نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۲۵۴-۲۴۳

Agroecology
Vol. 5, No. 3, Fall 2013, p. 243-254

بررسی عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی

آلاله متقیان[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، وحید اکبرپور[۳]، غزال سراج‌پور[۴]، محمد یعقوبی خانقاهی[۱] و سجاد شریعت نژاد[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۱

چکیده

به‌منظور بررسی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basiilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1: تک‌کشتی ریحان، P_2: ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد، P_3: ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد، P_4: ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و P_5: تک‌کشتی کنجد) بودند. در این آزمایش ترکیب‌های ۵۰٪ریحان+۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ریحان+ ۲۵٪ کنجد از حداکثر عملکرد مخلوط (به‌ترتیب ۱۱۴۱/۸۰ و ۱۰۹۸/۷۵ کیلوگرم در هکتار) و کارایی استفاده از زمین (به‌ترتیب ۱/۳۳ و ۱/۲۹ =LER) برخوردار بودند. همچنین ترکیب ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد با دارا بودن بیشترین ضریب ازدحامی (K_{basil}=۱/۴۹) و غالبیت (A_{basil}= -۰/۱۹) موجب افزایش حدود ۲۰ درصدی عملکرد ریحان در مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن گردید. به‌علاوه حداکثر ضریب غالبیت (A_{sesame}=۰/۸۵) و ۹۷٪ افزایش عملکرد کنجد در مخلوط نسبت به کشت خالص آن، در ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد مشاهده شد. در مجموع، با توجه به توان رقابتی بالای گیاه کنجد در کشت مخلوط، نسبت کاشت ۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد از بهترین عملکرد برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: افت واقعی عملکرد، ضریب غالبیت، نسبت برابری زمین

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل‌کشت در جهان و نیز کشور ما، افزایش تولید با صرف هزینه‌های هنگفت در واحد سطح امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف‌کش‌ها وآفت کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به‌همراه دارد (Poggio et al., 2005). از این‌رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تأمین نمایند. نکته حائز اهمیت در نظام کشاورزی پایدار افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان (چندکشتی) می‌باشد که به شکل دیگری می‌توان از عوامل محیطی بهره برد (Thorsted et al., 2006; Malakooti, 1996).

اهداف متنوعی برای کشت مخلوط قابل ذکر است که عمده‌ترین آن‌ها استفاده بهتر از شرایط محیطی موجود، افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کمیت و کیفیت محصول، افزایش راندمان مصرف آب، کنترل فرسایش خاک و ایجاد تنوع و ثبات در بوم‌نظام زراعی می‌باشد (Kremer & Kussman, 2008; Blaser et al., 2007). 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 گام مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب می‌شود که در این صورت کاهش رقابت بین-گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای موجب می‌شود تا دو گیاه در آشیان اکولوژیکی یکسان، رقابتی نداشته باشند (Mushagalusa et al., 2008).

در این‌میان نسبت برابری زمین (LER)[۶] در ارزیابی مزیت سیستم

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به‌ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مربی گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشگاه پیام نور تهران، واحد کرج و دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: h.pirdashti@sanru.ac.ir)

6- Land Equivalent Ratio (LER)

کشت مخلوط به تک‌کشتی بیشترین کاربرد را دارد و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت اغلب با برآورد ضرایب ازدحامی[1]، غالبیت نسبی[2] و افت واقعی عملکرد[3] تعیین و گونه غالب مشخص می‌گردد (Dhima et al., 2007; Banik et al., 2006). یکی دیگر از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت رقابتی[4] می‌باشد، این شاخص توانایی رقابت را برای گیاهان زراعی به شکل بهتری بیان کرده و نسبت به ضریب غالبیت و ارزیابی افت عملکرد، معیار دقیق‌تری برای بررسی کشت مخلوط محسوب می‌شود (Eslami Khalili et al., 2011; Dhima et al., 2007).

کشت سنتی گیاهان دارویی به‌منظور ایجاد تنوع و پایداری در نظام کشاورزی از دیرباز در کشور ما متداول بوده است (Peyvast, 2005). در این میان ریحان گیاهی اسانس‌دار از خانواده نعناع، از بیشترین تعداد گونه‌های کشت شده در ایران محسوب می‌شود (Koocheki et al., 2004). دانه روغنی گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) نیز با برخورداری از پروتئین قابل‌توجه (۱۹ تا ۲۵ درصد) در تأمین غذای انسان و دام حائز اهمیت ویژه است (Orruo & Morgan, 2011). محققان در بررسی کشت مخلوط گیاهان مذکور مانند لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان رویشی (Alizadeh et al., 2010)، شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) و کنجد (Koocheki et al., 2010) و نخود و کنجد (Pour Amir et al., 2010) بهبود جذب و کارایی نور، شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاهان زراعی را گزارش نمودند. با توجه به اینکه تک‌کشتی ریحان و کنجد به‌منظور تأمین نیاز غذایی و داروئی در استان مازندران بسیار متداول است. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر رقابت بر رشد و عملکرد این دو گونه و تعیین بهترین ترکیب کشت برای استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت در کشت مخلوط در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده ساری- دریا در سال زراعی ۸۹- ۱۳۸۸ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۲۵- متر، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه شرقی (GPSmap, GARMIN) و منطقه از نظر اقلیمی در زمرهٔ مناطق معتدل مرطوب قرار می‌گیرد. بافت خاک مزرعه پژوهشی رسی سیلتی بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف کاشت (P_1: تک‌کشتی ریحان، P_2: ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد، P_3: ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد، P_4: ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و P_5: تک‌کشتی کنجد) بودند. کشت ریحان (بنفش) و کنجد (ناز و تک‌شاخه) در تاریخ ۲۶ خرداد پس از آماده‌سازی زمین مطابق دستورالعمل‌های به‌زراعی جمعاً در ۱۵ کرت به ابعاد ۸×۳ متر مربع انجام شد. هر کرت شامل نه ردیف کاشت به طول سه متر و فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود و بین دو کرت دو ردیف به‌صورت نکاشت رها گردید. در این آزمایش کودهای به‌کار رفته شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل برای گیاه ریحان و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۷۵ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل در کشت کنجد بود. مقدار کود برای هر گیاه با در نظر گرفتن نسبت کاشت مخلوط در هر کرت و مطابق با آزمون خاک اعمال گردید.

از هر کرت طی مراحل رشدی گیاه (۲۰ و ۳۰ روز پس از کاشت به‌ترتیب برای گیاه ریحان و کنجد، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک بذر) چهار بوته انتخاب و خصوصیات مورفولوژیک آنها شامل ارتفاع گیاه، وزن و طول ریشه، سطح برگ و نیز محتوی کلروفیل برگ (عدد SPAD) تعیین گردید. همچنین باتوجه به وزن خشک گیاه ریحان و کنجد در مراحل مختلف نمونه‌گیری، تغییرات سرعت رشد[5] و سرعت رشد نسبی[6] در فاصله زمانی مذکور محاسبه گردید.

در پایان فصل رشد نیز عملکرد و اجزای عملکرد هر دوگونه شامل طول گل آذین، وزن هزار دانه، وزن دانه در بوته، زیست‌توده و شاخص برداشت با برداشت دو خط کاشت از سطح هر کرت و حذف اثر حاشیه‌ای تعیین گردیدند. به‌منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص نسبت برابری زمین (LER)، LER جزئی ریحان و LER جزئی کنجد از معادله ۱ (De Wit & Van den Bergh, 1965) استفاده شد:

$$LER= Y_{ba}/Y_{bb}+ Y_{se}/Y_{ss} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در این رابطه Y_{ba}/Y_{bb} نسبت عملکرد ریحان در کشت مخلوط به تک‌کشتی آن (LER جزئی ریحان) و Y_{se}/Y_{ss} نسبت عملکرد کنجد در کشت مخلوط به تک‌کشتی آن (LER جزئی کنجد) می‌باشد. رقابت نسبی بین دو محصول با استفاده از ضرایب ازدحامی (K) و غالبیت (A) دو گونه، از معادله‌های زیر تعیین گردید (Dhima et al., 2007):

$$\text{Crowding Coefficient of Basil } (K_{basil}) = \frac{Y_{bb}-Y_{ba}) \times Z_{ba}}{Y_{se} \times Z_{ba}} \quad \text{معادله (۲)}$$

1- Crowding Coefficient (K)
2- Aggressively (A)
3- Actual Yield Loss (AYL)
4- Competitive Ratio (CR)
5- Crop Growth Rate (CGR)
6-. Relative Growth Rate (RGR)

معادله (۳)

$$\text{Crowding Coefficient of Sesame } (K_{sesame}) = \frac{Y_{se} \times Z_{ba}}{(Y_{ss} - Y_{se}) \times Z_{se}}$$

معادله (۴)

$$\text{Aggressivity of Basil } (A_{basil}) = \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}} - \frac{Y_{se}}{Y_{ss} \times Z_{se}}$$

معادله (۵)

$$\text{Aggressivity of Sesame } (A_{sesame}) = \frac{Y_{se}}{Y_{ss} \times Z_{se}} - \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} \times Z_{ba}}$$

در این معادلات، Y_{bb} و Yss: به‌ترتیب عملکرد ریحان و کنجد در تک‌کشتی، Y_{ba} و Y_{se}: عملکرد ریحان و کنجد در کشت مخلوط، Z_{ba} و Z_{se}: نسبت کاشت ریحان و کنجد در کشت مخلوط می‌باشد. شاخص نسبت رقابتی دو گونه طبق معادله‌های ۶ و ۷ محاسبه گردید (Dhima et al., 2007):

معادله (۶) $CR_{basil} = (LER_{ba}/LER_{se}) \times (Z_{se}/Z_{ba})$

معادله (۷) $CR_{sesame} = (LER_{se}/LER_{ba}) \times (Z_{ba}/Z_{se})$

میزان افت واقعی عملکرد (AYL)[1] هر گونه مطابق با معادله‌های زیر به‌دست آمد (Banik, 1996):

معادله (۸) $AYL_{basil} = (Y_{ba}/Z_{ba})/(Y_{bb}/Z_{bb}) - 1$

معادله (۹) $AYL_{sesame} = (Y_{se}/Z_{se})/(Y_{ss}/Z_{ss}) - 1$

شاخص دیگر در کشت مخلوط شاخص تولید سیستم[2] یا استاندارد کردن عملکرد محصول دوم (se) نسبت به محصول اول (ba) طبق معادله ۱۰ و معرفی شده توسط ادو (Odo, 1991) تعیین شد:

معادله (۱۰) $SPI = (Y_{se}/Y_{ba}) \times Y_{se} + Y_{ba}$

که در این معادلات، Y_{ba} و Y_{se}: میانگین عملکرد ریحان و کنجد در تک‌کشتی و Y_{bb} و Y_{ss}: میانگین عملکرد ریحان و کنجد در کشت مخلوط می‌باشد. در نهایت، پس از جمع‌آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS 6.2 (SAS Institute, 1997) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به‌روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[3] در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

- اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد بر رشد و عملکرد ریحان

در بررسی خصوصیات مورفولوژیک گیاه ریحان طی مراحل مختلف رشدی تحت تیمار ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با کنجد مشخص گردید که پارامترهایی مانند ارتفاع، سطح برگ و وزن زیست‌توده تولیدی گیاه در ترکیب کشت ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد نسبت به تک‌کشتی آن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت و ترکیب ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد از حداکثر صفات مذکور برخوردار بود (جدول ۱). در این زمینه علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) اظهار داشتند که شاخص سطح برگ ریحان در ترکیب ۴ ردیف ریحان+ ۲ ردیف لوبیا نسبت به ترکیب‌های دیگر مخلوط و تک‌کشتی آن برتری داشت. همچنین اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili et al., 2011) حداکثر ارتفاع بوته باقلا (*Vicia faba* L.) در مخلوط با جو را در تیمارهای ۲۵٪ باقلا+ ۷۵٪ جو و ۷۵٪ باقلا+ ۲۵٪ جو گزارش نمودند.

در این آزمایش بالاترین طول گل‌آذین ریحان در مخلوط ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی آن مشاهده شد که نسبت به ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد بیش از ۱۶ درصد افزایش نشان داد. با توجه به جدول ۱، ترکیب‌های مختلف کشت تأثیر معنی‌داری بر وزن ریشه گیاه نداشتند؛ در حالی‌که بیشترین (۱۹/۲۵ سانتی‌متر) و کمترین (۱۶/۳۰ سانتی‌متر) طول ریشه به‌هنگام رسیدگی گیاه به‌ترتیب در تک‌کشتی ریحان و ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده محتوی کلروفیل برگ گیاه (عدد SPAD) تحت تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط قرار نگرفت (جدول ۱).

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود حداکثر سرعت رشد گیاه (CGR) ریحان به ترکیب ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد و کشت خالص آن تعلق داشت. با توجه به معنی‌داری تأثیر ترکیب کشت بر سرعت رشد نسبی (RGR) ریحان در فاصله زمانی بین گلدهی تا رسیدگی بذر، ترکیب ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد نسبت به ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد از افزایش ۲۸ درصدی سرعت رشد نسبی برخوردار بود (جدول ۱).

همچنین با توجه به تأثیر معنی‌دار ترکیب‌های مختلف کشت بر عملکرد تک‌بوته و شاخص برداشت ریحان، حداکثر وزن دانه (با میانگین ۴/۴۹ گرم در بوته) از ترکیب ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد بدست آمد و ترکیب ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی ریحان با افزایش ۳۶ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به مخلوط ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد برتری داشتند. وزن هزار دانه ریحان در ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد (با میانگین ۲/۳۳ گرم) و ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد (با میانگین ۱/۶۶ گرم) نسبت به تک‌کشتی و مخلوط ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد افزایش نشان داد (جدول ۱). در این زمینه جهانی و همکاران (Jahani et al., 2008) در بررسی تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و عدس (*Lens culinaryis* L.) بر وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک زیره اظهار داشتند که ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن برتری داشتند.

1- Actual Yield Loss
2- System Productivity Index (SPI)
3- Least Significant Difference

جدول ۱- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی ریحان در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با کنجد

Table 1- Mean comparison of some agronomic traits of basil in different intercropping combinations with sesame

تیمارها Treatments	۲۰ روز پس از کاشت 20 days after sowing					هنگام گلدهی Flowering time							
	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	طول ریشه Root length (cm)	زیست‌توده اندام هوایی Aerial biomass (g.plant^{-1})	وزن ریشه Root weight (g.plant^{-1})	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) Leaf area (cm^2.plant^{-1})	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	طول ریشه Root length (cm)	زیست‌توده اندام هوایی Aerial biomass (g.plant^{-1})	وزن ریشه Root weight (g.plant^{-1})	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) Leaf area (cm^2.plant^{-1})	محتوی کلروفیل برگ Leaf chlorophyll content (SPAD value)	سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع در روز) CGR (g.m^{-2}.d^{-1})	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) RGR (g.g^{-1}.d^{-1})
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)													
کشت خالص ریحان Sole cropping of basil	47.50^{b}	7.31	4.13^{a}	0.81	341.57^{b}	75.71^{a}	14.48	13.41^{b}	1.77^{a}	658.30^{ab}	46.70	9.28^{a}	0.11
۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪کنجد 75 % basil+ 25 %sesame	48.25^{ab}	8.25	4.16^{a}	0.70	353.28^{b}	71.50^{a}	13.50	15.18^{b}	1.68^{a}	692.69^{ab}	47.35	8.26^{a}	0.13
۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد 50 % basil+ 50 % sesame	52.00^{a}	8.85	4.73^{a}	0.67	411.72^{a}	67.50^{ab}	14.00	17.50^{a}	1.79^{a}	783.50^{a}	53.95	6.20^{b}	0.12
۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil+ 75 % sesame	42.67^{c}	7.50	2.90^{b}	0.76	255.51^{c}	53.17^{b}	14.25	11.12^{c}	1.13^{b}	506.95^{b}	50.90	2.05^{c}	0.14
S.O.V †													
سطح احتمال P value	**	NS	*	NS	**	**	NS	**	NS	*	NS	**	NS
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	4.36	10.70	11.88	29.28	8.45	7.04	12.14	6.33	17.17	12.33	7.66	9.86	11.24

هنگام برداشت

Harvesting time

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (سانتی‌متر) (cm)	طول گل‌آذین Inflorescences length	قطر ساقه Stem diameter	طول ریشه Root length	زیست‌توده اندام هوایی Aerial biomass (گرم در بوته) (g.plant^{-1})	وزن ریشه Root weight	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در بوته) Leaf area (cm^2.plant^{-1})	سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع در روز) CGR ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) RGR ($g.g^{-1}.d^{-1}$)	وزن دانه در گیاه (گرم در بوته) Seed weight per plant (g.plant^{-1})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)												
کشت خالص ریحان Sole cropping of basil	88.50^{a}	50.80^{a}	1.60^{b}	19.25^{a}	32.94^{a}	2.20^{b}	826.67^{bc}	15.92^{a}	0.06^{ab}	3.43^{a}	11.71^{ab}	1.33^{c}
۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪کنجد 75 % basil+ 25 %sesame	85.00^{a}	47.30^{a}	1.70^{a}	17.75^{bc}	35.57^{a}	2.41^{b}	841.61^{b}	15.29^{a}	0.07^{a}	3.85^{a}	10.81^{bc}	1.31^{c}
۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد 50 % basil+ 50 % sesame	83.00^{a}	39.40^{b}	2.21^{a}	18.75^{ab}	35.88^{a}	2.60^{ab}	1045.30^{a}	9.19^{b}	0.05^{b}	4.09^{a}	12.68^{a}	1.66^{b}
۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد 25 % basil+ 75 % sesame	62.83^{b}	32.30^{b}	1.23^{c}	16.35^{c}	22.98^{b}	3.74^{a}	724.04^{c}	2.71^{c}	0.05^{b}	2.17^{b}	9.90^{c}	2.33^{a}
S.O.V †												
سطح احتمال P value	**	**	**	*	**	NS	**	**	*	**	*	**
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	6.51	8.73	8.58	4.01	4.97	21.99	6.39	5.12	11.06	10.58	6.50	8.66

* میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.
* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

* Means in the same column of each factor followed by the same letter(s) were not significantly different according to LSD ($p\leq0.05$).
† * and **: significant at 5 and 1% probability level, respectively and NS: Non significant

بنابر گزارش این محققان، شاخص برداشت زیره سبز در کشت خالص، حداکثر (۵۵٪) و در تیمارهای مختلف کشت مخلوط حداقل (۳۳٪) بود. کومار و سینگ (Kumar & Singh, 2006) در کشت مخلوط خردل هندی (*Brassica juncea* L.) و نخود دانه‌کبوتری (*Cicer arientinum* L.) با افزایش درصد نخود کبوتری در ترکیب شاهد، افزایش در عملکرد دانه و بیولوژیک کشت مخلوط را مشاهده نمودند.

اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد بر رشد و عملکرد کنجد

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ترکیب‌های ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان و ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ ریحان در مرحله اولیه رشد (۳۰ روز پس از کاشت) از حداکثر وزن ریشه برخوردار بودند؛ درحالی‌که حداکثر وزن ریشه در مرحله گل‌دهی به ترکیب‌های ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان تعلق داشت و در مرحله رسیدگی بذر، مخلوط ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان از حیث این ویژگی نسبت به تیمارهای دیگر برتری داشت.

در این آزمایش حداکثر ارتفاع گیاه کنجد در هنگام گلدهی به ترکیب‌های کشت ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۱۳۵/۶۶ و ۱۳۹/۱۷ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۲). در همین راستا گرن و همکاران (Geren et al., 2008) اظهار داشتند که ارتفاع بوته ذرت در کشت خالص نسبت به ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت (*Zea* mays L.)-ماش (*Vigna radiata* L.) و ذرت-لوبیا کاهش نشان داد. این محققان حداکثر ارتفاع بوته ذرت را در ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت و ماش گزارش نمودند؛ درحالی‌که واکنش زیست‌توده این گیاه به کشت مخلوط معنی‌دار نبود. در این آزمایش طول ریشه و منطقه غلاف‌ده ساقه کنجد تحت‌تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت قرار نگرفت.

همچنین محتوی کلروفیل برگ (عدد SPAD) کنجد هنگام گلدهی در ترکیب ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ ریحان و تک‌کشتی کنجد (به‌ترتیب با میانگین عددی ۵۶/۲۳ و ۵۷/۳۵) حدود ۲۲ درصد نسبت به مخلوط ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان افزایش نشان داد (جدول ۲). در این آزمایش تیمارهای ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد، ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد از سرعت رشد (CGR)[1] بالاتری نسبت به مخلوط ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد در طول دوره رشد برخوردار بودند. در این راستا کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) در بررسی شاخص‌های رشدی دو گیاه کنجد و شاهدانه در سری جایگزینی مخلوط، بیشترین سرعت رشد کنجد (با میانگین ۲۲/۷۸ گرم بر متر مربع در روز) را در تک‌کشتی این گیاه مشاهده نمودند.

در این آزمایش حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) کنجد نیز در فاصله زمانی ۳۰ روز پس از کاشت تا گلدهی با میانگین ۰/۲۷ گرم بر گرم در روز به مخلوط ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان تعلق داشت و دیگر تیمارها از لحاظ این صفت در یک‌گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲).

با توجه به جدول ۲، مخلوط ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان و ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۱۷/۳۸ و ۱۲/۲۱ گرم در بوته) عملکرد بوته را نسبت به تک‌کشتی کنجد بیش از ۲۷ درصد افزایش دادند. همچنین تیمارهای ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان، ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان و تک‌کشتی کنجد در گستره‌ی ۱۸/۳۶ الی ۲۰/۸۷ از حداکثر شاخص برداشت برخوردار بودند. در این آزمایش وزن هزار دانه کنجد تحت‌تأثیر ترکیب کشت مخلوط قرار نگرفت (جدول ۲). بنابر گزارش آگگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) ارتفاع بوته و وزن هزار دانه جو (*Hordeum Vulgare* L.) در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا (*Faba Vicia* L.) تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد.

کارایی استفاده از زمین و شاخص های رقابتی

طبق جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر نسبت‌های مختلف کشت بر عملکرد و زیست‌توده هر دو گونه گیاهی معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که ریحان (به‌ترتیب با میانگین ۶۸۶/۰۱ و ۶۳۶۱/۵ کیلوگرم در هکتار) و کنجد (به‌ترتیب با میانگین ۱۰۵۵/۰۰ و ۶۸۱۳/۲ کیلوگرم در هکتار) در تک‌کشتی از حداکثر عملکرد دانه و زیست‌توده برخوردار بودند (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده حداکثر عملکرد (در گستره‌ی ۱۰۵۵/۰۰ الی ۱۱۴۱/۸۰ کیلوگرم در هکتار) و زیست‌توده (در گستره‌ی ۶۸۱۳/۲۰ الی ۷۲۱۶/۳۰ کیلوگرم در هکتار) به ترکیب‌های ۵۰٪ریحان+۵۰٪ کنجد، ۷۵٪ریحان+ ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد تعلق داشت.

با محاسبه نسبت برابری زمین(LER) مشخص شد که ترکیب‌های کشت ۵۰٪ریحان+۵۰٪ کنجد (LER=۱/۲۹) و ۷۵٪ریحان+ ۲۵٪ کنجد (LER=۱/۳۳) با بیش از ۲۹ درصد افزایش کارایی استفاده از زمین موجب بهبود عملکرد مخلوط نسبت به تک‌کشتی دو گونه گردیدند. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو گونه گیاهی با سهم ۵۰ درصد و بیشتر، نسبت جزئی برابری زمین بیش از ۰/۵۰ بوده است، به‌طوری‌که حداکثر LER جزئی ریحان در ترکیب کشت ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد (LER_{ba}=۰/۸۳) و حداکثر LER جزئی کنجد نیز در ترکیب کشت ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد (LER_{se}= ۰/۸۴) مشاهده شد (جدول ۳).

1- Crop Growth Rate

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های برخی صفات ریحان در تیمارهای مختلف کودی (چین دوم)

Table 2- Mean comparisions of basil traits in various treatment of fertilizers (Second

وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g)	وزن خشک گیاه (گرم) Plant dry weight (g)	وزن تر گیاه (گرم) Plant fresh weight (g)	تعداد ساقه فرعی Lateral branches number	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تیمار Treatment
5.7bc	33.72bc	10.61cd	65.57b	12.3bc	40.2abc*	ورمی کمپوست Vermicompost
4.91cd	21.26e	9.41de	45.78c	11.6bc	36cd	نیتروکسین Nitroxin
4.24d	21.83e	8.2e	43.44c	11.3cd	32.3cde	بیوفسفر Biophosphorus
7.55a	41.37ab	13.8ab	86.64a	14a	43.1a	ورمی‌کمپوست+ نیتروکسین Vermicompost+ nitroxin
6.08b	33.73bc	11.91bc	74.29b	12.6b	39.7abc	ورمی‌کمپوست+ بیوفسفر Vermicompost+ Biophosphorus
6.12b	30.25cd	12.69abc	65.04b	12.3bc	37.4bcd	نیتروکسین+ بیوفسفر Nitroxin+ Biophosphorus
6.61b	43.52a	14.75a	91.57a	14a	42.2ab	ورمی کمپوست+ نیتروکسین+ بیوفسفر Vermicompost+nitroxin+ Biophosphorus
4.58d	22.91de	8.41de	43.98c	11.6bc	32.4de	شیمیایی Chemicals
3.25e	17.71e	6.09f	29.22d	10.3d	28.2e	شاهد Control

* در هر ستون میانگین های با حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

* In each column, means which followed by the same letters, are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height	طول منطقه غلاف‌ده Fruiting zone length	قطر ساقه Stem diameter	طول ریشه Root length	زیست‌توده اندام هوایی Aerial biomass	وزن ریشه Root weight	سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع در روز) CGR ($g.m^{-2}.d^{-1}$)	سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم در روز) RGR ($g.g^{-1}.d^{-1}$)	وزن دانه در گیاه (گرم در بوته) Seed weight per plant ($g.plant^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)
	(سانتی‌متر) (cm)				(گرم در بوته) ($g.plant^{-1}$)						
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)											
کشت خالص کنجد sole cropping of sesame	164.00	126.50	1.53^{b}	16.25	43.90^{c}	6.24^{c}	9.64^{a}	0.04	8.80^{c}	20.22^{ab}	2.70
۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد basil 75 % + 25% sesame	161.67	133.33	1.65^{b}	18.66	58.21^{b}	6.57^{bc}	9.67^{a}	0.04	9.91^{bc}	17.04^{b}	3.00
۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ ریحان 50 % sesame+ 50 % basil	149.50	117.00	2.40^{a}	15.50	66.39^{b}	7.17^{b}	7.04^{ab}	0.03	12.21^{b}	18.36^{a}	3.10
۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ ریحان 25 % sesame+ 75 % basil	156.67	124.66	2.30^{a}	16.33	83.04^{a}	8.76^{a}	4.60^{b}	0.04	17.38^{a}	20.87^{a}	3.33
S.O.V †											
سطح احتمال P value	NS	NS	**	NS	**	**	*	NS	**	*	NS
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	7.92	8.93	11.34	6.99	7.91	5.68	19.51	26.67	11.40	9.59	18.89

* میانگین های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

* Means in the same column of each factor followed by the same letter(s) were not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$).

† * and **: significant at 5 and 1% probability levels, respectively and NS: Non significant

در این راستا، پور امیر و همکاران (Pour Amir et al., 2010) اظهار داشتند که نسبت‌های ۵۰٪ کنجد+ ۵۰٪ نخود (LER=۱/۴۱) و ۲۵٪ کنجد+ ۷۵٪ نخود (LER=۱/۳۱) در کشت ردیفی از بیشترین و تیمار ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ نخود در کشت درهم (LER=۰/۹۴) از کمترین نسبت برابری زمین برخوردار بودند.

در این آزمایش ترکیب ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد (LER=۱/۱۱) از لحاظ تولید زیست‌توده مخلوط نسبت به تک‌کشتی دو گیاه مذکور برتری نشان داد. درحالی‌که ترکیب‌های ۵۰٪ریحان+ ۵۰٪ کنجد (LER=۱/۰۴) و ۷۵٪ کنجد+ ۲۵٪ ریحان (LER=۰/۹۸) در یک-گروه آماری با تک‌کشتی این گونه‌ها قرار داشتند. با توجه به گزارش علی‌زاده و همکاران (Alizadeh et al., 2010) کشت ردیفی ریحان و لوبیا بر کشت خالص این دو گیاه برتری داشت و بیشترین نسبت برابری زمین (LER=۱/۲) در مخلوط ردیفی دو گیاه حاصل شد.

در بررسی شاخص‌های رقابتی دو گونه در کشت مخلوط مشخص گردید که در هیچ‌یک از تیمارها ضریب ازدحامی برای گونه‌های مورد بررسی برابر یک نمی باشد (جدول ۳) که این امر بیان‌گر عدم برابری رقابت درون‌گونه‌ای با رقابت برون‌گونه‌ای بود (Dhima et al., 2007). در بین ترکیب‌های مختلف کشت، گیاه ریحان با سهم ۵۰ و ۷۵ درصد به‌ترتیب با ضریب ازدحامی معادل ۱/۴۹ و ۱/۷۹، نسبت به ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد برتری نشان داد. درحالی‌که ضریب ازدحامی گیاه کنجد تحت‌تأثیر ترکیب‌های مختلف مخلوط قرار نگرفت. در این آزمایش گیاه کنجد در گستره‌ی ۱/۹۷ تا ۲/۹۴ از ضریب ازدحامی بالاتری نسبت به گیاه ریحان برخوردار بود (جدول ۳). با توجه به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیان‌گر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz et al., 2008) و براساس داده‌های جدول ۳، گیاه کنجد در کشت مخلوط گونه غالب محسوب می‌شود. در این آزمایش حداکثر ضریب غالبیت کنجد به نسبت کشت ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد (A_{se}= ۰/۸۵) و حداکثر ضریب غالبیت ریحان به ترکیب ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد (۰/۱۹- =A_{ba}) تعلق داشت.

براساس مطالعات بانیک و همکاران (Banik et al., 2000) برآورد شاخص افت واقعی عملکرد (AYL) علاوه بر بررسی رقابت بین‌گونه‌ای، با در نظر گرفتن عملکرد هر گیاه وضع هر گونه در مخلوط (رقابت درون‌گونه‌ای) را با جزئیات دقیق‌تری بیان می‌کند. این شاخص با علامت مثبت بیانگر سودمندی مخلوط به تک‌کشتی بر پایه عملکرد هر گیاه است (Yilmaz et al., 2008). محاسبه افت واقعی عملکرد (جدول ۳) در مورد گونه‌های مذکور نشان داد که این شاخص برای گیاه ریحان در ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد از لحاظ عددی بسیار پایین (معادل ۰/۳۶- =AYL_{ba}) بوده است که به تبع آن ترکیب مذکور موجب افت ۲۴ درصدی عملکرد مخلوط (۰/۲۴- =AYL) گردید؛ درحالی که ژو و همکاران (Xu et al., 2008) در بررسی چند ساله کشت مخلوط نوعی ارزن علوفه ای و اسپرس (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) اظهار داشتند که طی چهار سال متوالی کشت، هیچ‌یک از دو گونه در مخلوط افت عملکرد نشان ندادند.

با بررسی نسبت رقابت دوگونه در ترکیب‌های مختلف کشت مشخص گردید که گیاه ریحان در مخلوط ۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد (CR_{ba}= ۰/۸۷) و کنجد در ترکیب‌های ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد (CR_{se}=۱/۷۵) و ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد (CR_{se}= ۱/۷۶) از حداکثر نسبت رقابت برخوردار بودند (جدول ۳). همان‌طور که مشاهده می‌شود کنجد در مخلوط از توان رقابتی بالایی در مقایسه با ریحان برخوردار است. در این زمینه ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) افزایش نسبت رقابت و غالبیت ذرت در تیمار ۵۰٪ ذرت+ ۵۰٪ ماش را عامل عدم افت عملکرد ذرت دانستند و افت واقعی عملکرد در حداکثر سهم ذرت (۱۰۰٪ ذرت+ ۵۰٪ ماش) را به‌دلیل کاهش نسبت رقابت و غالبیت گیاه مذکور گزارش نمودند.

در این آزمایش شاخص تولید کشت مخلوط (SPI)[1] در گستره‌ی عددی ۱۳۷۹/۰۰ تا ۱۵۳۵/۲۰ تحت‌تأثیر تیمار ترکیب کشت مخلوط قرار نگرفت (جدول ۳). در این راستا آگگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) در بررسی عملکرد و شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط افزایشی باقلا و جو با نسبت ۱۰۰ درصد جو و نسبت های متفاوت باقلا، کاهش عملکرد جو متناسب با افزایش نسبت بذر و عملکرد باقلا را گزارش نمودند. بنابر گزارش این محققان در ترکیب کشت ۳۷/۵٪ باقلا (میزان مطلوب باقلا)+ ۱۰۰٪ جو، عملکرد کل مخلوط، ضریب ازدحام نسبی (K=۳/۳۰) و شاخص تولید سیستم (SPI=۲۹۴۰) حداکثر بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به کاهش پارامترهای رشدی و عملکرد تک‌بوته ریحان در ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و بالعکس رشد مطلوب گیاه کنجد در ترکیب ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد، به‌نظر می‌رسد که تأثیر تیپ رشدی در موفقیت رقابت بین دو گونه گیاهی در مخلوط تأثیر بسزائی دارد. در این آزمایش حداکثر عملکرد مخلوط و افزایش قابل-ملاحظه کارایی استفاده از زمین در تیمارهای ۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد مشاهده شد. با برآورد شاخص‌های رقابتی به‌منظور بررسی وضعیت دو گونه در مخلوط مشخص گردید که ریحان و کنجد در ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪ کنجد افت واقعی عملکرد نداشتند، اما ترکیب ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد ۲۴ درصد افت واقعی عملکرد مخلوط نسبت به سیستم تک‌کشتی را نشان داد. در این آزمایش گیاه کنجد در مخلوط از ضریب ازدحامی، غالبیت و توان رقابتی بالایی نسبت به ریحان برخوردار بود.

1- System Productivity Index

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های رقابتی در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ریحان و کنجد

Table 3- Mean comparison of competitive indices in different combinations of basil and sesame

تیمارها Treatments	عملکرد دنه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg.ha^{-1})			ارزش LERعملکرد LER Yield value			زیست‌توده (کیلوگرم در هکتار) Biomass (kg.ha^{-1})			ارزش LERزیست‌توده LER Biomass value		
	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)												
کشت خالص ریحان Sole cropping of basil	686.01^{a}	-	686.00^{c}	1.00^{a}	-	1.00^{c}	6361.5^{a}	-	6361.50^{c}	1.00^{a}	-	1.00^{b}
۷۵٪ ریحان+ ۲۵٪کنجد 75 % basil+ 25 %sesame	577.50^{b}	521.25^{d}	1098.75^{ab}	0.83^{a}	0.49^{c}	1.33^{a}	472.50^{b}	2491.2^{d}	7216.30^{a}	0.75^{b}	0.36^{d}	1.11^{a}
۵۰٪ ریحان+ ۵۰٪ کنجد 50 % basil+ 50 % sesame	409.00^{c}	732.80^{c}	1141.80^{a}	0.60^{b}	0.69^{b}	1.29^{a}	299.20^{c}	3885.5^{c}	6877.50^{ab}	0.47^{c}	0.57^{c}	1.04^{ab}
۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil+ 75 % sesame	108.75^{d}	892.58^{b}	1001.33^{b}	0.16^{c}	0.84^{a}	1.01^{b}	140.82^{d}	5143.30^{b}	6551.20^{bc}	0.22^{d}	0.76^{b}	0.98^{b}
S.O.V †	-	1055.00^{a}	1055.00^{ab}	-	1.00^{a}	1.00^{c}	-	6813.3^{a}	6813.20^{abc}	-	1.00^{a}	1.00^{b}
سطح احتمال P value												
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**		*
تیمارهای چند کشتی (P) Proportion intercropping (P)	8.17	6.24	5.85	3.81	6.64	4.39	6.75	8.41	4.01	6.54	6.71	4.26

تیمارها Treatments	ضریب ازدحامی K value		ضریب غالبیت A value		افت واقعی عملکرد AYL			نسبت رقابت CR		شاخص تولید سیستم SPI
	ریحان Basil	کنجد Sesame	ریحان Basil	کنجد Sesame	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	
Proportion intercropping (P)										
۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد 75% basil+ 25 % sesame	1.79^{a}	2.94	-0.85^{c}	0.85^{a}	0.12^{b}	0.97^{a}	1.09^{a}	0.55^{b}	1.76^{a}	1379.00
۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد 50 % basil+ 50 % sesame	1.49^{a}	2.38	-0.19^{a}	0.19^{c}	0.19^{a}	0.39^{b}	0.58^{b}	0.87^{a}	1.16^{b}	1535.20
۲۵٪ ریحان +۷۵٪ کنجد 25 % basil+ 75 % sesame	0.56^{b}	1.93	-0.49^{b}	0.49^{b}	-0.36^{c}	0.12^{b}	-0.24^{c}	0.57^{b}	1.75^{a}	1485.09
S.O.V †										
سطح احتمال P value	*	NS	**	**	**	**	**	*	**	NS
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	24.49	20.04	25.74	25.74	23.10	26.89	10.14	11.05	8.91	7.99

* میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

* Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to LSD ($p \leq 0.05$).

* and **: significant at 5 and 1% probability levels, respectively and NS: Non significant

منابع

1. Agegnehu, G., Ghizam A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.
2. Alizadeh, Y., Koocheki A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Agroecology 2(1): 94-104. (In Persian with English Summary)
3. Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series system. Journal of Agronomy and Crop Sciences 176: 289-294.
4. Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P.K., and Bagchi, D.K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica compestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row- replacement series systems. Journal of Agronomy and Crop Sciences 185: 9-14.
5. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smoothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
6. Blaser, B.C., Signer, J.W., and Gibson, L.R. 2007. Winter cereal, seeding rate, and intercrop seeding rate effect on red clover yield and quality. Agronomy Journal 99: 723-729.
7. Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichmann, D., and Knox, M. 2004. Row configuration and nitrogen application for barley-pea intercropping in Montana. Agronomy Journal 96: 1730-1738.
8. De Wit, C.T., and Vanden Bergh, J.P. 1965. Competition between herbage plants. Netherlands Journal of Agricultural Science 13: 212-221.
9. Dhima, K.V., Lithourgidis, A.A., Vasilakoglou, I.B., and Dordas, C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. Field Crops Research 100: 249-256.
10. Eslami Khalili, F., Pirdashti, H., Motaghian, A. 2011. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices. Agroecology 94-105. (In Persian with English Summary)
11. Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H., and Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. African Journal of Biotechnology 7(22): 4100-4104.
12. Jahani Kondori, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 67-78. (In Persian with English Summary)
13. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Khorramdel, S., Anvarkhah S., Sabet Teimouri, M., and Sanjani, S. 2010. Evaluation of growth indices of hemp (*Cannabis sativa* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in intercropping with replacement and additive series. Journal of Agroecology 2(1): 30-40. (In Persian with English Summary)
14. Koocheki, A., Nassiri Mahallati M., and Nadjafi, F. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 2: 208-214. (In Persian with English Summary)
15. Kremer, R.J., and Kussman, R. 2008. Intercropping with kura clover improves soil quality in a pecan agroforestry system, Soil and Water Conservation Society Annual Meeting, Tuscan, AZ, July 26-30.
16. Kumar, A., and Singh, B.P. 2006. Effect of row ratio and phosphorus level on performance of chickpea (*Cicer arientinum* L.). Indian mustard (*Brassica Juncea* L.) intercropping. Indian Journal of Agronomy 51:100-102.
17. Malakouti, M., 1996. Sustainable Agriculture and Increasing Yield with Optimization of Fertilizer Application in Iran. Agricultural Education Press 379 pp. (In Persian)
18. Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany 64: 180-188.
19. Odo, P.E. 1991. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. Experimental Agriculture 27: 435-441.
20. Orruo, E., and Morgan, M.R.A. 2011. Resistance of purified seed storage proteins from sesame (*Sesamum indicum* L.) to proteolytic digestive enzymes. Food Chemistry 128: 923-929.
21. Peyvast, G. 2005. Vegetable Production. Daneshpazire Press, Iran 487 pp. (In Persian with English Summary)
22. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
23. Pour Amir, F., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, S.A., and Ghorbani, R. 2010. Evaluation yield and components yield of sesame and pea in replacement series of intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8(5): 757-767. (In Persian with English Summary)
24. SAS Institute. 1997. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.
25. Thorsted, M.D., Olesen, J.E., and Weiner, J. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. Field Crops Research 95: 280-290.
26. Xu, B., Shan, L., Zhang, S., Deng, X., and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. African Journal of Biotechnology 7(22): 4056-4067.
27. Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. Turkish Journal of Agricultural and Forestry 32: 111-119.