امر باعث بهبود LER جزیی آن در مقایسه با ماشک شده است. در تحقیق حاضر مقدار نسبت برابری زمین برای تیمارهای کشت مخلوط بر اساس عملکرد بیولوژیک به غیر از تیمار الگوی کشت ۷۰۰ بوته جو +۶۵۰ بوته ماشک در متر مربع بالاتر از یک بود. بالاترین نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد بیولوژیک به الگوی کشت ۵۰۰ جو +۲۵۰ ماشک به مقدار ۱/۴۷ اختصاص داشت که بیانگر افزایش عملکرد بیولوژیک به مقدار ۴۷ درصد در مقایسه با کشت خالص هر دو محصول است (جدول ۷). با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان نتیجه گرفت که الگوی کشت مخلوط درهم برای تولید علوفه در مقایسه با تولید اقتصادی دانه مناسب‌تر است. نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد بیولوژیک در کلیه الگوهای کشت بالاتر از نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه بود بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی مخلوط درهم برای تولید علوفه بسیار مناسب‌تر از تولید عملکرد دانه هستند. نسبت برابری زمین هم بر اساس عملکرد دانه و هم بر اساس عملکرد بیولوژیک در تیمارهای ۵۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک، تراکم ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۶۵۰ بوته ماشک و تراکم ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۴۵۰ بوته ماشک بالاتر از یک بود. بنابراین کشت الگوهای ذکر شده می‌تواند موجب حصول عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی بیشتری در مقایسه با کشت خالص دو محصول گردد. کوچکی و همکاران (Koocheki *et al*., 2012) با بررسی چهار نوع کشت مخلوط تأخیری، گندم و ذرت بیان داشتند که نسبت برابری زمین برای کارآیی جذب نیتروژن در تمام کشت‌های مخلوط تأخیری بزرگ‌تر از یک بود؛ به‌طوری‌که دامنه نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه بین ۲-۱/۴۹ قرار داشت. اسدی و خرمدل (Asadi and Khorramdel, 2013) بالاترین نسبت برابری زمین را بر اساس عملکرد بیولوژیکی و دانه به ترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۲۰ برای ۵۰ درصد ماشک+ ۵۰ درصد جو مشاهده کردند، هم‌چنین یلماز و همکاران (Yilmaz *et al*., 2015) بالاترین نسبت برابری زمین (LER=۱/۳۸) را در کشت مخلوط جو و ماشک به نسبت ۸۰٪ جو + ۲۰٪ ماشک مشاهده کردند.

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر کشت خالص جو در مقایسه با کشت مخلوط از تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بالاتری برخوردار بود هر چند بین تیمار مذکور و تراکم ۲۵۰ بوته ماشک+ ۵۰۰ بوته جو از

www.SID.ir

Archive of SID

لحاظ تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و ترکیب کشت مذکور از تعداد دانه بالاتری در مقایسه با کشت خالص نیز برخوردار بود. بنابراین، در تحقیق حاضر کشت مخلوط تنها اثر مثبتی بر ارتفاع بوته و تعداد دانه در سنبله جو نشان داد، لازم به ذکر است که با افزایش تراکم بوته ماشک و جو از ارتفاع بوته، تعداد ساقه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کاسته شد و کشت مخلوط نتوانست اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ماشک داشته باشد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جو گیاه غالب در کشت مخلوط بوده است. در مطالعه حاضر نسبت برابری زمین هم بر اساس عملکرد دانه و هم بر اساس عملکرد بیولوژیک در تیمارهای تراکم ۵۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک، ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۲۵۰ بوته ماشک و تراکم ۳۰۰ بوته جو + تراکم ۴۵۰ بوته ماشک بالاتر از یک بود. بنابراین به نظر می‌رسد کاشت نسبت کشت مخلوط مذکور می‌تواند موجب عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی بالاتری در مقایسه با کشت جداگانه و مخلوط این دو محصول باشد. لازم به ذکر است که در کلیه الگوهای کشت به غیر از الگوی کشت ۷۰۰ بوته جو +۶۵۰ بوته ماشک در متر مربع بالاتر از یک بود لذا می‌توان نتیجه گرفت که کلیه نسبت‌های کشت مخلوط به غیر از الگوی کشت ذکر شده برتری محسوسی نسبت به کشت خالص دو محصول داشتند. هم‌چنین، نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد بیولوژیک در کلیه الگوهای کشت بالاتر از نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه بود بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که الگوی مخلوط درهم برای تولید علوفه بسیار مناسب‌تر از تولید عملکرد دانه هستند.

جدول۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil in experimental site

رس Clay %	سیلت Silt %	شن Sand %	بافت خاک Soil texture	عصاره اشباع ESP (%)	پتاسیم Available K $mg.kg^{-1}$	نیتروژن کل Total N %	فسفر Available P $kg.mg^{-1}$	ماده آلی Organic matter %	اسیدیته pH
25	58	17	لوم-سیلتی lom-Silty	45	490	0.09	21.5	1.11	7.9

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جو

Table 2- Analysis of variance of studied traits in barley

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS						
		ارتفاع بوته Plant height	سنبله در متر مربع Spike per square meter	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	درصد پروتئین دانه جو Seed protein content	وزن هزار دانه 1000 Grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
سال Year	1	40.8^{ns}	61.4^{ns}	125.92^{ns}	1.28^{ns}	115.83^{ns}	6984.17^{ns}	2971.4^{ns}
خطای ۱ Error 1	6	33.10	29.5	130.06	3.96	90.51	5871.02**	2780.41
الگوی کشت Planting pattern	9	205.3**	235.4**	158.44**	11.47**	691.33**	907.90**	550.09**
سال× الگوی کشت Y× PP	9	30.45^{ns}	29.8^{ns}	26.05^{ns}	2.67	79.69^{ns}	101.22^{ns}	101.11^{ns}
خطا ۲ Error 2	54	41.03	74.6	30.94	2.67	67.18	100.43	140.89
ضریب تغییرات C.V. %		14.01	8.92	13.24	13.57	12.81	17.29	15.41

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کشت مخلوط درهم جو و ماشک بر صفات مورد بررسی در جو

Table 3- Mean comparison of planting pattern on the traits studied in the barley

الگوی کشت Planting pattern	ارتفاع بوته Plant height (cm)	سنبله در واحد متر مربع Spike per square meter	تعداد دانه در بوته Number of grain per spike	درصد پروتئین دانه جو Seed protein content	وزن هزار دانه 1000 Grain weight (g)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Grain yield ($t.ha^{-1}$)
خالص جو Sole culture barley	86.94cd	254.48a	38.71bc	10.85b	47.28ab	13.36a	4.36a
۳۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 300 B + 250V	98.88b	221.46ab	45.97a	13.66ab	35.35de	9.87bcd	2.72bc
۵۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 500B + 250V	89.20cd	215.2abc	41.07ab	13.03ab	42.87abc	10.98b	3.67ab
۷۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 700 B + 250V	80.11f	197.02bcd	37.56bcd	13.01ab	41.89bc	10.49b	3.02abc
۳۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 300 B + 450V	91.89c	212.26abc	45.28a	14.76a	39.27cd	9.61bcd	2.65bc
۵۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 500 B + 450V	97.17b	179.01b-e	37.56bcd	14.62a	40.61cd	8.65cde	2.15bc
۷۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 700 B + 450V	105.11a	173.16cde	37.42bcd	13.74ab	40.57cd	8.57de	2.15bc
۳۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 300 B + 650V	87.40d	169.26cde	36.98bcd	13.74a	46.79a	8.31de	1.80c
۵۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 500 B + 650V	83.25e	163.48de	34.55cd	13.91ab	35.52de	8.25de	1.85c
۷۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 700 B + 650V	70.71h	148.46e	31.60d	13.43ab	32.59e	7.37e	1.80c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ماشک

Table 4- Analysis of variance of studied traits in vetch

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی DF	میانگین مربعات (MS) ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه Number of stems	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
سال Year	1	55.6^{ns}	528.12^{ns}	1915.3^{ns}	701.25^{ns}
خطای ۱ Error 1	6	37.2	377.89	20135.5	350.68
الگوی کشت Planting pattern	9	205.1**	1783.17**	22104.7**	205.65**
سال × الگوی کشت Y× PP	9	17.5ns	391.55	1267.3ns	95.02ns
خطا ۲ Error 2	54	60.5	691.6	1548.9	84.21
ضریب تغییرات C.V.%	-	12.84	15.21	17.69	13.61

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** no significant, significant in 5% and 1%.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کشت مخلوط درهم جو و ماشک بر صفات مورد بررسی در ماشک

Table 5- mean comparison of planting pattern on the traits studied in the vetch

الگوی کشت Planting pattern	عملکرد دانه Grain yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($t.ha^{-1}$)	تعداد ساقه Number of stems	ارتفاع بوته Plant height (cm)
خالص ماشک Sole culture vetch	1.94a	7.63a	379.25a	74.66a
۳۰۰300 B + 250V جو +۲۵۰ ماشک	1.06b	5.09bc	338.5b	72.66ab
۵۰۰500B + 250V جو +۲۵۰ ماشک	0.69bc	4.91c	279.5c	64.12bc
۷۰۰700 B + 250V جو +۲۵۰ ماشک	0.36c	4.05cd	229.5d	53.33d
۳۰۰300 B + 450V جو +۴۵۰ ماشک	1.01b	5.13bc	302bc	72.63ab
۵۰۰500 B + 450V جو +۴۵۰ ماشک	0.96bc	4.88c	273.75c	64.0bc
۷۰۰700 B + 450V جو +۴۵۰ ماشک	0.43c	4.0cd	263.5c	61.0cd
۳۰۰300 B + 650V جو +۶۵۰ ماشک	1.02b	6.55ab	275.25c	65.33abc
۵۰۰500 B + 650V جو +۶۵۰ ماشک	0.73c	4.86c	227.25d	62.66cd
۷۰۰700 B + 650V جو +۶۵۰ ماشک	0.56bc	3.24d	181.25e	62.66cd

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند.

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ – مقایسه میانگین نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط جو و ماشک

Table 6- LER values for grain yield in different planting pattern in barley and vetch intercropping treatments

الگوی کشت (متر مربع) Planting pattern (m2)	LER عملکرد دانه جو Barley grain yield	LER عملکرد دانه ماشک Vetch grain yield	LER کل دانه Total LER
۳۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 300 B + 250V	0.62	0.55	1.17
۵۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 500B + 250V	0.84	0.36	1.2
۷۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 700 B + 250V	0.69	0.19	0.88
۳۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 300 B + 450V	0.60	0.52	1.12
۵۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 500 B + 450V	0.49	0.49	0.98
۷۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 700 B + 450V	0.49	0.22	0.71
۳۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 300 B + 650V	0.41	0.53	0.94
۵۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 500 B + 650V	0.42	0.38	0.8
۷۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 700 B + 650V	0.41	0.29	0.7

جدول ۷ - مقایسه میانگین نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه در نسبت های مختلف کشت مخلوط جو و ماشک

Table 7- LER values for grain yield in different planting pattern in barley and vetch intercropping treatments

الگوی کشت (متر مربع) Planting pattern (m^2)	LER عملکرد دانه جو Barley grain yield	LER عملکرد دانه ماشک Vetch grain yield	LER کل دانه Total LER
۳۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 300 B + 250V	0.67	0.74	1.41
۵۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 500B + 250V	0.64	0.82	1.47
۷۰۰ جو +۲۵۰ ماشک 700 B + 250V	0.53	0.79	1.32
۳۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 300 B + 450V	0.67	0.72	1.39
۵۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 500 B + 450V	0.64	0.65	1.29
۷۰۰ جو +۴۵۰ ماشک 700 B + 450V	0.52	0.64	1.17
۳۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 300 B + 650V	0.86	0.60	1.46
۵۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 500 B + 650V	0.64	0.62	1.25
۷۰۰ جو +۶۵۰ ماشک 700 B + 650V	0.42	0.55	0.98

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Abdulahi, A., S. Nasrolahzadeh, A. Dabbagh Mohammadi Nasab, S. Zehtab Salmasi, and S. Pourdad. 2014. Study on effect of weed interference and nitrogen fertilizer on performance of chickpea in intercropping with wheat. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science.* 23 (4): 85-100. (In Persian).
- Agegnehu, G., A. Ghizam, and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy.* 25: 202-207.
- Agegnehu, G., A. Ghizam, and W. Sinebo. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy for Sustainable Development.* 28: 257-263.
- Ahmadi, A., Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R., and Janmohammadi, H. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production.* 20: 78-88. (In Persian).
- Ansarul, Haq, S., K. Joseph Korieng, T.A. Shiekh, F.A. Bahar, Khurshid A. Dar, Waseem Raja, Rayees A. Wani, and N.S. Khuroo. 2018. Yield and quality of winter cereal-legume fodder mixtures and their pure stand under temperate conditions of Kashmir Valley, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 7(2): 3626-3631.
- Asadi, G.A., and S. Khorramdel. 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.
- Banik, P., A. Midya, B.K. Sarkar, and S.S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy.* (24): 325-332.
- Baributsa, D.N., E.F. Foster, K. Thelen, D.R. Kravchenko, and M. Ngouajio. 2008. Corn and cover crop response to corn density in an interseeding system. *Agronomy Journal*. 100: 981-987.
- Borghi, E., C.A.C. Crusciol, A.S. Nascente, V.V. Sousa, and P.O. Martins 2013. Sorghum grain yield, forage biomass production and revenue as affected by intercropping time. *European Journal of Agronomy.* 51: 130-139.
- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Journal of Analitical Biochemistery.* 72: 248-254.
- Chapagain, T., and A. Riseman 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Research.* 166: 18–25.
- Cruz, P.A., and H. Sinoquet. 2003. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. *Field Crops Research*. 36: 21-30.
- Dapaah, H.K., Asafu-Agyei, J.N., Ennin, S.A., and Yamoah, C.Y. 2003. Yield stability of cassava, maize, soybean and cowpea intercrops. *Agricultural Science.* 140: 73-82. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Daraei Mofradard, A., K. Azizi, S. Heidari, and A.R. Ahmadi. 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. (In Persian).
- Eishi Rezaei, A., P. Rezvani Moghadam, H.R. Khazaei, and AS Asghar Mohammad Abadi. 2011. Effect of density and pattern of mixing (row and row) of millet and soybean on yield and their forage yield components in Mashhad weather conditions. *Iranian Journal of Agricultural Research.* 9(1): 50-59. (In Persian).
- Eslami Khalili, F., H. Pirdashti, and A. Motaghian. 2011. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices. *Journal of Agroecology* 3 (1):94-105. (In Persian).
- Ghale Noyee, Sh., A. Koocheki, M. Naseri Poor, T. Yazdi, and M. Jahan. 2017. Effect of different treatments of mixed and row intercropping on yield and yield components of sesame and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 15(3): 588-602. (In Persian).
- Habibi, S.D., A. Kashani, F. Paknejad, H. Jafari Jami, M. Al-Ahmadi, M.R. Tookalloo, and J. Lamei. 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.
- Hamzei, J., and M. Seyedi. 2013. Evaluation of mixed cultivation of chickpea and barley using mixtures crop efficiency indices under conditions of competition with weeds. *Journals of Agronomy Sciences*. 5(9): 10-12. (In Persian).
- Hamzei, J., and M. Seyedi. 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).
- Hamzei, J., M. Seyedi, G. Ahmadvand, and M.A. Abutalebian. 2012. The effect of additive intercropping on weed suppression, yield and yield component of chickpea and barley. *Journal of Crop Production and Processing.* 2(3): 43-56. (In Persian).
- Hasanzadeh Aval, F., A.R. Kocheki, H.R. Khazaei Nassiri, and M. Mahallati. 2010. Effect of density on yield and agronomic characteristics of savory and Persian clover intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Research*. 8(6): 920-929. (In Persian).
- Hauggaard-Nielsen, H., P. Ambus, and E.S. Jensen. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 65: 289-300.
- Hauggard-Nielson, H., P. Ambus, and E.S. Jenson. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Research.* 70: 101-109.
- Ibrahim, M., M. Ayub, M.M. Maqbool, S.M. Nadeem, T. Haq, S. Hussain, A. Ali, L.M. Lauriault. 2014. Forage yield components of irrigated maize-legume mixtures at varied seed ratios. *Field Crops Research*. 169: 140-144.

www.SID.ir

Archive of SID

- Jahansooz, M.R., I.A.M. Yunusa, D.R. Coventry, A.R. Palmer, and D. Eamus. 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.
- Javanmard, A., A. Dabbagh Mohammadi Nasab, A. Javanshir, M. Moghaddam, and H. Janmohammade. 2013. Effects of maize intercropping with legumes on forage yield and quality. *Journal of Agricultural Science*. 22(3): 137-149. (In Persian).
- Khorramdel, S., and G.A. Asadi. 2016. The Effect of mixed crop mixed ratios on crop variety and weed and yield. *Production of Crops.* 7(1): 131-156. (In Persian).
- Koocheki, A., Z. Boroumand-Rezazadeh, M. Nassiri-Mahallati and S. Khorramdel 2012. Evaluation of nitrogen absorption and use efficiency in relay intercropping of winter wheat and maize. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 10: 327-334. (In Persian).
- Kurdali, F., N.E. Sharabi, and A. Arslan. 1996. Rainfed veteh-barley mixed cropping in the Syriansemi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using15 N isotopic dilution. *Plant and Soil*. 183: 137- 148.
- Ledgard, S.F. 1991. Transfers of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using 15 N methods. *Plant and Soil Science*. 131: 215-223.
- Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Publications. Tehran, Iran. (In Persian).
- Mohammadi, S., N. Khalili Aghdam, A. Khoshnejad, M. Pour Yousef, and N. Jalil Nezhad. 2013. Mixed-Cropping and its effects on yield agronomic traits of barley (*Hordeum vulgare*) and Bersim clover (*Trifolium alexandrium*). *Journal of Crop Ecophysiology*. 2(26): 229-239. (In Persian).
- Najafi, S., D. Ghanbari, A. Bonjar, M. Ramroudi, and A. Sirousmehr. 2014. Evaluation of yield and yield components in intercropping of barley (*Hordeum vulgar* L.) with clover (*Trifolium resupinatum* L). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 4: 31-39.
- Peters, N.C.B., and J.B. Wilson. 1981. Some studies on the competition between (*Avena fatua* L.) and spring barley. II variation of *A. fatua* emergence and development and its influence on crop yield. *Journal of Weed Research*. 23: 305-311.
- Putnam, D.H., and D.L. Allen. 1992. Mechanism for over yielding in sunflower-mustard intercrop. *Agronomy Journal*. 84: 188-195.
- Rezaei-Chianeh, E., A. Dabbagh Mohammadi Nassab, M.R. Shakiba, K. Ghassemi-Golezani, and S. Aharizad. 2011. Study of some agronomical characteristics of maize in intercropping with faba bean. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science.* 21(1): 1-14. (In Persian).
- Sadeghpour, A., and E. Jahanzad. 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.
- Shakour Zadeh, A., K. Alizadeh Pour, M. Yousef, and A.A. Ghaffari. 2012. Study of density and nixed ratios on forage qualitative and quantitative yield in

www.SID.ir

Archive of SID

intercropping of barley and vetch under dryland conditions. *Iranian Journal of Dry Farming*. 1: 63-74. (In Persian).

- Thorsted, M.D., J.E. Olesen, and S. Weiner. 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., P. Benincasa, and M. Giuiducci. 2010. Competition and facilitation in hairy vetch- barley intercrops. *Italian Journal of Agronomy*. 3: 239-247.
- Tuna, C., and A. Orak. 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.
- Xiao, Y., L. Li, and F. Zhang. 2004. Effect of root contact on interspecific competition and N transfer between wheat and faba bean using direct and indirect 15N techniques. *Plant and Soil.* 262: 45- 54.
- Yang, F., S. Huang, R. Gao, W. Liu, T. Yong, X. Wang, X. Wu, and W. Yang. 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.
- Yilmaz, S., A. Özel, M. Atak, and M. Erayman. 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 39: 135-143.
- Zahravi, M. 2009. Evaluation of genotypes of wild barley (*Hordeum spontaneum*) based on drought tolerance indices. *Seed and Plant Improvement Journal*. 25: 533-549. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Vetch (*Vicia villosa* Roth) Intercropping

Bijan Kahraryan[1], Farhad Farahvash[2*], Soleyman Mohammadi[3], Bahram Mirshekari[2], and Varahram Rashidi[2]

Received: April 2018, Revised: 06 July 2018, Accepted: 03 October 2018

Abstract

To study the effect of barley-vetch intercropping on their yields and yield components, a two-year field experiment was conducted during 2013 and 2014 growing seasons at the Agricultural and Natural Resources Research Station of Miandoab. Factors consisted of 9 mixed treatments: with densities of 250 vetch plants + 300 barley plants, 250 vetch plants + 500 barley plants, 250 vetch plants + 700 barley plants, 450 vetch plants + 300 barley plants, 450 vetch plants + 500 barley plants, 450 vetch plants + 700 barley plants, 650 vetch plants + 300 barley plants, 650 vetch plants + 500 barley and 650 vetch plants + 700 barley plants per square meter and sole cropping of barley (350 plants per m^2) and vetch (250 plants per m^2). Experimental design was a randomized complete block with four replications. Result of combine analysis showed that there were significant differences among the patterns of planting treatments. The highest number of spikes per square meter (97.88), thousand kernel weight (47.28 g) and biological yield (7.63 $t.ha^{-1}$) and seed yield (4.36 $t.ha^{-1}$) were observed in sole cropping of barley. Also, the highest number of plants (379.25), biological yield (63.67 $t.ha^{-1}$) and seed yield (1.94 $t.ha^{-1}$) in vetch were belonged to sole cropping of vetch. In this study the highest land equivalent ratio (LER), based on seed yield (1.20) and biological yield (1.48), belonged to 250 vetch + 500 barley plants treatment, which indicate the usefulness of this intercropping treatment, as compared to the sole cropping of these two plant.

Key words: Barley, Intercropping, Vetch, Yield, Land Equivalent Ratio (LER).

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3- Assistant Professor, Horticultural crops research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Miyandoab, Iran.
* *Corresponding Author: farahvash@iaut.ac.ir*

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir