"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٤

اثر زمان کاشت بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی و رقابتی زنیان (*Carum copticum* L.) و اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk.) در کشت مخلوط

Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain (*Carum copticum* L.) and isabgol (*Plantago ovate* Forsk.) intercropping

حسن موسی پور[۱]، احمد قنبری[۲]، علیرضا سیروس مهر[۳] و محمدرضا اصغری پور[۴]

چکیده

موسی پور، ح.، ا. قنبری، ع.ر. سیروس مهر و م.ر. اصغری پور. ۱۳۹٤. اثر زمان کاشت بر عملکرد و شاخص‌های سودمندی و رقابتی زنیان (*Carum copticum* L.) و اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk.) در کشت مخلوط. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۲): ۱۵۲-۱۳۹.**

به منظور بررسی اثر زمان کاشت و نسبت‌های اختلاط بر عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی و رقابتی کشت مخلوط زنیان و اسفرزه، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در دانشگاه زابل اجرا گردید. زمان کاشت ۲۰ دی و ۲۰ بهمن در کرت‌های اصلی و کشت‌های خالص دو گونه و نسبت‌های کشت افزایشی (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد اسفرزه به ۱۰۰ درصد زنیان) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و ترکیبات ثانویه زنیان و اسفرزه از زمان کاشت ۲۰ دی بدست آمد. حداکثر عملکرد مجموع دو گونه برای دانه (۲۳٦۳ کیلوگرم در هکتار)، کارایی استفاده از زمین (LER=۱/۵۳) و شاخص بهره‌وری سیستم (SPI=۱۰۲۳۷) از ترکیب ۵۰ درصد اسفرزه +۱۰۰ درصد زنیان بدست آمد. گیاه زنیان در تیمار ۲۵ درصد اسفرزه +۱۰۰ درصد زنیان به عنوان گیاه غالب دارای بالاترین ضریب ازدحامی (K_{ajwain}=۲/۳۸) و غالبیت (A_{ajwain}=۰/٥٤) بود. نتایج نشان داد که با افزایش تراکم مخلوط، اسفرزه گیاه غالب بود. میزان شاخص رقابت در کلیه نسبت‌های مخلوط کمتر از یک بود که سودمندی تیمار های کشت مخلوط را نشان می‌دهد. در مجموع با توجه به توان رقابتی اسفرزه در تراکم‌های بالاتر، نسبت کاشت ۲۵ و ۵۰ درصد اسفرزه +۱۰۰ درصد زنیان بهترین عملکرد را در شرایط آزمایش حاضر داشت.

واژه‌های کلیدی: اسفرزه، افت واقعی عملکرد، شاخص رقابت، ضریب غالبیت و نسبت برابری زمین.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۳۱ این مقاله مستخرج پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
۴-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک : m_asgharipour@uoz.ac.ir)

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت در جهان افزایش تولید با صرف هزینه‌های هنگفت در واحد سطح امکانپذیر است. علاوه بر این مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف‌کش‌ها وآفت‌کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به همراه دارد (Poggio *et al*., 2005). از این رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تأمین نمایند. نکته حائز اهمیت در نظام‌های کشاورزی پایدار، افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان (چند کشتی) است که در آن به شکل بهتری می‌توان از عوامل محیطی بهره‌برداری کرد (Asgharipour and Rafiei, 2010). اهداف متنوعی برای کشت مخلوط ذکر شده که عمده‌ترین آن‌ها استفاده بهتر از شرایط و عوامل محیطی، افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کمیت وکیفیت محصول، افزایش کارآیی مصرف آب، کنترل فرسایش خاک و ایجاد تنوع و ثبات در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (Kremer and Kussman, 2011). بر همین اساس استفاده از گونه‌های گیاهی با فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیکی متفاوت که کمترین رقابت را در یک آشیانه اکولوژیکی ثابت، چه از نظر عوامل محیطی و چه از نظر زمان با هم ایجاد کنند، عامل مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب می‌شود که در این صورت کاهش رقابت بین گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای موجب می‌شود تا دو گیاه درآشیان اکولوژیکی یکسان، رقابتی با یکدیگر نداشته باشند (Mushagalusa *et al*., 2008). در این میان نسبت برابری زمین (LER)، شاخص رقابت (CI)، شاخص بهره‌وری سیستم (SPI) و شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) در ارزیابی سیستم کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بیشترین کاربرد را دارند و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت اغلب با برآورد ضرایب ازدحامی (K)، افت واقعی عملکرد (AYL) و غالبیت نسبی (A) تعیین و گونه غالب مشخص می‌گردد (Dhima *et al*., 2007; Banik *et al*., 2006).

کشت سنتی گیاهان دارویی به منظور ایجاد تنوع و پایداری در نظام کشاورزی از دیرباز در ایران متداول بوده است. در این میان گیاهان دارویی معطر و اسانس‌دار جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. یکی از گونه‌های دارویی معطر گیاه زنیان (*Carum copticum* L.) متعلق به تیره چتریان است که به واسطه داشتن اسانس فراوان در دانه در صنایع داروسازی، بهداشتی و یا به صورت ادویه‌ای کاربرد دارد (Boskabady *et al*., 2003). از دیگر گیاهان دارویی مهم، گیاه اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) متعلق به تیره‌ی بارهنگ است و به علت وجود خواص موسیلاژی در دانه، از آن در داروهای ضد سرفه، ضد التهاب، مسهل (داروی تجارتی پسیلیوم) و محرک ایمنی استفاده می‌شود (Singh *et al*., 2003).

در کشت مخلوط شنبلیله و زنیان (Mirhashemi *et al*., 2010) و عدس و اسفرزه (Asgharipour and Rafiei, 2010)، افزایش عملکرد و سود اقتصادی، بهبود شاخص‌های رشدی و افزایش راندمان استفاده از منابع محیطی گزارش شده است. نومان و همکاران (Noman *et al*., 2013) گزارش کردند که در کشت مخلوط خردل و زنیان عملکرد زنیان در حدود ۵۰ درصد در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود. نتایج تحقیق میرهاشمی و همکاران (Mirhasemi *et al*., 2009) در ارزیابی شاخص‌های رشد زنیان و شنبلیله در کشت خالص و مخلوط با کاربرد سطوح مختلف کود دامی مشاهده کردند که بیشترین میزان تجمع ماده خشک زنیان در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و بیشترین شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه در تیمار ۲۰ تن کود دامی حاصل شد. بالاترین مقادیر این صفات برای شنبلیله در تیمار ۲۵ تن

کود دامی در هکتار بدست آمد.

یکی از اقدامات در خصوص سازگاری و زراعی کردن گیاهان غیراهلی، تعیین زمان مناسب کاشت مناسب برای آنها است. زمان کاشت مناسب به علت ضرورت استفاده حداکثر از منابع محیطی طی فصل رشد، حائز اهمیت است. در همین راستا طی آزمایشی در منطقه مشهد روی زنیان گزارش شد که بهترین زمان کاشت زنیان برای این منطقه اوایل اسفند ماه است و با تاخیر در کاشت از عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کاسته شد (Bromand Rezazadeh *et al.*, 2008). با توجه به اینکه زمان کاشت به طور موثری رشد و نمو گیاهان را تحت تاثیر قرار داده و سیستم تک کشتی زنیان و اسفرزه به منظور تامین نیاز دارویی و ادویه‌ای و همچنین به عنوان علوفه دام در منطقه زابل بسیار متداول است، این پژوهش با هدف تعیین بهترین زمان کاشت این دو گیاه و بررسی تاثیر رقابت بر رشد و عملکرد آنها و ترکیب مناسب کشت دو گیاه برای استفاده بهینه از منابع با حداقل رقابت در کشت مخلوط در شرایط اقلیمی زابل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان سال ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل با موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۹۸/۲ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین ۳۰ ساله متوسط بارندگی ۵۸/۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه هوا در این منطقه ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شرایط شیمیایی خاک مزرعه در سال مورد آزمایش قبل از کشت در جدول ۱ گزارش شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. زمان‌های کاشت (۲۰ دی و ۲۰ بهمن) در کرت‌های اصلی و کشت‌های خالص دو گونه زنیان و اسفرزه و مخلوط‌های افزایشی آنها (۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان، ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان، ۷۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. زمان‌های کاشت انتخاب شده بر اساس نتایج آزمایشات اجرا شده روی اسفرزه (Galavi *et al.*, 2007) و زنیان (Mahmoudi *et al.*, 2008) در منطقه انتخاب شدند. زمین محل آزمایش در پاییز و قبل از کاشت شخم عمیق زده شد. مقدار ۱۵ تن کود دامی پوسیده پیش از کاشت گیاهان به خاک اضافه شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت در کشت خالص زنیان و اسفرزه ۴۰ سانتی‌متر و در کشت‌های مخلوط ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف برای زنیان در کشت خالص و مخلوط ۲۵ سانتی‌متر، برای اسفرزه در کشت خالص ۵ سانتی‌متر و در مخلوط به ترتیب (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. بذرهای زنیان و اسفرزه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. برای دستیابی به تراکم‌های مورد نظر (زنیان و اسفرزه) گیاهان در مرحله ۶-۴ برگی تنک شدند. در طول دوره رشد، از هیچگونه ماده شیمیایی از جمله کود و سموم استفاده نشد. به منظور محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد زنیان و اسفرزه دو ردیف کناری هر کرت و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و مابقی برداشت شد. برداشت محصول در فاصله ۲۵ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (قهوه‌ای شدن بذرها) هر کرت انجام شد. با افزایش تراکم گیاهان در مخلوط، میزان نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی کاهش یافت. در این شرایط رقابت گیاهان برای کسب نور و مواد غذایی افزایش یافته و به دنبال آن رسیدگی محصول اسفرزه و زنیان دیرتر و با تاخیر انجام شد، بنابراین زمان رسیدگی فیزیولوژیک در کرت‌های مختلف متفاوت بود.

برای اسانس گیری زنیان از هر کرت یک نمونه ۳۰ گرمی دانه خشک به روش تقطیر با آب، با استفاده

از دستگاه کلونجر انجام و بازده اسانس بر اساس وزن خشک نمونه محاسبه گردید (Upton *et al.*, 2011). تقطیر تا زمان متوقف شدن حجم اسانس ادامه یافت (Aberoomand Azar *et al.*, 2010). میزان موسیلاژ بذر اسفرزه با روش کالیاسوندرام و همکاران (Kalayasundram *et al.*, 1982) انجام شد. برای این کار یک گرم بذر خشک با ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال در حال جوش تا تغییر رنگ پوسته بذر حرارت داده شد و محلول موسیلاژی حاصل جدا گردید. با افزودن ۶۰ میلی لیتر الکل اتیلیک ۰/۹۶ درصد به محلول و قرار دادن آن به مدت ۵ ساعت در یخچال، رسوب موسیلاژ به دست آمد که پس از صاف کردن و قرار دادن آن در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت توزین شد و مقدار موسیلاژ بر حسب گرم در هر گرم بذر تعیین و به صورت درصد ثبت گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه خاک در کرت‌های آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 1. Chemical and physical properties of soil samples in experimental plots at 0-30 cm depth

	رس	سیلت	شن	ماده آلی	عناصر قابل جذب Available nutrients (mg.kg^{-1})							
	Clay	Silt	Sand	Organic matter(%)								
بافت خاک					آهن	منگنز	روی	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	هدایت الکتریکی	اسیدیته
Soil texture		(%)			Fe	Mn	Zn	P	K	N	EC (dS.m^{-1})	pH
لوم رسی Clay loam	29	20	51	0.59	0.7	1.6	1.8	18	194	5.6	2.5	7.9

به منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص نسبت برابری زمین (LER)، شاخص رقابت (CI) و شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ (Mazaheri, 1998) و ۳ (Banik *et al.*, 2006) محاسبه شدند.

رابطه (۱) $LER=Yij/Yii+Yji/Yjj$

رابطه (۲) $CI= (Yii-Yij)(Yjj-Yji)/(Yij\times Yji)$

اگر CI<1 باشد، ارزش کشت مخلوط بیشتر از خالص بوده و سودمندتر است، و چنانچه CI>1 باشد، میزان سوددهی کشت مخلوط کمتر از کشت خالص خواهد بود.

رابطه (۳) $IA = \left(\frac{P_a}{P_a+P_b}\right) \times AYL_a + \left(\frac{P_b}{P_a+P_b}\right) \times AYL_a$

Pa: قیمت هر واحد محصول زنیان Pb: قیمت هر واحد محصول اسفرزه. با توجه به اینکه شاخص سودمندی اقتصادی با توجه به قیمت هر واحد محصول محاسبه می‌شود، قیمت هر واحد زنیان ۲۰/۰۰۰ ریال و قیمت هر واحد اسفرزه ۲۲/۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد (هر واحد معادل ۱۰۰ گرم بذر از گیاهان در سال اجرای آزمایش در نظر گرفته شد). رقابت نسبی بین دو محصول با استفاده از ضرایب ازدحامی (K) و غالبیت (A) دو گونه، از رابطه‌های ۴ و ۵ تعیین شد (Mazaheri, 1998).

رابطه (۴) $K= (Yij/Yii)/(Yji/Yjj)$

رابطه (۵) $A= (Yij/Yii) - (Yji/Yjj)$

در این رابطه‌ها Yii و Yjj به ترتیب عملکرد گونه‌های i (زنیان) و j (اسفرزه) در کشت خالص و Yij و Yji به ترتیب عملکرد گونه‌های i و j در کشت مخلوط هستند. میزان افت واقعی عملکرد (AYL) هر گونه با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد (Banik *et al.*, 2006).

$$AYL = AYL_{ajowan} + AYL_{isabgol}$$

رابطه (۶) $AYL_{a}=\left[LER\times\left(\frac{100}{Z_{ab}}\right)-1\right]$ $AYL_{i}=\left[LER\times\left(\frac{100}{Z_{ba}}\right)-1\right]$

Zab: سهم زنیان در کشت مخلوط و Zba: سهم اسفرزه در کشت مخلوط می‌باشند. شاخص بهره‌وری سیستم یا استاندارد کردن عملکرد محصول دوم (اسفرزه) نسبت به محصول اول (زنیان) با استفاده از

رابطه ۷ تعیین شد.

$$SPI= (Yii /Yjj) \times (Yij + Yji)$$ رابطه (۷)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار آماری SAS Ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات گیاهی زنیان

نتایج نشان داد که اثر زمان کاشت بر کلیه صفات مورد بررسی بجز عملکرد اسانس معنی‌دار بود. تاخیر در کاشت باعث کاهش وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد زیستی زنیان شد. کلیه صفات مورد بررسی بجز وزن اسانس و درصد اسانس تحت تاثیر نسبت‌های مخلوط اختلاف، معنی‌داری داشتند (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین ارتفاع بوته از تاریخ کاشت ۲۰ دی ماه بدست آمد. نتایج نشان داد که در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، گیاه زنیان دارای ارتفاع بوته بیشتری بود به طوری که در تیمار کشت مخلوط ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد، زنیان بالاترین میزان ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به تراکم‌های مختلف اسفرزه و کاهش آن در تیمارهای مخلوط از ۱۰۰ به ۵۰,۷۵ و ۲۵ درصد، ارتفاع بوته زنیان به تدریج کاهش یافت. به نظر می‌رسد که با افزایش سایه اندازی و کاهش نور مستقیم دریافتی توسط لایه‌های پایین پوشش گیاهی، هورمون اکسین تجزیه نشده و با افزایش غلظت آن، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (Agegnehu *et al*., 2006).

بیشترین تعداد شاخه فرعی و تعداد چتر در بوته به ترتیب از زمان کاشت ۲۰ دی ماه و ۲۰ بهمن بدست آمد. به نظر می‌رسد که وجود فرصت کافی برای رشد، باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته می‌گردد. در یک آزمایش علت کاهش شاخه‌دهی با تاخیر در کاشت، کاهش دوره رشد رویشی اعلام شد (Seghatoleslami and Ahmadi, 2010). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم اسفرزه در بین ردیف‌های مخلوط، تعداد چتر در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافتند (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی زنیان و وزن هزار دانه از زمان کاشت ۲۰ دی ماه بدست آمد (جدول ۲). علت این موضوع را می‌توان به استقرار بهتر بوته‌ها به علت طول دوره رشد طولانی‌تر آنها و دمای مناسب هوا، بویژه در مرحله زایشی در زمان کاشت دی ماه دانست. ثقه‌الاسلامی و احمدی (Seghatoleslami and Ahmadi, 2010) در آزمایش روی اثر تراکم بوته و زمان کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله نتایج مشابهی را گزارش کردند. مقایسه میانگین‌های نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نشان داد که بیشترین میزان عملکرد زیستی و وزن هزار دانه زنیان از تیمار تک کشتی زنیان بدست آمد و با افزایش تراکم اسفرزه در بین ردیف‌های مخلوط، صفات یاد شده روند کاهشی داشتند (جدول ۲). نتایج آزمایش تونا واوراک (Tuna and Orak, 2007) در خصوص نقش کشت مخلوط بر عملکرد ماشک و یولاف وحشی نیز با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

بیشترین وزن اسانس و میزان اسانس زنیان (به ترتیب با ۱/۳۷ گرم و ۴/۵۹) از زمان کاشت ۲۰ بهمن بدست آمد که نسبت به تاریخ ۲۰ دی ۱۱/۶ و ۱۲ درصد افزایش داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که دمای هوا در زمان تشکیل دانه زنیان در تیمار ۲۰ بهمن بیشتر از ۲۰ دی بود و از آنجا که اسانس‌ها از متابولیت‌های ثانویه گیاهی بوده میزان آنها در شرایط وقوع تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد (Letchamo and Gosselin, 1995)، به نظر می‌رسد که مواجهه گیاه با تنش دما باعث افزایش میزان اسانس در زمان کاشت ۲۰ بهمن شده است. در ارزیابی تغییرات

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی زنیان در تیمارهای زمان کاشت و نسبت‌های کشت مخلوط با اسفرزه

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of ajowan in sowing date and intercropping ratios with isabgol treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد چتر در بوته Umbel. Plant^{-1}	تعداد شاخه فرعی No. of branches	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g)	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	وزن اسانس Essential oil weight (g.m^{-2})	اسانس Essential oil (%)
Sowing time	زمان کاشت								
(January 10)	۲۰ دی	51.6a	29.3b	8.6a	1.5a	8033a	26.4b	1.21b	4.04b
(February 9)	۲۰ بهمن	45.0b	33.6a	7.0b	0.9b	6931b	27.1a	1.37a	4.59a
Intercropping ratios	نسبت‌های مخلوط								
Monoculture ajowan	کشت خالص زنیان	45.0c	34.1a	9.0a	1.3a	9436a	24.3d	1.31a	4.37a
isabgol 25% + ajowan 100%	۲۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	45.4c	34.3a	8.5b	1.2a	8962b	24.4d	1.29a	4.29a
isabgol 50% + ajowan 100%	۵۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	49.5b	32.1b	8.0b	1.2b	7695c	26.2c	1.29a	4.30a
isabgol 75% + ajowan 100%	۷۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	50.1ba	28.8c	7.1d	1.1c	5877d	29.8a	1.27a	4.25a
isabgol 100% + ajowan 100%	۱۰۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	51.3a	28. 0d	6.6e	1.1c	5439e	28.7b	1.30a	4.36a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی اسفرزه در تیمارهای زمان کاشت و نسبت‌های کشت مخلوط با زنیان

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of isabgol in sowing date and intercropping ratios with ajowan treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد سنبله در بوته No. of spike.plant^{-1}	طول سنبله Spike length (cm)	عملکرد زیستی Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	موسیلاژ Mucilage (%)
Sowing time	زمان کاشت						
(January 10)	۲۰ دی	17.9a	6.8a	2.35b	1968a	20.0a	14.2a
(February 9)	۲۰ بهمن	16.2b	7.4a	2.57a	1997a	19.7a	13.9a
Intercropping ratios	نسبت‌های مخلوط						
Monoculture isabgol	کشت خالص اسفرزه	16.0c	8.0a	2.41a	2582a	20.8b	14.0a
isabgol 25%+ ajowan 100%	۲۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	16.8bac	8.0a	2.55a	1393d	15.6d	14.0a
isabgol 50%+ ajowan 100%	۵۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	16.6bc	7.2ab	2.48a	1805c	19.1c	14.1a
isabgol 75%+ ajowan 100%	۷۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	17.9ba	6.3b	2.46a	2039b	20.6b	14.1a
isabgol 100%+ ajowan 100%	۱۰۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	18.2a	6.2b	2.40a	2093b	23.0a	13.9a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

میزان اسانس گیاه جعفری وحشی (*Tgetes mimuta*) در زمان‌های مختلف کاشت گزارش شده است که در تاریخ‌های کاشتی که گیاه در مرحله دانه بندی با دمای بالاتر هوا مواجه بود، میزان اسانس افزایش یافت (Ramesh and Singh, 2008). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین نسبت‌های کشت مخلوط از نظر وزن اسانس و میزان اسانس اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین وزن اسانس و میزان اسانس در کشت خالص زنیان بدست آمد (جدول ۲).

نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و میزان اسانس زنیان مربوط به زمان کاشت ۲۰ دی بود که نسبت به زمان کاشت ۲۰ بهمن از برتری ۱۴ و ۰/۶ درصدی برخوردار بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کاهش فاصله سبز شدن گیاه تا گلدهی و همچنین گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در کشت‌های دیرتر، باعث شد که گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد مرحله زایشی گردیده و کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگ‌ها باعث کاهش عملکرد دانه در زمان کاشت دیرتر گردیده است. امین و همکاران (Amin *et al*., 2008) در رابطه با تغییرات فصلی میزان اسانس بومادران گزارش دادند که بیشترین میزان اسانس در اواسط اردیبهشت بدست آمد و با پیشرفت فصل تا پایان مرداد، میزان اسانس روند کاهشی داشت. مقایسه عملکرد دانه و اسانس زنیان در بین نسبت‌های کاشت نشان داد که با افزایش نسبت‌های مخلوط، از عملکرد دانه و اسانس زنیان کاسته شد، به طوری که ترکیب تیماری ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان، کمترین و کشت خالص زنیان بیشترین عملکرد دانه و اسانس را داشتند (جدول ۴). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش عملکرد زنیان در نسبت‌های مخلوط، مغلوب واقع شدن و رقابت شدید آن با اسفرزه در تراکم‌های بالاتر بوده است. اصغری پور و رفیعی (Asgharipour and Rafiei, 2010) گزارش دادند که در کشت مخلوط اسفرزه و عدس، عملکرد دانه و کیفیت اسفرزه در مقایسه با کشت خالص آن بیشتر بود. میرهاشمی و همکاران (Mirhashemi *et al.*, 2009) در ارزیابی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نتیجه‌گیری کردند که شاخص برداشت و وزن خشک زنیان درکلیه تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص زنیان بیشتر بود. در آزمایش حاضر اگرچه بیشترین عملکرد دانه از کشت خالص زنیان بدست آمد، اما مجموع عملکرد دانه مخلوط نشان داد که ترکیب ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان، بیشترین عملکرد دانه و ترکیبات ثانویه را در واحد سطح داشت (جدول ۴).

صفات گیاهی اسفرزه

نتایج نشان داد اثر زمان کاشت بر طول سنبله و ارتفاع بوته اسفرزه معنی‌دار بود. تاخیر در کاشت باعث کاهش وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد زیستی اسفرزه شد. همچنین ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، عملکرد زیستی و دانه، شاخص برداشت و عملکرد موسیلاژ تحت تاثیر تراکم اسفرزه در نسبت‌های کشت مخلوط معنی‌دار بود. ارتفاع بوته اسفرزه کشت شده در ۲۰ دی در حدود ۱۱ درصد نسبت به زمان کاشت دوم افزایش داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته اسفرزه از تیمار ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و کشت خالص اسفرزه بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که گیاه زنیان به دلیل دارا بودن ارتفاع بوته بلندتر و سایه‌اندازی روی گیاه اسفرزه باعث کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور شده و در نتیجه ارتفاع بوته اسفرزه افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش تراکم اسفرزه در بین ردیف‌های مخلوط، به دلیل رقابت برای جذب نور و منابع محیطی و تاثیر هورمون اکسین به دلیل کمبود نور، ارتفاع بوته آن افزایش یافت. بیشترین طول سنبله اسفرزه از زمان کاشت ۲۰ بهمن بدست آمد. مقایسه میانگین نسبت‌های کشت مخلوط نشان داد که بیشترین طول سنبله مربوط

به تیمار ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بود که با سایر نسبت‌های کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین نسبت‌های کشت مخلوط (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد زیستی به ترتیب مربوط به تک کشتی اسفرزه و تیمار ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بود. این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد زیستی اسفرزه در نسبت‌های کاشت کاملاً تحت تاثیر تراکم قرار گرفته و با افزایش تراکم اسفرزه در نسبت‌های کاشت، عملکرد زیستی این گیاه افزایش داشت. مظاهری و همکاران (Mazaheri *et al*., 2004) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

بیشترین و کمترین شاخص برداشت اسفرزه به ترتیب از تیمارهای ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که شاخص برداشت اسفرزه تحت تاثیر نسبت‌های کاشت قرار گرفته و با افزایش سهم اسفرزه در مخلوط، به شاخص برداشت این گیاه افزوده شد. این موضوع می‌تواند در اثر قدرت خفه‌کنندگی اسفرزه در مقابل علف‌های هرز باشد. از سوی دیگر افزایش تراکم اسفرزه باعث بهره‌برداری مطلوب‌تر آن از منابع محیطی شده و باعث افزایش عملکرد اقتصادی شد. زمان کاشت اثر معنی‌داری بر میزان موسیلاژ بذر نداشت. بیشترین میزان موسیلاژ بذر از تیمار ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بدست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه از تک کشتی اسفرزه حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که در تیمار تک کشتی اسفرزه میزان بهره‌وری گیاه از منابع محیطی بیشتر بوده است. بعلاوه جوانه‌زنی سریع اسفرزه و رشد اولیه مناسب آن باعث خفه کنندگی علف‌های هرز گردیده است. کمترین عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه (به ترتیب ۴۰ و ۳۹ درصد در مقایسه با کشت خالص اسفرزه) از تیمار ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان به دست آمد. از علل اصلی کاهش عملکرد دانه در این تیمار، کاهش تراکم گیاه اسفرزه بود. نتایج عملکرد دانه تیمارهای مخلوط نشان داد که تیمار ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان در حدود چهار برابر افزایش عملکرد دانه در واحد سطح نسبت به تک کشتی اسفرزه را در پی داشت (جدول ۴).

شاخص‌های ارزیابی و رقابتی کشت مخلوط

هر چند عملکرد دانه اجزای مخلوط نسبت به تک کشتی آنها کاهش داشت، ولی بازده کل زمین در مقایسه با تک کشتی در تمامی نسبت‌های مخلوط بیشتر از واحد بود به‌طوری که بیشترین نسبت برابری زمین (LER) برای عملکرد دانه و ترکیبات ثانویه دو گیاه به ترتیب مساوی از تیمارهای ۱۰۰ درصد اسفرزه +۱۰۰ درصد زنیان و ۷۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بدست آمد که نشان دهنده سودمندی بیشتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص زنیان و اسفرزه می‌باشد (جدول ۴). کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد دانه مخلوط بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. در این آزمایش اضافه عملکرد دانه بدست آمده را می‌توان به استفاده بهتر دو گیاه از منابع محیطی و اختلاف در سیستم ریشه‌ای و همچنین نیازهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک بین آن‌ها نسبت داد که با ایجاد پوشش گیاهی مناسب، از تبخیر آب خاک و رشد علف‌های هرز جلوگیری نموده و این موضوع منجر به افزایش راندمان تولید گردید. هیبیش و همکاران (Hiebsch *et al*., 1995) نیز در ارزیابی اثر تراکم‌های مختلف در کشت مخلوط ذرت و دو رقم سویا نشان دادند که نسبت برابری زمین از ۱/۱ تا ۱/۴ در ترکیب ذرت با دو رقم مورد آزمایش سویا متغیر بود و علت افزایش LER را کمتر بودن علف‌های هرز در کشت مخلوط و پایداری در استفاده از منابع تولید ذکر نمودند.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و شاخص‌های سودمندی در تیمارهای زمان کاشت و نسبت‌های مخلوط زنیان و اسفرزه

Table 4. Mean comparison of seed yield and advantage indices in sowing date and intercropping ratios of isabgol and ajowan

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha^{-1}) زنیان Ajowan	اسفرزه Isabgol	مجموع Total	عملکرد ترکیبات ثانویه Secondary metabolite yield (kg.ha^{-1}) زنیان Ajowan	اسفرزه Isabgol	مجموع Total	LER دانه LER Seed yield	LER ترکیبات ثانویه LER Secondary metabolite	سودمندی کشت مخلوط IA
Sowing time	زمان کاشت									
(January 10)	۲۰ دی	2088.8a	401.6a	2075.4a	84.5a	57.2a	118.1a	1.33a	1.65a	1.30a
(February 9)	۲۰ بهمن	1831.9b	400.3a	1860.2b	84.0a	55.6a	116.4a	1.33a	1.66a	1.29a
Intercropping ratios	نسبت‌های مخلوط									
Monoculture ajowan	کشت خالص زنیان	2303.6a	–	2303.6ba	100.6a	-	100.6c	1.00c	1.00d	–
Monoculture isabgol	کشت خالص اسفرزه	–	539.1a	539.4c	–	75.9a	75.9d	1.00c	1.00d	–
isabgol 25%+ ajowan 100%	۲۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	2199.5b	217.2e	2416.8a	94.2b	30.6d	124.7b	1.36b	1.35c	2.50a
isabgol 50%+ ajowan 100%	۵۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	2017.9c	345.9d	2363.9a	87.2c	48.7c	136.0a	1.53a	2.05a	1.32b
isabgol 75%+ ajowan 100%	۷۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	1739.1d	420.9c	2160.1ba	73.9d	59.3bc	133.2a	1.50a	2.48b	0.80bc
isabgol 100%+ ajowan100%	۱۰۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	1541.5e	481.3b	2022.8b	66.8e	67.2ba	134.1a	1.56a	2.01b	0.57c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های سودمندی و رقابتی در تیمارهای زمان کاشت و نسبت‌های کشت مخلوط

Table 5. Mean comparison of advantage and competitive indices in sowing date and intercropping ratios of ajowan and isabgol

Treatments	تیمارهای آزمایشی	ضریب ازدحامی K value زنیان Ajowan	اسفرزه Isabgol	شاخص رقابت CI	ضریب غالبیت A value زنیان Ajowan	اسفرزه Isabgol	شاخص تولید سیستم SPI	افت واقعی عملکرد AYL زنیان Ajowan	اسفرزه Isabgol	مجموع Total
Sowing time	زمان کاشت									
(January 10)	۲۰ دی	1.43a	0.87a	0.08a	0.14a	-0.14a	10613a	0.50a	2.04a	2.54a
(February 9)	۲۰ بهمن	1.30a	0.91a	0.09a	0.10a	-0.10a	8767b	0.49a	2.01a	2.51a
Intercropping ratios	نسبت‌های مخلوط									
isabgol 25%+ ajowan 100%	۲۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	2.38a	0.43d	0.10a	0.54a	-0.54d	10429a	0.36b	4.45a	4.81a
isabgol 50%+ ajowan 100%	۵۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	1.36b	0.74c	0.08a	0.23b	-0.23c	10237a	0.52a	2.04b	2.57b
isabgol 75%+ ajowan 100%	۷۵٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	0.97c	1.04b	0.09a	-0.03c	0.03b	9352b	0.53a	1.04c	1.58cb
isabgol 100%+ ajowan100%	۱۰۰٪ اسفرزه + ۱۰۰٪ زنیان	0.75c	1.35a	0.06a	-0.23d	0.23a	8742c	0.57a	0.57c	1.14c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

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

بیشترین میزان سودمندی کشت مخلوط (IA) از تیمار ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بدست آمد. این موضوع احتمالاً ناشی از استفاده بهتر از منابع محیطی در این تیمار می‌باشد. کمترین میزان این شاخص نیز مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان بود که احتمالاً دلیل آن رقابت بیشتر این دو گیاه در این تیمار بوده است (جدول ۴). در تیمارهای افزایشی هر چه بر تراکم بوته اسفرزه در واحد سطح افزوده شد، شاخص سودمندی کشت مخلوط کاهش یافت. بانیک و همکاران (Banik *et al.*, 2006) نیز نتایج مشابهی در کشت مخلوط گندم و نخود گزارش نمودند.

در بررسی شاخص رقابت، اگرچه میزان اضافه محصول نشان داده نمی‌شود، ولی با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در تیمارهای مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی آنها قضاوت کرد (Daryaei *et al.*, 2008). در این مطالعه کلیه نسبت‌های کشت مخلوط دارای شاخص رقابت کمتر از یک بودند (جدول ۵). این موضوع نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط است. در این خصوص دارایی و همکاران (Daryaei *et al.*, 2008) در بررسی شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط نخود و جو گزارش کردند که شاخص رقابت در اکثر تیمارهای مخلوط پایین‌تر از واحد بود که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط است. نتایج آزمایش ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2011) نیز یافته‌های تحقیق حاضر را تایید می‌کند.

در بررسی شاخص‌های رقابتی دو گونه در کشت مخلوط مشخص گردید که در هیچ یک از تیمارها، ضریب ازدحامی برای گونه‌های مورد بررسی برابر یک نبود (جدول ۵). این موضوع نشان دهنده عدم برابری رقابت درون گونه‌ای با رقابت برون گونه‌ای بود (Dhima *et al.*, 2007). در بین نسبت‌های کشت، تیمارهای ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان به ترتیب با ضریب ازدحامی ۲/۳۸ و ۱/۳۶، نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. با افزایش تراکم اسفرزه در نسبت‌های مخلوط، ضریب ازدحامی برای زنیان روند کاهشی داشت و این موضوع نشان می‌دهد که عامل رقابت در مورد زنیان در نسبت کاشت ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان با شدت بیشتری اعمال شده است. با توجه به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت نشان دهنده غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz *et al.*, 2008) و ضریب غالبیت برای زنیان در تیمارهای ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان (به ترتیب ۰/۲۳ و A_{ajowan}=۰/۵۴) دارای علامت مثبت و گونه غالب محسوب می‌شود، ولی با افزایش اسفرزه در نسبت‌های مخلوط، تیمارهای ۷۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان، ضریب غالبیت برای زنیان منفی می‌شود.

شاخص تولید کشت مخلوط تحت تاثیر تیمار زمان کاشت و نسبت‌های مخلوط معنی‌دار بود. زمان کاشت ۲۰ دی با دارا بودن (SPI=۱۰۶۱۳) نسبت به تاریخ ۲۰ بهمن، از برتری ۲۱ درصدی برخوردار بود. در تیمارهای مخلوط میزان شاخص تولید سیستم در دامنه ۸۷۴۲ تا ۱۰۴۲۹ تحت تاثیر نسبت‌های کشت مخلوط قرار گرفت (جدول ۵). تیمار ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان (به ترتیب با ۱۰۲۳۷ و SPI=۱۰۴۲۹) بیشترین و تیمار ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان (با SPI=۸۷۴۲)، کمترین میزان شاخص تولید سیستم را داشتند. در این رابطه آگگنهو و همکاران (Agegnehu *et al.*, 2006) در ارزیابی شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط افزایشی باقلا و جو نیز نتایج مشابهی در خصوص ضریب ازدحامی و شاخص تولید سیستم گزارش کردند.

بر اساس نتایج آزمایش بانیک و همکاران (Banik *et al.*, 2006)، برآورد افت واقعی عملکرد

(AYL) علاوه بر ارزیابی رقابت بین گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه، وضع هر گونه در مخلوط (رقابت درون گونه‌ای) را با جزئیات دقیق‌تری بیان می‌کند. این شاخص با علامت مثبت بیانگر سودمندی مخلوط نسبت به تک کشتی بر پایه عملکرد هر گیاه است (Yilmaz *et al.,* 2008). بیشترین میزان این شاخص مربوط به تیمار افزایشی ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان (۴/۸۱) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار مخلوط ۱۰۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان (۱/۱۴) بود (جدول ۵). با توجه به نتایج آزمایش به نظر می‌رسد که کشت مخلوط در کلیه نسبت‌های آن، مبتنی بر اصل تولید حمایتی بوده و به عبارت دیگر اصل مساعدت در کلیه تیمارها وجود داشت. این شاخص در تراکم‌های پایین‌تر، بیشتر و متناسب با افزایش تراکم، کاهش می‌یابد. این موضوع حاکی از افزایش رقابت دو گیاه در تراکم‌های بالاتر است. شایگان و همکاران (Shaygan *et al*., 2008) گزارش کردند که بالاترین میزان افت واقعی عملکرد (۹/۴۵) از تیمار افزایشی ۱۰۰ درصد ذرت + ۱۲/۵ درصد ارزن بدست آمد.

بر اساس نتایج حاصل از آزمایش حاضر می‌توان اظهار داشت که بهترین زمان کاشت و نسبت کشت مخلوط جهت حداکثر استفاده از منابع محیطی و افزایش عملکرد در واحد سطح، زمان کاشت ۲۰ دی و نسبت‌های کاشت ۲۵ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان و ۵۰ درصد اسفرزه + ۱۰۰ درصد زنیان برای منطقه اجرای آزمایش بوده است.

منابع مورد استفاده

References

Aberoomand Azar, P., Z. Mottaghianpuor, A. Sharifan and K. Larijani. 2010. Studies on the Effect of Extraction Method on Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Carum copticum* Essential Oil. Food Tech. Nut. 7(2): 75-84. (In Persian with English abstract).

Agegnehu, G., A. Ghizam and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Europ. J. Agron. 25: 202-207.

Amin, G. H., R. Salehi Sourmaghi, M. H. Azizzadeh, M. Yassa and T. Asgari. 2008. Seasonal variation of the essential oil composition of cultivated yarrow in Tehran-Iran. J. Essen Oil. Bear Plant. 11(6): 628- 633.

Asgharipour, M. R. and M. Rafiei. 2010. Intercropping of Isabgol (*Plantago ovata* L.) and lentil as influenced by drought stress. Am-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 9 (1): 62-69.

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 smoothering. Europ. J. Agron. 24: 325-332.

Boskabady, M. H., M. Ramazani and T. Tabei. 2003. Relaxant effects of different fraction of essential oil from *Carum copticum* on guinea pig tracheal chai. Phytol. Res. 17(10): 1145-1149.

Bromand Rezazadeh, Z., P. Rezvani Moghaddam and M. H. Rashed Mohasel. 2008. Effect of planting date and plant density on morphological properties and percentage essential oils of herbs ajowan (*Trachyspermum ammi* (Linn). Iran. J. Field Crops Res. 40(4): 161-172. (In Persian with English abstract).

Daryaei, F., M. Agha Alikhani and M. R. Chaichi. 2008. Comparison advantage index of intercropping chickpea and barley in forage manufacture. J. Agric. Engin. Nat. Resour. 21: 35-40. (In Persian with English abstract).

Dhima, K. V., A. A. Lithourgidis, I. B. Vasilakoglou and C. A. Dordas. 2007. Competition indices of

common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. Field Crops Res. 100: 249-256.

Galavi, M., M. Ramroudi and S. Mansouri. 2007. Effect of sowing dates on yield, yield components and quality of isabgol (*Plantago ovata*) in Sistan region. Pajouhesh Sazandegi. 77: 135-140. (In Persian with English abstract).

Hiebsch, C., F. Teiokagho, A. M. Chirembo and F. P. Gerdner. 1995. Plant density and soybean maturity in soybean-maize intercropping. Agron. J. 87: 965-989.

Kalayasundram, N. K., P. B. Pateb and K. C. Dalat. 1982. Nitrogen need of *Plantago ovata* in reaction to the available nitrogen in soil. Indian. J. Agric. Sci. 52: 240 -242.

Kremer, R. J. and R. J. Kussman. 2011. Soil quality in a pecan–kura clover alley cropping system in the Midwestern USA. Agroforest Syst. 93: 213-223.

Letchamo, W. X. and A. Gosselin. 1995. Photo synthetic potential of *Thymus vulgaris* selectio under two light regimes and three soil water. Sci. Hort. 62: 89-101.

Mahmoudi, M., E. Sabbagh, R. Taghizade and K. Keykavousi. 2008. Ajwain ecological needs to cultivation in Sistan. National Conference on Medicinal Plants, 20 and 21 November, Tehran. Iran. (In Persian with English abstract).

Mazaheri, D. 1998. Intercropping. (First Ed.) Tehran University Press. (In Persian).

Tohidi Nejad, A., D. Mazaheri, A. Koocheki and A. Ghalavand. 2004. Evaluation of intercropping corn and sunflower. Journal of Research and Construction 17: 39-45. (In Persian with English abstract).

Mirhashemi, S. M., A. Koocheki, M. Parsa and M. Nassiri Mahallati. 2009. Evaluation of growth indices of Ajowan and Fenugreek in pure culture and intercropping based on organic agriculture. Iran. J. Field Crop Research. 7(2): 685-694. (In Persian with English abstract).

Mirhashemi, S. M., A. Koocheki, M. Parsa and M. Nassiri Mahallati. 2010. Evaluation of growth indices of ajowan and fenugreek in pure culture and intercropping based on organic agriculture. Iran. J. Field Crop Res. 7(2): 685-694. (In Persian with English abstract).

Mushagalusa, G. N., J. F. Ledent and X. Draye. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. Environ. Expt. Bot. 64: 180-188.

Noman, M. S., M. A. Maleque, M. Z. Alam, S. Afroz and H. T. Ishii. 2013. Intercropping mustard with four spice crops suppresses mustard aphid abundance, and increases both crop yield and farm profitability in central Bangladesh. Int. J. Pest Manage. 59(4): 306-313. (In Persian with English abstract).

Poggio, S. L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping field pea and barley. Agric. Ecosyst. Environ. 109: 48-58.

Ramesh, K. and V. Singh. 2008. Effect of planting date on growth, development, aerial biomass partitioning and essential oil productivity of wild marigold (*Tagetes minuta*) in mid hills of Indian western Himalaya. Industrial. Crop Product. 27: 380-384.

Seghatoleslami, M. J. and K. H. Ahmadi. 2010. The effect of sowing date and plant density on yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum gracum* L.). Iran. J. Med. Aroma. Plant. 26(2): 265-274. (In Persian with English abstract).

Shaygan, M., D. Mazaheri, H. Rahimian Mashhadi and S. A. Peyghambari. 2008. Effect of planting date and intercropping maize and foxtail millet on their grain yield and weeds control. J. Crop Sci. 10: 31-46. (In Persian with English abstract).

Singh, D., S. Chand, M. Anvar and D. Patra. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditio. J. Med. Aroma. Plant Sci. 25: 414-419.

Tuna, C. and A. Orak. 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Vicia sativa* L.) and (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. J. Agric. Sci. 2: 14-19.

Upton, R., A. Graff, G. Jolliffe, R. Länger and E. Williamson. 2011. American Herbal Pharmacopoeia: Botanical Pharmacognosy- Microscopic Characterization of Botanical Medicines. CRC Press.

Yilmaz, S., M. Atak and M. Erayman. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. Turk. J. Agric. Forest. 32: 111-119.

Zhang, G., Z. Yang and S. Dong. 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in alfalfa and corn intercropping system. Field Crops Res. 124: 66–73.

Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain (*Carum copticum* L.) and isabgol (*Plantago ovate* Forsk.) intercropping

Mosapour. H.[1], A. Ghanbari[2], A. R. Sirousmehr[3] and M. R. Asgharipour[4]

ABSTRACT

Mosapour. H., A. Ghanbari, A. R. Sirousmehr and M. R. Asgharipour. 2015. Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain (*Carum copticum* L.) and isabgol (*Plantago ovate* Forsk.) intercropping**. Iranian Journal of Crop Sciences. 17(2): 139-152. (In Persian).**

To study the effect of sowing time and on the isabgol- ajwain intercropping a field experiment was performed in split plot arrangement using randomized complete block design with three replications at Zabol University, Zabol, Iran in 2013. Experimental treatments consisted of: two sowing time; January 10 and February 9 which were assigned to main plots, and six isabgol and ajwain additive ratios; (sole isabgol, sole ajwain, 25% isabgol+100% ajwain, 50% isabgol+100% ajwain, 75% isabgol+100% ajwain and 100% isabgol+100% ajwain) were randomized in sub-plots. Results showed that the highest seed yield and secondary metabolic of both species obtained from sowing time of January 10. The highest seed yield of two species (2363 $kg.ha^{-1}$), land equivalent ratio (LER = 1.53), System Productivity Index (SPI=10237) was obtained at mixed cropping of 50% isabgol+100% ajwain. Ajwain in intercropping of 25% isabgol+100% ajwain had the highest crowding coefficient (K_{ajwain}=2.38) and dominance (K_{ajwain}=0.54). By increasing the density of intercropping isabgol was dominant species. Competition Index (CI) for all intercropping treatments was lesser than unity, indicating yield advantage in intercropping over monocropping systems. These findings suggest that intercropping of ajwain- isabgol at 25 isabgol+100% ajwain and 50% isabgol+100% ajwain can be considered for yield advantage in hot and dry areas of experiment site conditions.

Key words: Actual yield loss, Aggressivity, Competition index, Land equivalent ratio and Isabgol.

Received: February, 2015 Accepted: July, 2015
1-Graduated MSc Student, University of Zabol, Zabol, Iran
2-Professor, University of Zabol, Zabol, Iran
3-Assistant Prof., University of Zabol, Zabol, Iran
4-Associate Prof., University of Zabol, Zabol, Iran (Corresponding author) (Email: m_asgharipour@uoz.ac.ir)