فصلنامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی، جلد ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۲۵-۳۵

ارزیابی عملکرد علوفه و شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط افزایشی تریتیکاله و ماشک برگ درشت تحت شرایط دیم

بهروز نصیری*[۱]، علیرضا دارائی‌مفرد[۲]، سید حمزه حسینیان[۲]

۱. استادیار، گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه لرستان

۲. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

*مسوول مکاتبه: behrouz.nasiri46@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹٤/٦/٥

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر آرایش‌های مختلف کشت بر عملکرد علوفه‌ای تریتیکاله و ماشک برگ درشت در کشت مخلوط افزایشی و کشت خالص و ارزیابی شاخص‌های سودمندی سیستم‌های کشت مخلوط به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی هفت الگوی کشت شامل کشت خالص ماشک (۱۰۰٪)، ۱۰۰:۳۰ (تریتیکاله: ماشک برگ درشت)، ۱۰۰:٤۰، ۱۰۰:۵۰، ۱۰۰:٦۰، ۱۰۰:۷۰ و کشت خالص تریتیکاله (۱۰۰٪) بود. نتایج نشان داد که بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک مربوط به تیمار ۱۰۰:٦۰ (تریتیکاله: ماشک برگ درشت) بود. محاسبه نسبت برابری زمین نشان داد که در تیمار ۱۰۰:٦۰ میزان عملکرد محصول ٦۰ درصد بیشتر از تک کشتی است (LER=۱/٦۰). بر اساس نسبت برابری سطح- زمان، تیمار ۱۰۰:٦۰ در مقایسه با کشت خالص ٦۰ درصد برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: عملکرد کمی، راندمان استفاده از زمین، کشت مخلوط، علوفه

مقدمه

استفاده کارآمد از منابع قابل دسترس جهت رشد، اساس سیستم‌های پایدار کشاورزی است، ولی در سال‌های گذشته فشرده‌سازی کشاورزی موجب استفاده بیشتر از اصلاح نباتات، مکانیزاسیون، کود و آفت‌کش‌ها شده است (هوگارد و همکاران، ۲۰۰۱). در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در ارتباط با کشت مخلوط غلات- لگوم صورت گرفته است. یکی از دلایل اصلی برای الحاق لگوم‌ها در سیستم‌های زراعی با نهاده کم (مانند کشت مخلوط) عدم توانایی آن‌ها در رقابت با علف‌های هرز، توانایی در تثبیت نیتروژن اتمسفری و فعالیت به عنوان گیاه حد واسط[1] است (لیبمن و دایک، ۱۹۹۳).

با توجه به اهمیت سیستم مخلوط در تولید زراعی و به ویژه تولید علوفه و به تبع آن نیازهای غذایی انسان، برای اجتناب از خطرات محیطی و بازار، به ویژه برای کشاورزان خرده مالک باید سیستم تولید محصولات با مطالعات اکولوژیکی و اقتصادی در هر منطقه مورد ارزیابی و استفاده قرار گیرد. بنابراین، توسعه سیستم کشت مخلوط یکی از بهترین رهیافت‌ها برای برای اصلاح سودآوری کشاورزی در مقیاس کوچک خواهد بود. یکی از دلایل توصیه کشت مخلوط به زارعان (از دیدگاه اکولوژیک) استفاده و کاربردی

[1] Break Crops

کردن اصل طبیعی تنوع در مزارع است. ساختار فضایی گیاه، تراکم و زمان رسیدگی گیاهان، به هنگام طراحی الگوهای مختلف سیستم مخلوط باید مورد توجه قرار گیرد (گوش، ۲۰۰٤).

افزایش تولید کشاورزی در قرن بیستم نتیجه مصرف سطوح بالای نهاده‌های کشاورزی بود (ایوانز، ۱۹۹۸). این نوع کشاورزی (مدرن) آثار جانبی مانند فرسایش خاک، آلودگی زیست محیطی از طریق مواد شیمیایی کشاورزی[1]، کودها و ظهور جمعیت‌های مقاوم آفات، بیماری‌ها و علف-هرز به سموم را در بر دارد (واندرمیر و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین، کشت مخلوط در بهره‌برداری از منابع محیطی با ایجاد تنوع زیستی، راه حل مناسبی برای برخی مسایل مربوط به سیستم‌های مدرن زراعی ارایه می‌دهد (آلتییری، ۱۹۹۹؛ میشل و همکاران، ۲۰۰۲).

برای ارزیابی کارایی نظام کشت مخلوط از شاخص‌هایی مانند نسبت برابری زمین، شاخص سودمندی نسبت برابری سطح- زمان و نسبت رقابت استفاده می‌کنند. معیاری که اغلب جهت ارزیابی موثر بودن کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت برابری زمین[2] است. این معیار نسبت میزان زمین لازم برای تک‌کشتی را در مقایسه با کشت مخلوط توصیف می‌کند. اکبری و همکاران (۱۳۹۳) در مخلوط تریتیکاله با ماشک معمولی نتیجه گرفتند که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیش از یک و بیانگر سودمندی آن نسبت به کشت خالص است.

دیما و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که نسبت برابری زمین و ارزش ضریب نسبی تراکم (غالبیت نسبی یک گونه به گونه دیگر) در مخلوط ماشک–گندم (نسبت ٤٥–٥٥ بر اساس میزان بذر) و ماشک–یولاف (۳۵–٦٥) بیشتر بود و در نتیجه سودمندی کشت مخلوط جهت بهره-برداری از منابع طبیعی در این میزان‌های بذری بیشتر است.

احمدی و همکاران (۱۳۸۹) در مخلوط جو و ماشک گل-خوشه‌ای نشان دادند که بیشترین شاخص‌های سودمندی مانند نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی از ترکیب افزایشی ۱۰۰:۳۰ (ماشک:جو) به ترتیب معادل ۱/۳۲ و ۱/۱٤ به دست می‌آید، همچنین بیشترین عملکرد علوفه خشک از نسبت بذری ۱۰۰:۱۵ به دست آمد. میدیا و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که بیشترین مجموع عملکرد نسبی[3] ۱/۰۹ در مخلوط ماشک–یولاف با نسبت بذری ۳۵–٦٥ به دست آمد. چن و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند که نسبت برابری زمین در مخلوط ماشک معمولی–گندم، ماشک معمولی– تریتیکاله (نسبت بذر ۳۵–٦٥) و ماشک معمولی–یولاف (۳۵–٦٥) بیشتر از ۰/۵ و این نسبت برای غلات کمتر از ۰/۵ بود که بیانگر سودمندی کشت مخلوط برای ماشک معمولی و عدم سودمندی برای غلات است.

ماشک برگ درشت یک لگوم زمستانه با رفتار رشدی سریع است که در بارندگی سالیانه بین ۲۵۰ تا ٦٥۰ میلیمتر رشد می‌کند و در مراحل اولیه گلدهی می‌توان از علوفه این گیاه در تغذیه دام بویژه بره‌ها استفاده کرد. برای تولید کود سبز یک گیاه مفید محسوب می‌شود، ماده آلی در ماشک برگ درشت، قابلیت هضم بالا و الیاف محلول و لیگنین پایینی دارد. ارزش غذایی و قابلیت هضم مواد آلی در کاه ماشک برگ درشت برابر با مقادیر موجود در سایر لگوم‌ها است (انکینگ و مکستد، ۱۹۹۵؛ حاجیپانائیتو، ۲۰۰۰؛ سیمور و همکاران، ۲۰۰۰).

تریتیکاله (Trit-ah-kay-lee) (*X Triticosecale* wittmack) قرابت نزدیکی با گندم دارد. صفات مربوط به دانه تریتیکاله به اندازه گندم مطلوب نیست، ولی مطلوبیت دانه و علوفه آن برای دام‌ها بیشتر است.

[1] Agrochemical (AC)
[2] Land Equivalent Ratio
[3] Relative Yield Total

تحقیقات اخیر در فلوریدا، کانادا، اروپا و استرالیا نشان می‌دهد که تریتیکاله نسبت به سایر غلات دانه‌ریز دارای اسید آمینه لایسین است که در تغذیه دام‌ها به منظور تامین اسید آمینه مورد نیاز آن‌ها مفید است. این گیاه را می‌توان به عنوان علوفه برای حیوانات نشخوار کننده و گیاه پوششی استفاده کرد. راندمان جذب نیتروژن در سیستم‌های زراعی پایدار توسط تریتیکاله بیش از سایر غلات دانه‌ریز است (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۷؛ مارتینک و همکاران، ۲۰۰۷)

مدیریت کشت مخلوط تریتیکاله با ماشک برگ درشت برای به حداکثر رساندن روابط زیستی و نیز به حداقل رساندن رقابت بین آن‌ها یکی از اصول ساده طبیعی است. از طرف دیگر، محاسبه شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، امکان تصمیم‌گیری درست‌تر و دقیق‌تر در مورد انتخاب تیمار برتر را فراهم می‌آورد. به عبارت دیگر، با ارزیابی این شاخص‌ها می‌توان صحت تصمیم‌گیری درباره تیمار برتر را مورد بازبینی قرار داد (رکیه و همکاران، ۲۰۰۸).

بنابراین، این آزمایش با هدف تعیین اثر متقابل اجزای کشت مخلوط در سیستم افزایشی به منظور بهره‌برداری از محیط با بررسی شاخص‌های سودمندی و نیز تولید ماده خشک حاصل از آن اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار در فصل پاییز و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان واقع در کیلومتر ۱۲ جاده خرم آباد- اندیمشک با طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۲۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳ دقیقه و ارتفاع ۱۱۱۷ متر از سطح دریا با بارندگی سالیانه ٥٢٤ میلی‌متر و دمای متوسط سالیانه ۱۷/۰۷ درجه سانتی‌گراد با اقلیم نیمه‌خشک در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد.

فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب ۰/۵ و ۱ متر در نظر گرفته شد. همچنین، از ۷ تیمار خالص و مخلوط به صورت افزایشی[1] استفاده گردید (جدول ۲). اندازه کرت‌ها ۵×۲ متر (۱۰ متر مربع) بود. در این آزمایش، نسبت بذر ماشک برگ درشت برای تمام تیمارها بر اساس میزان بذر در کشت خالص (۳۰۰ بوته در متر مربع) در نظر گرفته شد.

همچنین، تراکم بذر تریتیکاله ٤۰۰ بوته در متر مربع بود که بر اساس نسبت‌های ۳۰، ٤۰، ٥۰، ٦۰ و ۷۰ درصد کشت خالص به صورت افزایشی با ماشک برگ درشت به صورت مکمل مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، ۸ ردیف کشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر مورد استفاده قرار گرفت. به تمام کرت‌ها یک نسبت از کود فسفات‌دی‌آمونیوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ابتدای کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، به جز در کشت خالص ماشک برگ درشت (با فرض این که این گیاه قادر به تثبیت زیستی نیتروژن است) داده شد (جدول ۱). یک سوم اوره به همراه کاشت و دو سوم به صورت سرک در زمان رشد (کشت خالص و مخلوط) استفاده گردید (بیتوبانیت و همکاران، ۲۰۱٤).

تیمارها بر اساس نسبت بذر در کشت مخلوط افزایشی شامل کشت خالص ماشک برگ درشت (۱۰۰٪)، ۱۰۰:۳۰ (تریتیکاله : ماشک برگ درشت)، ۱۰۰:٤۰، ۱۰۰:٥۰، ۱۰۰:٦۰، ۱۰۰:۷۰ و کشت خالص تریتیکاله (۱۰۰٪) بود.

عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) در مرحله شیری شدن دانه در تریتیکاله (۱۵ اسفند ماه ظهور تدریجی سنبله و ۵ فروردین مرحله شیری شدن) و نیز گلدهی ماشک برگ درشت (۱۰ فروردین) اندازه‌گیری شد (نمونه-گیری با حذف اثر حاشیه از دو طرف و ابتدا و انتهای کرت با استفاده از قابی به ابعاد ۱×۱ متر مربع انجام گرفت). همچنین، برخی از شاخص‌های کشت مخلوط مانند نسبت برابری زمین[2]، نسبت برابری زمان-سطح زیر کشت[3] و

[1] Additive Series Intercropping
2. Land Equivalent Ratio
3. Area-Time Equivalent Ratio

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عامل مورد بررسی	میزان	واحد
pH	۷/۸۵	
هدایت الکتریکی	۰/۳٤۱	میلی موس بر سانتی متر
مواد خنثی (آهک)	۱۵/٤	٪
پتاسیم	۳۲۵	PPM
فسفر	۹/۵٦	PPM
کربن آلی	۱/۱۲	٪
نیتروژن کل	۰/۱۱۰	٪
ذرات خاک	رس ٤۵، لای ٤۰، شن ۱۵	٪
بافت خاک	رسی	

نسبت رقابت[1] جهت تعیین سودمندی در مقایسه با سیستم کشت خالص با استفاده از روابط زیر محاسبه شد:

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین بر اساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌گردد و به وسیله آن مشخص می‌شود که برای به دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود، چه مقدار از زمین به صورت زراعت تک‌کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود (مظاهری، ۱۳۷۷).

رابطه ۱) LER=(Yab/Yaa)+(Yba/ybb)=LERa+LERb

در این رابطه،Yab= عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Yaa= عملکرد گونه a در کشت خالص، Yba= عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Ybb= عملکرد گونه b در کشت خالص است.

با استفاده از محصول نسبی می‌توان به طور مستقیم میزان افزایش یا کاهش محصول را در کشت مخلوط تعیین کرد. در صورتی که a و b به ترتیب تریتیکاله و ماشک برگ درشت مورد استفاده در کشت مخلوط باشند، عملکرد نسبی آن‌ها از رابطه زیر تعیین می‌شود (رابطه ۲) (مید و همکاران، ۲۰۰۵).

RYa = عملکرد گونه a در کشت خالص/عملکرد گونه a در کشت مخلوط

RYb = عملکرد گونه b در کشت خالص/عملکرد گونه b در کشت مخلوط

مجموع عملکرد نسبی

محصول نسبی کل از مجموع محصول نسبی گونه‌های تشکیل‌دهنده مخلوط، حاصل می‌شود (مید و همکاران، ۲۰۰۵).

رابطه ۳) RYT= Yab/Yaa + Yba/Ybb = RYa + RYb

اگر RYT=۱ باشد، هیچ گونه اضافه یا کاهش محصولی از کشت مخلوط به دست نمی‌آید. چنان چه RYT> ۱ باشد، مقدار محصول در زراعت مخلوط بیش از تک کشتی است و سرانجام، اگر RYT<۱ باشد، یعنی محصول زراعت مخلوط کمتر از تک‌کشتی خواهد شد و تاثیر مخلوط منفی است (مظاهری، ۱۳۷۷؛ مید و همکاران، ۲۰۰۵).

نسبت برابری سطح– زمان

رابطه ٤) ATER = [(Ya/Sa) × Ta + (Yb/Sb) × Tb]/T

در این رابطه Ya= عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Sa= عملکرد گونه a در کشت خالص، Yb= عملکرد گونه b در کشت مخلوط، Sb= عملکرد گونه b در کشت خالص، Ta= مدت زمان حضور گونه a در زمین، Tb= مدت زمان حضور گونه b در زمین و T= مجموع زمان

1. Competition Relative

سیستم مخلوط است (مظاهری، ۱۳۷۷).

ATER بزرگتر از یک نشان‌دهنده راندمان بالا در استفاده از زمان و سطح زمین است، به عبارت دیگر در صورتی که عدد حاصل از این نسبت از واحد بزرگتر باشد، کشت مخلوط افزایش رشد و عملکرد گونه‌های مورد اختلاط را در پی داشته است و در صورتی که این عدد کمتر از یک باشد، نشان دهنده اثرات منفی کشت مخلوط روی رشد و عملکرد گونه‌های کشت شده است (گوش و همکاران، ۲۰۰۶).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱/٤۲) بر اساس تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

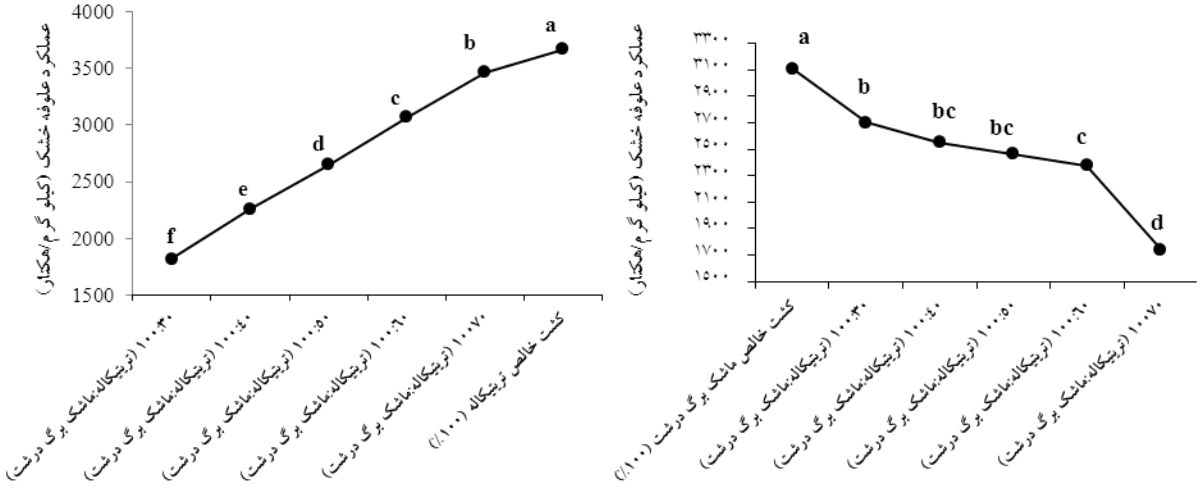
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد علوفه خشک تریتیکاله و ماشک برگ درشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کشت مخلوط از برتری محسوسی نسبت به کشت خالص این دو گیاه برخوردار بود. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که با افزایش بیشتر نسبت تریتیکاله در کشت مخلوط افزایشی، به مجموع عملکرد علوفه خشک تولیدی افزوده شد و بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک متعلق به تیمارهای افزایشی ۱۰۰:٦۰ و ۱۰۰:۷۰ (تریتیکاله:ماشک برگ درشت) به ترتیب با ٥٤٤٥ و ٥۲۰۸ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳).

بیشترین عملکرد تریتیکاله در تیمار کشت خالص آن به دست آمد. همچنین، در کشت‌های مخلوط بیشترین عملکرد تریتیکاله در تیمار افزایشی ۱۰۰:۷۰ به دست آمد که برابر ۳٤٦۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد علوفه آن نیز در تیمار ۱۰۰:۳۰ حاصل شد که ۱۸۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. به عبارت دیگر، به موازات افزایش تراکم تریتیکاله در مخلوط افزایشی، عملکرد علوفه خشک آن افزایش چشمگیری یافته است (شکل ۱). نتایج به دست آمده نشان-دهنده مغلوبیت ماشک برگ درشت در مخلوط با تریتیکاله در کشت مخلوط افزایشی است.

در این آزمایش ماشک برگ درشت گیاه مغلوب بود و بیشترین میزان عملکرد علوفه آن متعلق به تک کشتی (۳۱۱۱ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن متعلق به تیمار افزایشی ۱۰۰:۷۰ (۱۷٤۰ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۲). حسینی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که در کشت مخلوط ارزن مرواریدی و لوبیا چشم بلبلی، لوبیا چشم بلبلی گیاه مغلوب بود و بیشترین عملکرد آن متعلق به تک کشتی (۱۰۹۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن متعلق به تیمار افزایشی ۱۰۰ درصد ارزن نوتریفید:۲۰ درصد لوبیا چشم بلبلی (۳۷ کیلوگرم در هکتار) بود.

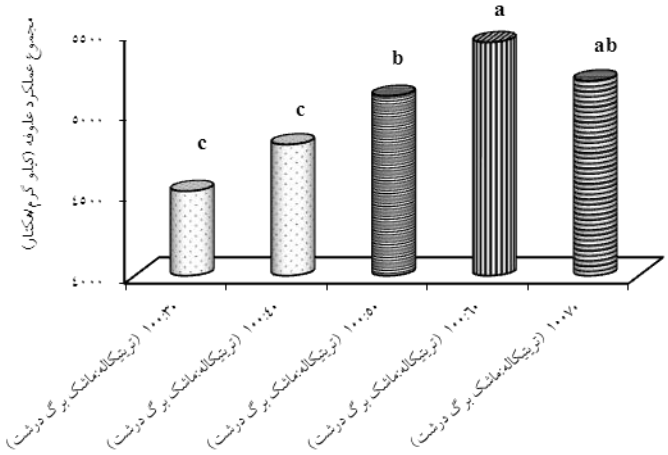
با توجه به افزایش توانایی گونه‌های همراه در کشت مخلوط برای جذب آب و مواد غذایی تحت تاثیر انتخاب آرایش و تراکم مناسب کاشت (گوش و همکاران، ۲۰۰٦) به نظر می‌رسد که در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، تیمار ۱۰۰:٦۰ دارای رقابت بین گونه‌ای کمتری در مقایسه با رقابت درون‌گونه‌ای بود که این امر به دلیل کاهش رقابت گیاهان همراه برای اشغال آشیانه‌های اکولوژیکی یکسان بود و افزایش عملکرد را در مقایسه با سایر نسبت‌های مخلوط به همراه داشت. این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق عزیزی و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر رقابت درون و برون گونه‌ای اجزای مخلوط در سیستم مخلوط ماشک برگ درشت:جو مطابقت دارد.

محاسبه عملکرد نسبی تریتیکاله (RYa) در کشت مخلوط با ماشک برگ درشت نشان داد که بیشترین میزان عملکرد نسبی تریتیکاله (RYa) برابر ۰/۹٥ بود که در تیمار ۱۰۰:۷۰ به دست آمد.



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک تریتیکاله در نسبت-های مختلف بذری

شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک ماشک برگ درشت در سطوح مختلف نسبت بذری



شکل ۳- مقایسه میانگین مجموع عملکرد علوفه در نسبت‌های مختلف بذری

جدول ۲- خلاصه نتایج جدول نجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد علوفه خشک تریتیکاله و ماشک برگ درشت

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد علوفه خشک تریتیکاله	عملکرد علوفه خشک ماشک برگ درشت	درصد سهم ماشک در تولید علوفه خشک	مجموع عملکرد علوفه خشک
تکرار	۳	۳۵۸۳۸/۷۶۲	۶۸۰۴۲/۸۵۷	۹/۰۸۸	۱۵۷۱۲/۰۹۵
تیمار	۶	۶۲۴۴۶۰۵/۰۸۳ **	۴۲۱۹۱۳۱/۲۵۰ **	۶۲۲۵/۴۱۲ **	۲۹۷۸۱۸۳ **
خطا	۱۸	۳۹۱۵/۴۰۱	۱۵۳۵۴/۶۶۳	۳۳/۳۳۰	۲۱۰۸۲/۲۰۶
C.V (٪)		۲/۵۹	۵/۸۰	۱۲/۵۵	۳/۱۹

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

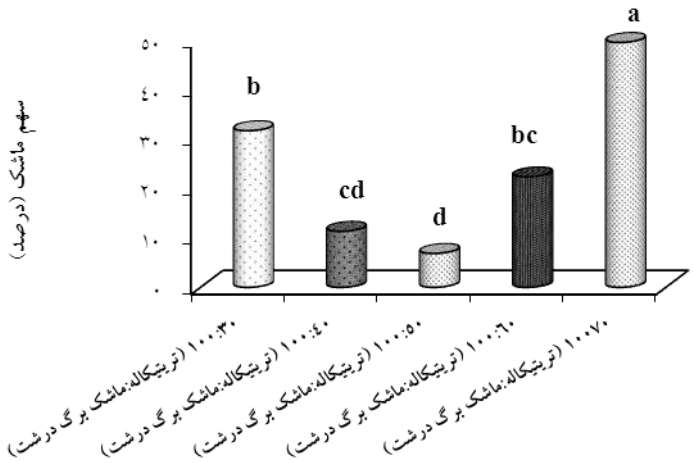
کمترین میزان عملکرد نسبی تریتیکاله (RYa) برابر با ۰/۵۰ بود که در تیمار ۱۰۰:۳۰ به دست آمد (جدول ۳). همچنین، بیشترین میزان عملکرد نسبی ماشک برگ درشت (RYb) برابر ۰/۸۷ بود که در تیمار ۱۰۰:۳۰ به دست آمد و کمترین میزان عملکرد نسبی ماشک برگ درشت (RYb) برابر با ۰/۵٦ بود که در تیمار ۱۰۰:۷۰ به دست آمد (جدول ۳).

غالبیت این گیاه در کشت مخلوط بود. محصول نسبی کل نیز که حاصل مجموع محصول نسبی تریتیکاله و ماشک برگ درشت است در کلیه الگوهای کشت مخلوط بیشتر از یک شد (جدول ۳). این موضوع بیانگر برتری تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک برگ درشت نسبت به تک‌کشتی هرکدام از این گونه براساس شاخص محصول نسبی است.

بررسی نسبت برابری (LER) در حالت‌های کشت مخلوط نشان داد که کلیه تیمارهای مخلوط دارای LER بالاتر از یک هستند که نشان‌دهنده برتری کلیه الگوهای مخلوط تریتیکاله و ماشک برگ درشت نسبت به تک‌کشتی آن‌ها است. در بررسی تراکم‌های مختلف تریتیکاله و ماشک برگ درشت مشخص شد که نسبت برابری زمین بین ۱/۳۷ و ۱/٦۰ است، یعنی عملکرد کشت مخلوط این دو گونه ۳۷ و ٦۰ درصد بیشتر از کشت خالص است (جدول ۳).

اختلافات مورفولوژیکی گراس و لگوم و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و استفاده مکمل از منابع، بهره-برداری بهتر از نور و یا افق‌های مختلف خاک می‌تواند دلیل LER بزرگ‌تر از یک باشد. افزایش LER مخلوط نسبت به تک‌کشتی توسط محققان زیادی گزارش شده است (میدیا و همکاران، ۲۰۰۵؛ بدوساک و همکاران، ۲۰۱۰؛ لیتورگدیس و در ترکیب‌های افزایشی با افزایش نسبت تریتیکاله، عملکرد نسبی ماشک برگ درشت کاهش یافت که اینامر می‌تواند به علت رقابت برون گونه‌ای بین تریتیکاله و ماشک برگ درشت و مغلوبیت ماشک برگ درشت باشد. تسوبو (۲۰۰۵) طی آزمایشی که بر روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا انجام داد، اظهار داشت که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط عملکرد نسبی در ذرت بیشتر از لوبیا بود که نشان‌دهنده همکاران، ۲۰۱۱). به عنوان مثال، میدیا و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که LER در مخلوط ماشک – گندم در نسبت بذری ۵۵:٤۵ برابر ۱/۵ و در مخلوط ماشک معمولی-یولاف ۱/۹ است که این اعداد به ترتیب نشان می‌دهند که ۵ و ۹ درصد سطح زمین بیشتری برای سیستم کشت خالص جهت برابری عملکرد با سیستم کشت مخلوط نیاز است.

نتایج حاصل از تعیین درصد سهم تریتیکاله و ماشک برگ درشت در تولید علوفه خشک بر اساس شکل ٤ نشان داد که درصد سهم ماشک در تولید علوفه خشک تیمارهای ۱۰۰:۳۰ و ۱۰۰:۷۰ (تریتیکاله:ماشک) به ترتیب ۳۱/۷٤ و ٤۹/٦٤ است (سهم تریتیکاله در تولید علوفه خشک دو تیمار مذکور به ترتیب ٦۸/۲٦ و ۵۰/۳٦ درصد است)، ولی در ترکیب بذری ۱۰۰:۵۰ و ۱۰۰:٤۰ (تریتیکاله:ماشک) کمترین نقش و سهم ماشک برگ درشت در تولید علوفه مشخص گردید (به ترتیب ٦/۸٦ و ۱۱/۳۵ درصد)، بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده از برآورد درصد سهم هر یک از دو گیاه مورد آزمایش مشخص شد که در همه اجزای مکمل مخلوط (تیمارها)، نقش تریتیکاله در تولید محصول (علوفه خشک) بیشتر از ماشک برگ درشت است.



شکل ٤- مقایسه میانگین سهم نسبت‌های مختلف بذر ماشک در تولید علوفه خشک

جدول ۳- میزان شاخص‌های سودمندی عملکرد نسبی (RYT)، نسبت برابری زمین (LER) و نسبت برابری سطح-زمان (ATER) تریتیکاله و ماشک برگ درشت در نسبت‌های مختلف کشت

تیمار (اجزای کشت مخلوط)	عملکرد نسبی تریتیکاله (RYa)	عملکرد نسبی ماشک برگ درشت (RYb)	مجموع عملکرد نسبی (RYT)	نسبت برابری زمین LER	نسبت برابری سطح – زمان ATER
۱۰۰:۳۰ (تریتیکاله:ماشک برگ درشت)	۰/۵۰	۰/۸۷	۱/۳۷	۱/۳۷	۱/۳۷
۱۰۰:٤۰	۰/٦۲	۰/۸۲	۱/٤٤	۱/٤٤	۱/٤٤
۱۰۰:۵۰	۰/۷۲	۰/۷۹	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱
۱۰۰:٦۰	۰/۸٤	۰/۷٦	۱/٦۰	۱/٦۰	۱/٦۰
۱۰۰:۷۰	۰/۹۵	۰/۵٦	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵

نسبت برابری سطح-زمان (ATER) در تمام کشت‌های مخلوط بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از لحاظ عملکرد بود. نتیجه گرفته شد که با افزایش هر یک از اجزای مخلوط در سیستم مذکور، LER نیز افزایش خواهد یافت، به صورتی که با افزایش سهم ماشک در سیستم مخلوط به دلیل نقش آن در تولید بیشتر علوفه و نیز عدم اختلاف زیاد بین تولید علوفه خشک در سیستم مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی آن (در ترکیب‌های فوق) LER نیز افزایش یافت. در این نسبت‌های بذری نیز ماشک برگ درشت قادر به استفاده بهینه از منابع محیطی نبود که شاید عامل اصلی این کاهش، رقابت برون گونه‌ای و کاهش نسبت بذر (تراکم) ماشک در این ترکیب بود. بنابراین، کاهش سهم ماشک در سیستم مخلوط، علیرغم قدرت رقابتی این گیاه منجر به کاهش LER نیز خواهد شد.

هوگارد-نیلسن و همکاران (۲۰۰۵) نقش تراکم و تداخل تیمارها را بر نسبت برابری زمین بی اثر دانستند (در تیمارهای شخم و کشت مخلوط) که با نتایج حاصل از آزمایش مذکور مطابقت ندارد و شاید علت عدم تشابه در نتایج، نوع تیمارها و شرایط موجود در مناطق مورد آزمایش باشد. همچنین، تسوبو و همکاران (۲۰۰٤) کشت مخلوط ذرت:لوبیا را از نظر ارزیابی در زمینه بهره برداری از منابع و عملکرد برتر از کشت خالص این گیاهان معرفی کردند (LER =۱/۱-۱/۵) که با آزمایش حاضر از نظر برتر بودن

سیستم مخلوط نسبت به تک کشتی (ماشک:تریتیکاله) مطابقت دارد.

تیمار ۱۰۰:۶۰ بیشترین نسبت برابری سطح-زمان را به خود اختصاص داد. محققان اظهار داشتند که برتری عملکرد در کشت مخلوط ممکن استکه بر اثر تلفیقی از عوامل مختلف همچون استفاده بهتر از رطوبت خاک، نور و عناصر غذایی بوده باشد. آن‌ها وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی گیاهان در کشت مخلوط را علت این کارآمدی تشخیص دادند (مظاهری، ۱۳۷۷؛ نصیری‌محلاتی و همکاران، ۱۳۸۰؛ پاندیتا و همکاران، ۲۰۰۰؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری کلی

تحقیق در زمینه کشت گیاهان علوفه‌ای در قالب سیستم مخلوط افزایشی نشان داد که کمیت (محصول) علوفه و نیز بهره برداری این گیاهان از منابع محیطی با تعیین سودمندی کشت مخلوط نسبت به خالص، تحت تاثیر محیط و نسبت بذر (تراکم) گیاهان قرار می‌گیرد. همچنین، نتیجه گرفته شد که اگرچه کشاورزی مخلوط همیشه موجب ایجاد سودمندی نمی‌شود، ولی به نظر می‌رسد که کشت مخلوط، با رعایت اصول صحیح (استفاده از گیاهان مناسب در ترکیب مخلوط و نیز طراحی سیستم مناسب مخلوط) می‌تواند برتر از سیستم تک کشتی باشد.

منابع

اکبری، ن.، دارائی‌مفرد، ع.ر.، حسینیان، س.ح.، زارع‌منش، ح.، کاکولوند، ا. ۱۳۹۳. اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک معمولی بر عملکرد علوفه خشک گیاهان زراعی و جمعیت علف‌های هرز در شرایط دیم. اولین همایش یافته‌های نوین در محیط‌زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی. پژوهشکده انرژی‌های نو و محیط زیست، دانشگاه تهران.

احمدی، ا.، دباغ محمدی نسب، ع.، زهتاب سلماسی، س.، امینی، ر.، جانمحمدی، ح. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل‌خوشه‌ای. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۰ (٤): ۷۷-۸۷.

حسینی، س.م.ب.، مظاهری، د.، جهانسوز، م. ر. ۱۳۸۵. تاثیر آرایش کاشت بر عملکرد علوفه ارزن مرواریدی و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۲۰(۱): ۱۲۳-۱۳۲.

مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، رضوانی‌مقدم، پ.، بهشتی، ع. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

Altieri, M. A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric Eco Environ*. 74: 19-31.

Azizi, K.H., Daraeimofrad, A.R., Heidari, S., Amini Dehaghi, M., Kahrizi, D. 2011. **A** study on the qualitative and quantitative traits of barley (*Hordeum vulgare L*.) and narbon vetch (*Vicia narbonensis L*.) in intercropping and sole cropping system under the interference and control of weeds in dry land farming conditions of Iran. In: Mazaheri, D. 2008. Intercropping. (2nd Ed.). Tehran, Iran.

Bedoussac, L., Justes, E. 2010. Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat–winter pea intercrop. *Plant and Soil*. 330: 37-54.

Bitew Bantie, Y., AbayAbera, F., Dessalgen Woldegiorgis, T. 2014. Competition indices of intercropped lupine (local) and small cereals in additive series in west gojam, north western ethiopia. *Amer J Plant Sci*. 5: 1296-1305.

Chen, C., Westcott, M., Neil, K., Wichman, D., Jnox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. *Agron J*. 96: 1730-1738.

Dhima, K.V., Lithorgidis, A.S., Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A. 2006. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Res*. 100: 249-256.

Enneking, D., Maxted, N. 1995. Narbon bean (*V. narbonensis* L.). Evaluation of crop plants, 2 nded. London.pp. 316-321.

Evans, L.T. 1998. Feeding the Ten Billion. Plants and Population Growth. Cambridge University Press, Cambridge.

Ghosh, P.K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Res*. 88: 227-237.

Ghosh, P.K., Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli, D.K., Misra, A.K. 2006. Growth, competition yield advantage and economics in soyebean/pigeonpea intercropping system in semi-arid tropics of India I. Effect of Subsoiling. *Field Crops Res*. 96: 80-89.

Gibson, L.R., Schwart, A.J., Sundberg, D., Karlen, D.L. 2007. Planting date effects on winter triticale grain and forage yield. Iowa state university, Armstrong Research and demonstration farm. ISR F. 4-12.

Hadjipanayiotou, M. 2000. Chemical composition, digestability and in situ degradability of narbon vetch grain and straw grown in a Mediterranean region. *Ann Zootech*. 49: 475-478.

Hauggaard, N.H., Ambus P., Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Res*. 70 (2): 101–109.

Hauggaard-Nielsen, H., Andferson, M.K., Jqrnsgaard, B., Jensen, E.S. 2005. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crop Res.* 95: 256-267.

Liebman, M., Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecol Appl*. 3 (1): 92–122.

Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordasc, C.A., Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *Eur J Agron*. 34: 287-294.

Martinek, P., Vinterova, M., Buresova, I., Vyhnanek, T. 2007. Agronomic and quality Characteristic of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) with HMVV glutenin subunits 10. *J Cereal Sci*. 47: 68-78.

Mead, R., Bhattacharjee, K., Ghose, S.S., Banik, P. 2005. The concept of a land equivalent ratio, and advantages in yields from intercropping. *Exp Agric*. 16: 217-228.

Midya, A., Bhattacharjee, K., Ghose, S.S., Banik, P. 2005. Seeding of barley gram (*Phaseolus mungo* L) in rice (*Oryza sativa* L) field of yield advantages and smothering of weeds. *J Agron Crop Sci*. 1: 195-201.

Mitchell, C.E., Tilman, D., Groth, J.V. 2002. Effects of grassland plant species diversity, abundance, and composition on foliar fungal disease. *Ecology*. 83: 1713-1726.

Pandita, A.K., Saha, M.H., Bali. A.S. 2000. Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir condition. *Indian J Agron*. 45: 48-53.

Rakeih, N., Kayyal, H., Larbi, A., Habib, N. 2008. Forage Potential of Triticale in Mixtures with Forage Legumes in Rainfed Regions (Second and Third Stability Zones) in Syria. *Tishreen Univ J Res Sci Stud- Bioll Sci Ser*. 30(5): 273-291.

Seymour, M., Siddique, K., Jones, R., Riethmuller, G. 2000. Narbone Bean, a multi-purpose grain legume for the low rainfall cropping areas. Agriculturer Western Australia. Farmnote 23/2000.

Tsubo, M., Walker S., Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions. II. Model application. *Field Crops Res*. 93: 23–33.

Tsubo, M., Walker, S., Ogindo, H.O. 2004. A simulation model of cereal-legum intercropping systems for semi-arid regions II. Model application. *Field Crops. Res*. 93: 23-33.

Vandermeer, J., Vannoorwijk, M., Anderson, J., Ong, C., Perfect, I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agric Ecosyst Environ*. 67: 1-22.

Zhang, L., Vander Werf, W., Bastiaans, L., Zhang, S., Li, B., Spiertz. J.H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Res*. 107: 29-42.

Evaluation of Yield and Advantage Indices in Additive Intercropping Series of Triticale with Vetch under Dry Land Conditions

Behrouz Nasiri*[1], Alireza Daraei Mofrad[2], Seyed Hamzeh Hosseinian[2]

1. Assis. Prof. in climatology, Lorestan University, Iran

2. Ph. D. student in Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

*For Correspondence: behrouz.nasiri46@gmail.com

Received: 15.03.15 **Accepted: 27.08.15**

Abstract

In order to investigate the effects of different intercropping arrangements on triticale and vetch forage yield and to find the advantage of using in the intercropping system, an experiment was carried out based on randomized complete block design with seven treatments and four replications at the Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Lorestan during growing season of 2013-2014. Experimental treatments were seven different planting patterns (vetch: triticale), sole cropping of vetch (100%), 100:40 (vetch: triticale), 100:50, 100:60, 100:70 and sole cropping of triticale (100%). The results showed that the highest dry forage yield obtained in 100:60. The maximum Land Equivalent Ratio was calculated for 100:60 (vetch: triticale) ratio, yield was 60% more than monoculture. Based on area-time equivalent ratio, V100:T60 treatment had 60% advantage compared to monoculture.

Keywords: Quantitative yield, land use efficiency, intercropping, forage.