



## عکس‌العمل ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به نوع و مقدار کود آلی در کشت مخلوط با کنجد (*Sesamum indicum* L.)

آلاله متقیان<sup>۱\*</sup>، همت‌اله پیردشتی<sup>۲</sup>، محمدعلی بهمنیار<sup>۳</sup> و بهاره متقیان<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۹/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۳

### چکیده

به منظور ارزیابی کاربرد کودهای آلی بر عملکرد و شاخص‌های رقابتی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط با کنجد (*Sesamum indicum* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمار کودی شامل سطوح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و لجن فاضلاب تلفیق شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک، تیمار فقط کود شیمیایی (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) و شاهد (عدم کاربرد کود) در کرت‌های اصلی و پنج نسبت کاشت شامل تک‌کشتی ریحان و کنجد، ۷۵٪ + ۲۵٪، ۵۰٪ + ۵۰٪، ۲۵٪ + ۷۵٪، ۵۰٪ + ۵۰٪ ریحان + کنجد در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در این آزمایش ترکیب‌های کاشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد تحت کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق شده از بیشترین عملکرد اقتصادی (بیش از ۳۰۹۷/۴۷ کیلوگرم در هکتار) و نسبت برابری زمین (بیش از ۱/۲۴) برخوردار بودند. به علاوه، برآورد ضریب غالبیت دو گونه گیاهی بیان‌گر آن است که ریحان در ترکیب کاشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و کنجد در ترکیب‌های کاشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد تحت کاربرد کودهای آلی (به ترتیب در گستره‌ی عددی ۰/۱۲ تا ۰/۳۰ و ۰/۱۱ تا ۰/۵۷) به عنوان گونه غالب از توان رقابتی بالاتری برخوردار بودند.

**واژگان کلیدی:** ضریب غالبیت، لجن فاضلاب، نسبت برابری زمین.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشکده زراعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (\* نگارنده‌ی مسئول) Alaleh\_motaghi@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۴- کارشناس ارشد محیط زیست

## مقدمه

کشاورزی مدرن به همراه کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی عمده‌ترین عامل تخریب منابع آب و خاک در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشور ما محسوب می‌شود (Avis et al., 2008; Malakooti, 1996). از این‌رو بازیافت ضایعات آلی و به‌کارگیری آنها به‌صورت کمپوست در اراضی کشاورزی یکی از مهم‌ترین راه‌کارهای قابل اجرا جهت کاهش مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در راستای نظام کشاورزی پایدار به‌شمار می‌رود (Suthar, 2009). بررسی‌ها نشان می‌دهد که ترکیب انواع کمپوست با برخورداری از املاح و مواد آلی بر بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی خاک نظیر هدایت هیدرولیکی، تهویه، رطوبت خاک و پایداری خاکدانه به‌ویژه در خاک‌های فقیر از لحاظ مواد آلی، تأثیر مطلوب دارد (Komilis and Tziouvaras, 2009; Iovieno et al., 2009). بنابر اظهار جایاسینگ و همکاران (Jayasinghe et al., 2010) کاربرد لجن فاضلاب به‌میزان ۴۰ درصد وزنی بستر کشت کاهو (*Lactuca sativa* L.) موجب افزایش بیش از ۳ درصدی وزن تر شاخساره و ریشه گیاه در مقایسه با عدم کاربرد کود گردید که این امر بیانگر بهبود جذب آب در گیاه می‌باشد. بنابر نتایج این تحقیق تأثیر کاربرد کود آلی بر کیفیت و بهبود جذب عناصر غذایی گیاه بیش از جذب آب بود به‌طوری که افزایش بیش از ۹ درصدی وزن خشک شاخساره و ریشه کاهو در تیمار مذکور گزارش شد. از طرفی نکته حایز اهمیت در پایداری نظام کشاورزی، افزایش تولید محصولات زراعی در واحد زمان و مکان (چندکشتی)، تثبیت عملکرد در شرایط مساعد و کاهش ریسک تولید در شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (Thorsted et al., 2006). معمولاً موفقیت کشت مخلوط با ایجاد تنوع زراعی در مدیریت برقراری توازن و انتخاب مناسب گونه‌های گیاهان

زراعی به‌عنوان اجزای مخلوط و افزایش کارایی استفاده از عوامل محیطی موجود حاصل می‌شود. از این‌رو، برآورد شاخص‌های رقابتی گونه‌ها نظیر ضریب ازدحام نسبی<sup>۱</sup> و غالبیت<sup>۲</sup> به منظور تفسیر منطقی سودمندی و یا عدم سودمندی کشت مخلوط بسیار مفید است (Dhima et al., 2007; Banik et al., 2006). در این راستا متقیان و همکاران (Motaghian et al., 2013) با بررسی سودمندی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.)، بالاترین نسبت برابری زمین (بیش از ۱/۲۹) را در مخلوط دو گونه با سهم ۲۵ و ۵۰ درصد کنجد مشاهده کردند و گیاه کنجد با برخورداری از ضریب ازدحام نسبی و غالبیت بالا به عنوان گونه غالب معرفی شد. همچنین ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) در بررسی تأثیر الگوی کاشت بر سودمندی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و یونجه (*Medicago sativa* L.) از طریق شاخص‌های رقابتی دو گونه دریافتند که کشت مخلوط ذرت و یونجه با ترکیب کاشت ۲ به ۵ از بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۲۴) برخوردار بود. در آزمایش مذکور مشخص گردید که یونجه در ترکیب‌های مختلف کاشت به‌عنوان گونه غالب از ضریب ازدحام نسبی و نسبت رقابت بالاتری در مقایسه با ذرت برخوردار بود. ریحان و کنجد از جمله گیاهانی هستند که از سطح کشت بالایی در استان مازندران برخوردارند و معمولاً به‌صورت تک‌کشتی تولید می‌شوند. بنابراین، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کاربرد دو ساله کودهای آلی بر عملکرد و شاخص‌های رقابتی دو گونه گیاهی ریحان و کنجد در ترکیب‌های مختلف کاشت مخلوط در نظر گرفته شد.

۱- Relative Crowding Coefficient (K)

۲- Aggressivity (A)

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر ۹ جاده دریا در سال زراعی ۱۳۹۰ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۲۵- متر، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه شرقی می‌باشد و منطقه از نظر اقلیمی در زمره‌ی مناطق معتدل مرطوب قرار دارد. بافت خاک مزرعه پژوهشی رسی سیلتی و متوسط بارندگی سالانه ۶۰۰ میلی‌متر و درجه حرارت در طول دوره‌ی این پژوهش بین ۴ تا ۳۸ درجه سلسیوس نوسان داشت.

شش تیمار کودی شامل کود شیمیایی (اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی و شاهد (عدم کاربرد کود) در کرت‌های اصلی که به صورت متوالی طی دو سال اعمال گردید. در کرت‌های فرعی، نسبت‌های مختلف کاشت (تک‌کشتی ریحان، ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد، ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد، ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد) به صورت ردیف‌های جایگزین قرار گرفتند. برخی خصوصیات خاک و کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

کشت ریحان (بنفش) و کنجد (ناز، تک‌شاخه) همزمان در تاریخ ۲۶ خرداد پس از آماده‌سازی زمین مطابق دستورالعمل‌های به‌زراعی در کرت‌هایی به ابعاد ۴/۵×۳ متر مربع انجام شد. هر کرت شامل ۸ ردیف

کاشت به طول ۳ متر با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود و بین دو کرت ۲ خط به صورت نکاشت رها گردید. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد به صورت دستی در دو مرحله و آبیاری کرت‌ها با فاصله زمانی ۷ روز به صورت نشتی انجام شد.

در پایان فصل رشد عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گونه شامل ارتفاع بوته، طول گل آذین، قطر ساقه، وزن زیست‌توده، عملکرد تک‌بوته و شاخص برداشت با برداشت دو خط کاشت از سطح هر کرت و حذف اثر حاشیه‌ای تعیین گردیدند. پس از اندازه‌گیری عملکرد دو گونه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، شاخص نسبت برابری زمین (LER)، LER جزئی ریحان و LER جزئی کنجد از معادله ۱ (De Wit and Van den Bergh, 1965) محاسبه شد:

$$\text{LER} = Y_{ba}/Y_{bb} + Y_{se}/Y_{ss} \quad (1) \text{ معادله}$$

که در این معادله  $Y_{ba}/Y_{bb}$  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 ازدحام نسبی ( $K_{ba}$  و  $K_{se}$ ) به ترتیب ضریب ازدحام نسبی ریحان و کنجد) و غالبیت ( $A_{ba}$  و  $A_{se}$ ) به ترتیب ضریب غالبیت ریحان و کنجد) دو گونه، از معادله‌های زیر تعیین گردید (Dhima et al., 2007):

$$K_{ba} = (Y_{ba} \times Z_{se}) / (Y_{bb} - Y_{ba}) \times Z_{ba} \quad (2) \text{ معادله}$$

$$K_{se} = (Y_{se} \times Z_{ba}) / (Y_{ss} - Y_{se}) \times Z_{se} \quad (3) \text{ معادله}$$

$$A_{ba} = (Y_{ba}/Y_{bb} \times Z_{ba}) - (Y_{se}/Y_{ss} \times Z_{se}) \quad (4) \text{ معادله}$$

$$A_{se} = (Y_{se}/Y_{ss} \times Z_{se}) - (Y_{ba}/Y_{bb} \times Z_{ba}) \quad (5) \text{ معادله}$$

در این معادله‌ها  $Y_{bb}$  و  $Y_{ss}$  به ترتیب عملکرد ریحان و کنجد در تک‌کشتی،  $Y_{ba}$  و  $Y_{se}$  عملکرد ریحان و کنجد در کشت مخلوط،  $Z_{ba}$  و  $Z_{se}$  نسبت

کنجد مشاهده شد و حداقل طول گل‌آذین به تک‌کشتی این گیاه و ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد به ترتیب با میانگین ۲۹/۸۶ و ۳۰/۳۹ سانتی‌متر تعلق داشت (جدول ۲). در این زمینه اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili et al., 2011) حداکثر ارتفاع بوته باقلا (*Vicia faba* L.) در مخلوط با جو (*Hordeum vulgare* L.) را در تیمارهای ۲۵٪ باقلا + ۷۵٪ جو و ۷۵٪ باقلا + ۲۵٪ جو گزارش نمودند. در این آزمایش حداکثر قطر ساقه ریحان به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار با میانگین ۱/۷۷ سانتی‌متر و حداقل قطر ساقه این گیاه با میانگین ۱/۱۶ سانتی‌متر به تیمار شاهد تعلق داشت (جدول ۲). همچنین، در بین تراکم‌های مختلف کاشت، ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد با میانگین ۱/۵۲ سانتی‌متر از حداکثر قطر ساقه و تک‌کشتی ریحان با میانگین ۱/۳۶ سانتی‌متر از حداقل قطر ساقه برخوردار بود (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود با کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار، وزن زیست‌توده ریحان در گستره‌ی عددی ۴۰/۲۷ الی ۵۲/۸۹ گرم در بوته بیش از حدود هفت درصد نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۳۷/۴۷ گرم در بوته افزایش یافت. البته حداکثر وزن زیست‌توده به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار تعلق داشت (جدول ۲). در این آزمایش وزن زیست‌توده ریحان در ترکیب‌های مختلف کاشت با کنجد (در گستره‌ی ۴۱/۶۸ الی ۴۴/۱۱ گرم در بوته) بیش از شش درصد نسبت به تک‌کشتی آن با میانگین ۳۹/۱۴ گرم در بوته افزایش نشان داد (جدول ۲).

با توجه به نتایج بدست آمده، عملکرد تک‌بوته ریحان در کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار (به ترتیب با میانگین ۶/۳۰ و ۸/۲۷ گرم در بوته) و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست

کاشت ریحان و کنجد در کشت مخلوط می‌باشد. در نهایت، پس از جمع‌آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS نسخه‌ی 9.1 (SAS Institute, 2004) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی به روش آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

## نتایج و بحث

### تأثیر کاربرد کودهای آلی بر رشد و عملکرد

#### ریحان در کشت مخلوط با کنجد

در این آزمایش تأثیر تیمارهای کود و تراکم کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک ریحان نظیر ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، قطر ساقه اصلی و وزن زیست‌توده از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به طوری که ارتفاع بوته ریحان در کاربرد ۴۰ تن ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار به ترتیب با میانگین ۷۷/۴۲ و ۸۱/۶۷ سانتی‌متر نسبت به تیمار کود شیمیایی با میانگین ۷۰/۷۴ سانتی‌متر بیش از حدود ۹ درصد افزایش نشان داد و ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد به ترتیب با میانگین ۷۳/۶۱ و ۷۵/۶۶ سانتی‌متر بیش از حدود چهار درصد ارتفاع گیاه ریحان را نسبت به تک‌کشتی آن با میانگین ۷۰/۸۳ سانتی‌متر افزایش دادند (جدول ۲). همچنین، کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده در هکتار از لحاظ طول گل‌آذین (در گستره‌ی عددی ۳۰/۶۷ الی ۴۱/۵۰ سانتی‌متر) نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۲۵/۹۱ سانتی‌متر برتری نشان دادند. در حالی که بین تیمار کود شیمیایی و گیاه شاهد از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در بین تراکم‌های مختلف کاشت، حداکثر طول گل‌آذین ریحان با میانگین ۳۳/۲۸ سانتی‌متر در ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪

دانه ارزن (*Pennisetum americanum* L.) در بین تراکم‌های مختلف کاشت با لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت تیمار کود آلی و شیمیایی، از کشت خالص این گیاه در مصرف کود دامی غنی شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک بدست آمد. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، شاخص برداشت ریحان در کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار (به ترتیب با میانگین ۱۴/۲۶ و ۱۵/۶۲ درصد) و ۴۰ تن ورمی کمپوست تلفیق شده در هکتار (با میانگین ۱۵/۲۴ درصد) بیش از ۱۲ درصد نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی (با میانگین ۱۱/۶۳ درصد) افزایش یافت. در این آزمایش تیمار ۲۰ تن ورمی کمپوست تلفیق شده در هکتار با میانگین ۱۲/۴۸ درصد) از حیث این ویژگی با تیمار کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۲). در بین ترکیب‌های مختلف کاشت، مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد با میانگین ۱۴/۳۵ درصد از حداکثر شاخص برداشت ریحان برخوردار بود و ترکیب‌های ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد از لحاظ شاخص برداشت ریحان در یک گروه آماری با تیمار تک‌کشتی قرار داشتند (جدول ۲).

#### تأثیر کاربرد کودهای آلی بر رشد و عملکرد

##### کنجد در کشت مخلوط با ریحان

همان‌طور که در جدول ۴ آمده است تأثیر کاربرد دو ساله کودهای آلی و شیمیایی و تراکم‌های مختلف کاشت دو گونه بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، قطر ساقه، وزن زیست‌توده، عملکرد تک‌بوته و شاخص برداشت کنجد در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود. از این‌رو، حداکثر ارتفاع بوته کنجد در تیمار ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار با میانگین ۱۳۵/۱۲ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین کاربرد ۲۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار (با میانگین ۱۲۵/۱۹ سانتی‌متر) و سطوح ۲۰ و

تلفیق شده در هکتار (با میانگین ۷/۲۹ گرم در بوته) بیش از حدود ۳۱ درصد نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۴/۳۶ گرم در بوته افزایش یافت. در این آزمایش، تیمار ۲۰ تن ورمی کمپوست تلفیق شده در هکتار با میانگین ۵/۰۱ گرم در بوته از حیث این ویژگی با تیمار کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار داشت (جدول ۲). بر اساس یافته‌ها (جدول ۱) منابع کودی ورمی کمپوست و لجن فاضلاب مورد استفاده در این آزمایش از لحاظ عناصر غذایی پرمصرف غنی‌می‌باشند، از این‌رو افزایش عملکرد گیاه در تیمار با این نوع کودهای آلی تا حدودی قابل پیش‌بینی است. در همین زمینه وارمن و ترمر (Warman and Termeer, 2005) اظهار داشتند که با وجود غنی‌بودن کودهای آلی از عناصر غذایی راندمان تولید و بهبود کیفیت گیاهان به عوامل متعددی نظیر نوع و منبع تهیه کمپوست و شرایط فیزیکوشیمیایی خاک ربط دارد. همچنین در بین تراکم‌های مختلف کاشت، حداکثر عملکرد تک‌بوته ریحان با میانگین ۶/۵۲ گرم به مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد تعلق داشت. از سوی دیگر، تک‌کشتی ریحان و ترکیب کاشت ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد به ترتیب با میانگین ۵/۲۲ و ۵/۴۳ گرم در بوته از حداقل عملکرد دانه برخوردار بودند (جدول ۲). در بررسی برهم‌کنش کود در تراکم کاشت مشخص گردید که ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد تحت تیمار ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار با میانگین ۹/۹۳ گرم در بوته موجب تولید حداکثر عملکرد دانه ریحان گردید. البته با توجه به نتایج به‌دست آمده، بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط در تیمارهای کود شیمیایی و عدم کاربرد کود از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). بنابر گزارش آیولا و ماکیند (Ayoola and Makinde, 2007) حداکثر وزن زیست‌توده و عملکرد

۴۰ تن ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده در هکتار (به‌ترتیب با میانگین ۱۲۰/۹۹ و ۱۲۹/۴۹ سانتی‌متر) موجب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۱۱۴/۹۵ سانتی‌متر گردیدند (جدول ۴). در بین تراکم‌های مختلف کاشت، ترکیب‌های کاشت ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان به‌ترتیب با میانگین ۱۲۴/۱۵ و ۱۲۷/۰۰ سانتی‌متر از حداکثر ارتفاع بوته گیاه برخوردار بودند و بین مخلوط ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ ریحان و تک‌کشتی کنجد از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). در همین راستا، جرن و همکاران (Geren *et al.*, 2008) اظهار داشتند که ارتفاع بوته ذرت در کشت خالص نسبت به ترکیب‌های مختلف مخلوط ذرت و ماش (*Vigna radiata* L.) کاهش نشان داد.

در این آزمایش حداکثر طول گل‌آذین گیاه کنجد به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار با میانگین ۱۰۵/۷۵ سانتی‌متر تعلق داشت. همچنین کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده در هکتار (به‌ترتیب با میانگین ۸۲/۳۰ و ۹۲/۷۷ سانتی‌متر) و سطح ۲۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار (با میانگین ۸۳/۶۰ سانتی‌متر) طول گل‌آذین گیاه را بیش از حدود ۱۲ درصد نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۷۲/۸۰ سانتی‌متر افزایش دادند و حداقل طول گل‌آذین کنجد با میانگین ۶۲/۸۷ سانتی‌متر در تیمار عدم کاربرد کود مشاهده شد. با توجه به جدول ۳، تک‌کشتی کنجد و ترکیب ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان به‌ترتیب با میانگین ۷۱/۳۲ و ۹۷/۱۹ سانتی‌متر از حداقل و حداکثر طول گل‌آذین کنجد برخوردار بودند.

در پژوهش حاضر، به موازات افزایش سطح مصرف کود آلی قطر ساقه کنجد نیز افزایش یافت و تیمار لجن فاضلاب از این حیث نسبت به ورمی‌کمپوست برتری نشان داد به‌طوری که حداکثر

قطر ساقه با میانگین ۲/۵۰ سانتی‌متر در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار مشاهده شد (جدول ۴). در این راستا پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al.*, 2010) با بررسی کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب بر عملکرد و خصوصیات موفولوژیک گیاه سویا (*Glycine max* L.) دریافتند که کاربرد یک‌ساله ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک موجب افزایش ۱۵ درصدی قطر ساقه سویا در مقایسه با تیمار فقط کود شیمیایی گردید. بنابر گزارش این محققان بین تیمار ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده و کود شیمیایی از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در بین تراکم‌های مختلف کاشت نیز حداقل قطر ساقه کنجد با میانگین ۲/۰۰ سانتی‌متر در تک‌کشتی این گیاه مشاهده شد و ترکیب‌های مختلف کشت از حیث این ویژگی (با میانگین بیش از ۲/۱۱ سانتی‌متر) در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۴). همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، حداکثر وزن زیست‌توده گیاه کنجد با میانگین ۱۱۴/۸۰ گرم در بوته به تیمار ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار تعلق داشت. البته وزن زیست‌توده کنجد در کاربرد سطوح ۲۰ و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۹۰/۲۷ و ۱۰۶/۲۲ گرم در بوته و ۲۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار با میانگین ۹۸/۹۴ گرم در بوته، بیش از حدود ۱۰ درصد نسبت به تیمار کود شیمیایی با میانگین ۸۰/۹۷ گرم در بوته افزایش یافت. در همین زمینه فرناندز و همکاران (Fernandez *et al.*, 2009) افزایش قابل توجه زیست‌توده گیاه جو در مصرف سه ساله ۲۰ و ۸۰ تن در هکتار لجن فاضلاب را نسبت به گیاه شاهد گزارش نمودند. بنابر نتایج این محققان، وزن زیست‌توده جو در کاربرد سطح ۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب بیش

در هکتار لجن فاضلاب را نسبت به تیمار شاهد گزارش نمودند.

## کارایی استفاده از زمین و شاخص‌های

### رقابتی

جدول ۶ حاکی از تأثیر کاملاً معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) تیمارهای کود، نسبت کاشت و برهمکنش کود و تراکم کاشت بر عملکرد اقتصادی و نسبت برابری زمین (LER) می‌باشد. به طوری که کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق‌شده در هکتار با میانگین عملکرد ۲۷۱۸/۲۴ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/14$  از حداکثر عملکرد اقتصادی و بالاترین کارایی استفاده از زمین برخوردار بود. البته کاربرد ۲۰ تن لجن فاضلاب (میانگین عملکرد ۲۰۶۹/۰۸ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/0.8$ ) و ۴۰ تن ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده در هکتار (میانگین عملکرد ۲۴۴۸/۵۳ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/1.0$ ) در مقایسه با کاربرد تیمار فقط کود شیمیایی (میانگین عملکرد ۱۸۶۶/۵۲ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/0.3$ ) برتری داشتند (جدول ۶). البته با توجه به جدول ۶، گیاه کنجد از LER جزئی بالاتری در کاربرد کودهای آلی تلفیق‌شده (گستره‌ی عددی ۰/۵۷ الی ۰/۶۴) نسبت به LER جزئی گیاه ریحان (گستره‌ی عددی ۰/۵۲ الی ۰/۵۹) برخوردار بود.

در بین ترکیب‌های مختلف کاشت نیز تک‌کشتی دو گونه زراعی ریحان و کنجد به ترتیب با میانگین ۱۰۴۴/۴۵ و ۲۷۳۰/۵۹ کیلوگرم در هکتار از حداقل و حداکثر عملکرد اقتصادی برخوردار بودند. در این آزمایش ترکیب‌های ۰/۷۵ ریحان + ۰/۲۵ کنجد (با میانگین عملکرد ۱۷۷۱/۰۶ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/1.2$ )، ۰/۵۰ ریحان + ۰/۵۰ کنجد (با میانگین عملکرد ۲۲۲۲/۳۹ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/1.5$ ) و ۰/۲۵ ریحان + ۰/۷۵ کنجد (با میانگین عملکرد ۲۴۷۶/۹۸ کیلوگرم در هکتار و  $LER = 1/0.9$ ) کارایی

از سطح ۸۰ تن در هکتار بوده است. در بین تراکم‌های مختلف کاشت، ترکیب ۰/۲۵ کنجد + ۰/۷۵ ریحان با میانگین ۱۰۱/۴۸ گرم در بوته از حداکثر وزن زیست‌توده گیاه کنجد برخوردار بود و بین تک‌کشتی کنجد و کشت مخلوط ۰/۷۵ کنجد + ۰/۲۵ ریحان به ترتیب با میانگین ۸۷/۹۰ و ۹۰/۵۳ گرم در بوته تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

با توجه به جدول ۵، حداکثر عملکرد تک‌بوته کنجد با میانگین ۴۵/۹۶ گرم در بوته به کشت مخلوط ۰/۲۵ کنجد + ۰/۷۵ ریحان تحت تیمار ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق‌شده تعلق داشت. البته عملکرد تک‌بوته کنجد با سهم ۲۵ درصد در کشت مخلوط تحت تیمارهای ۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق‌شده و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده بیش از حدود ۲۰ درصد نسبت به تیمار کود شیمیایی با میانگین ۲۷/۱۵ گرم در بوته افزایش یافت. در این زمینه موسوی و همکاران (Mousavi et al., 2012) با بررسی واکنش گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) به کاربرد چند ساله مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست دریافتند که کاربرد سه ساله ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست موجب افزایش ۳۲ درصدی عملکرد این گیاه در مقایسه با تیمار کود شیمیایی گردید.

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل کاربرد کود و ترکیب کاشت بر شاخص برداشت کنجد (جدول ۴)، افزایش قابل توجه شاخص برداشت این گیاه (بیش از ۳۵ درصد) در کشت مخلوط ۰/۲۵ کنجد + ۰/۷۵ ریحان تحت تیمارهای کودی ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب و ورمی‌کمپوست تلفیق‌شده مشاهده شد (جدول ۵). در این راستا سینگ و آگراوال (Singh and Agrawal, 2010) افزایش ۱۷ درصدی شاخص برداشت گیاه ماش در مصرف سطوح ۹۰ و ۱۲۰ تن

باقلا + ۷۵٪ جو از حداکثر ضریب ازدحام نسبی (به ترتیب  $K=1/36$  و  $K=2/06$ ) برخوردار بودند. همچنین آگنهو و همکاران (Agegnehu et al., 2006) با بررسی عملکرد و شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط افزایشی باقلا و جو با نسبت ۱۰۰ درصد جو و نسبت‌های متفاوت باقلا، دریافتند که ترکیب کشت ۳۷/۵٪ باقلا (میزان مطلوب باقلا) + ۱۰۰٪ جو از حداکثر عملکرد کل مخلوط و ضریب ازدحام نسبی ( $K=3/30$ ) برخوردار بود. نظر به اینکه ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیانگر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz et al., 2008)، از این‌رو دو گونه گیاهی مورد مطالعه در پژوهش حاضر واکنش متفاوتی به کاربرد کود و تراکم کاشت نشان دادند، به طوری که گیاه کنجد در کاربرد انواع و مقادیر مختلف کود آلی و تیمار شاهد با ضریب غالبیت مثبت (گستره‌ی عددی  $+0/04$  الی  $+0/15$ )، گونه غالب در مخلوط با ریحان محسوب می‌شود در حالی که گیاه ریحان در تیمار فقط کود شیمیایی ( $A=+0/02$ ) گونه غالب می‌باشد (جدول ۶). همچنین ضریب غالبیت مثبت کنجد به ترکیب‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان ( $A=+0/09$ ) و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان ( $A=+0/34$ ) تعلق داشت و گیاه ریحان در مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد ( $A=+0/18$ ) از ضریب غالبیت مثبت برخوردار بود (جدول ۶).

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، کنجد و ریحان هر کدام با کمترین سهم در مخلوط، تحت تیمار ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب تلفیق شده به ترتیب با میانگین  $A=+0/57$  و  $A=+0/30$  از حداکثر ضریب غالبیت برخوردار بودند. نکته قابل توجه اینکه در ترکیب کشت مخلوط ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد تحت تیمار کود شیمیایی ( $A=0/00$ ) هیچ‌یک از دو گونه بر دیگری غالب نبود (جدول ۷). در این زمینه ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2008) افزایش

استفاده از زمین را بیش از ۹ درصد نسبت به تک‌کشتی ریحان افزایش دادند (جدول ۶). در این راستا پورامیر و همکاران (Pouramir et al., 2010) اظهار داشتند که ترکیب‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ نخود ( $LER=1/41$ ) و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود ( $LER=1/31$ ) در کشت ردیفی از بیشترین و تیمار ۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ نخود در کشت درهم ( $LER=0/94$ ) از کمترین نسبت برابری زمین برخوردار بودند. در بررسی برهم‌کنش تیمار کودی و تراکم کاشت بر عملکرد اقتصادی و سودمندی کشت مخلوط مشخص گردید که بیشترین عملکرد و کارایی استفاده از زمین به ترکیب‌های کاشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد (با میانگین عملکرد  $3248/63$  کیلوگرم در هکتار و  $LER=1/24$ ) و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد (با میانگین عملکرد  $3097/47$  کیلوگرم در هکتار و  $LER=1/28$ ) در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار تعلق داشت (جدول ۷).

نتایج بررسی تأثیر کاربرد دو ساله نوع و مقدار کود آلی بر شاخص‌های رقابتی دو گونه در کشت مخلوط بیانگر آن است که کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب تلفیق شده در هکتار موجب حداکثر ضریب ازدحام نسبی گیاه ریحان ( $K=1/56$ ) و کنجد ( $K=2/03$ ) گردید (جدول ۶). در این آزمایش گیاه ریحان از ضریب ازدحام نسبی تقریباً یکسانی در بین ترکیب‌های مختلف کاشت (گستره‌ی عددی  $1/21$  الی  $1/33$ ) برخوردار بود و حداکثر ضریب ازدحام نسبی کنجد به ترکیب‌های ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان ( $K=1/60$ ) و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان ( $K=1/54$ ) تعلق داشت (جدول ۶). در این زمینه اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili et al., 2011) با بررسی عملکرد جو و باقلا در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی دو گونه دریافتند که جو و باقلا هر یک در ترکیب کشت ۲۵٪



تلفیق شده در هکتار، افزایش قابل توجه شاخص برداشت این گیاهان را نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی به همراه داشت. بیشترین عملکرد اقتصادی به کشت مخلوط با سهم ۲۵ درصد ریحان و ۷۵ درصد کنجد تحت کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب با افزایش ۲۹ درصدی کارایی استفاده از زمین نسبت به تک کشتی دو گونه تعلق داشت. برآورد شاخص های رقابتی دو گونه نیز بیانگر آن است که کنجد از ضرایب ازدحام نسبی و غالبیت بالاتری نسبت به ریحان برخوردار بود که این امر با توجه به تفاوت تیپ رشدی دو گونه گیاهی، زیست توده بالای کنجد و قرار گرفتن ریحان در سایه انداز این گیاه قابل توجیه می باشد.

نسبت رقابت و غالبیت ذرت در تیمار ۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ ماش را عامل عدم عملکرد ذرت دانستند و افت واقعی عملکرد در حداکثر سهم ذرت (۱۰۰٪ ذرت + ۵۰٪ ماش) را به دلیل کاهش نسبت رقابت و غالبیت گیاه مذکور گزارش نمودند. بنا بر گزارش اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili *et al.*, 2011) جو و باقلا هر یک با کمترین سهم خود در مخلوط از حداکثر ضریب غالبیت (به ترتیب  $A=+0/18$  و  $A=+0/54$ ) برخوردار بودند.

### نتیجه گیری کلی

در این پژوهش بهبود رشد رویشی و عملکرد تک بوته هر دو گونه گیاهی ریحان و کنجد در کاربرد دو ساله ۴۰ تن ورمی کمپوست و لجن فاضلاب

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک، لجن فاضلاب و ورمی کمپوست قبل از اجرای آزمایش

**Table 1-** Chemical characters of studied soil, sewage sludge and vermicompost before experiment performance

خصوصیات Characters	بافت texture	اسیدیته pH	نسبت کربن به نیتروژن C/N	پتاسیم K	نیتروژن N (درصد %)	فسفر P
خاک Soil	Silty-clay	7.53	10.95	0.27	0.23	0.14
لجن فاضلاب Sewage sludge	-	7.41	7.08	4.48	0.58	0.43
ورمی کمپوست Vermicompost	-	8.05	11.45	6.22	0.48	0.62

**جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی ریحان در کشت مخلوط با کنجد تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی**  
**Table 2- Mean comparison of some agronomic traits of basil intercropped with sesame under organic and chemical fertilizer applications**

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (سانتی‌متر cm)	طول گل آذین Inflorescences length (سانتی‌متر cm)	قطر ساقه Stem diameter	زیست توده Biomass (g.plant <sup>-1</sup> )	وزن دانه در گیاه Seed weight per plant (گرم در بوته g.plant <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت Harvest index (%)
<b>کاربرد کود</b>						
<b>Fertilizer application (F)</b>						
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 20 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	73.83bc	30.67c	1.44c	44.14c	6.30c	14.26a
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	71.15c	28.00d	1.35d	40.27d	5.01d	12.48b
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	81.67a	41.50a	1.77a	52.89a	8.27a	15.62a
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	77.42b	35.75b	1.55b	47.74b	7.29b	15.24a
کود شیمیایی chemical fertilizer	70.74c	25.91de	1.28a	37.47e	4.36d	11.63b
شاهد control	64.42d	25.56e	1.16f	29.23f	3.25e	11.06b
<b>نسبت اختلاط</b>						
<b>Proportion of intercropping (P)</b>						
تک کشتی ریحان sole cropping of basil	70.83c	29.86c	1.36c	39.14c	5.22c	13.18b
۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	72.33bc	30.39bc	1.45b	41.68b	5.43c	12.80b
۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	73.61a	31.38b	1.43b	42.95ab	5.79b	13.18b
۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	75.66a	33.28a	1.52a	44.11a	6.52a	14.35a
<b>S.O.V. منابع تغییر</b>			<b>F test</b>	<b>آزمون F</b>		
F	**	**	**	*	**	**
P	**	**	**	**	**	**
F×P	NS	NS	NS	NS	**	NS
CV (%) ضریب تغییرات (درصد)	4.70	7.16	7.32	5.73	6.95	9.41

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ 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 Duncan's ( $P < 0.05$ ) test.

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

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل کاربرد کود و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد بوته ریحان

**Table 3-** Interaction effects means comparison of fertilizer application and planting ratio on yield of basil plant

کاربرد کود Fertilizer application	نسبت اختلاط Proportion of intercropping	وزن دانه در گیاه Seed weight per plant (g.plant <sup>-1</sup> گرم در بوته)
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 20 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	5.70hi
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	5.86g-i
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	6.32f-h
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	7.27cd
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	4.76kl
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	4.73kl
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	5.00jk
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	5.53ij
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	7.02de
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	7.71c
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	8.39b
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	9.93a
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	6.50e-g
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	6.85d-f
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	7.40cd
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	8.38b
کود شیمیایی chemical fertilizer	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	4.12l
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	4.25l
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	4.35l
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	4.70kl
شاهد control	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	3.22m
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد 75 % basil + 25 % sesame	3.17m
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد 50 % basil + 50 % sesame	3.27m
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد 25 % basil + 75 % sesame	3.31m

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to Dancans ( $P < 0.05$ ) test

**جدول ۴- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی کنجد در کشت مخلوط با ریحان تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی**  
**Table 4- Mean comparison of some agronomic traits of sesame intercropped with basil under organic and chemical fertilizer applications**

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height	طول گل آذین Inflorescences length	قطر ساقه Stem diameter	زیست توده Biomass	وزن دانه در گیاه Seed weight per plant	شاخص برداشت Harvest index (%)
		سانتی‌متر cm			گرم در بوته g.plant <sup>-1</sup>	
<b>کاربرد کود</b>						
<b>Fertilizer application (F)</b>						
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 20 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	125.19c	83.60c	2.18c	98.94c	26.12c	26.31bc
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	120.99d	82.30c	2.04d	90.27d	23.28c	25.74bc
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	135.12a	105.75a	2.50a	114.80a	35.43a	30.71a
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	129.49b	92.77b	2.21b	106.22b	31.42b	29.60ab
کود شیمیایی chemical fertilizer	114.95e	72.80d	2.01e	80.97e	24.63c	30.48a
شاهد control	100.24f	62.87e	1.71f	75.15f	17.99d	23.94c
<b>نسبت اختلاط</b>						
<b>Proportion of intercropping (P)</b>						
تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	114.47b	71.32d	2.00b	87.90c	22.76c	25.97c
۷۵٪ کنجد+۲۵٪ ریحان 75 % sesame + 25 % basil	118.35b	78.48c	2.13a	90.53c	23.90c	26.37bc
۵۰٪ کنجد+۵۰٪ ریحان 50 % sesame + 50 % basil	124.15a	86.42b	2.11a	97.65b	27.38b	27.81b
۲۵٪ کنجد+۷۵٪ ریحان 25 % sesame + 75 % basil	127.00a	97.19a	2.18a	101.48a	31.88a	31.04a
<b>منابع تغییر</b>						
<b>S.O.V.</b>		<b>F test</b>		<b>آزمون F</b>		
F	*	**	**	**	**	*
P	**	**	**	**	**	*
F×P	NS	NS	NS	NS	**	**
CV (%) ضریب تغییرات (درصد)	6.14	6.17	5.59	4.92	6.56	8.68

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.  
 \* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ 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 Dancans ( $P<0.05$ ) test.

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

**جدول ۵-** مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کاربرد کود و روش‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد و شاخص برداشت بوته کنجد  
**Table 5-** Means comparison of fertilizer application into different combinations of intercropping on yield and harvest index of sesame plant

تیمارها Treatments	نسبت اختلاط Proportion of intercropping	وزن دانه در گیاه Seed weight per plant (گرم در بوته $g \cdot plant^{-1}$ )	شاخص برداشت Harvest index (%)
کاربرد کود Fertilizer application	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	22.00h-k	24.06j
	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	23.08h-j	25.01ij
	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	27.37e-f	26.61f-j
	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	31.93c	29.55c-h
	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	20.39j-k	24.66ij
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	21.07i-k	24.79ij
	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	24.11gh	25.15ij
	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	27.55e	28.22c-i
	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	27.54e	26.23g-i
	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	30.57cd	27.07e-j
۴۰ تن در هکتار لیجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	37.63b	31.74bc
	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	45.96a	37.79a
	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	25.97e-g	25.84h-j
	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	27.78de	27.35d-j
	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	32.64c	30.18c-g
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	39.28b	35.04ab
	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	23.30g-i	30.85c-e
	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	23.50g-i	30.41c-f
	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	24.57f-h	29.55c-h
	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	27.15ef	31.08b-d
کود شیمیایی chemical fertilizer	تنگ کشتی کنجد sole cropping of sesame	17.21m	24.14i
	۷۵٪ کنجد + ۲۵٪ زریحان 75 % sesame + 25 % basil	17.38m	23.57j
	۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ زریحان 50 % sesame + 50 % basil	17.98lm	23.64j
	۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ زریحان 25 % sesame + 75 % basil	19.30k-m	24.42ij
	شاهد control		

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to Dancans ( $P < 0.05$ ) test

**جدول ۶- مقایسه میانگین شاخص‌های رقابتی کنجد و ریحان در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی**  
**Table 6- Mean comparison of sesame and basil competitive indices in different combinations of intercropping under organic and chemical fertilizer applications**

Treatments تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )			ارزش LER عملکرد LER yield value			ضریب ازدحام نسبی K value		ضریب غالبیت A value	
	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame	ریحان Basil	کنجد Sesame
کاربرد کود Fertilizer application (F)										
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 20 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	753.80c	1832.54c	2069.08c	0.55abc	0.59b	1.08bc	1.27b	1.52b	-0.10c	0.10c
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	609.91d	1654.10c	1811.21d	0.52bc	0.57b	1.05cd	1.11b	1.37bc	-0.12d	0.12b
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	974.22a	2423.58a	2718.24a	0.59a	0.64a	1.14a	1.56b	2.03a	-0.15e	0.15a
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	872.19b	2188.47b	2448.53b	0.56ab	0.60b	1.10b	1.36ab	1.62b	-0.11cd	0.11bc
کود شیمیایی chemical fertilizer	533.04d	1800.11c	1866.52d	0.53bc	0.52c	1.03de	1.15b	1.12c	0.002a	-0.002e
شاهد Control	403.63e	1332.59d	1380.98e	0.50c	0.52c	1.01e	1.18b	1.10c	-0.04b	0.04d
نسبت اختلاط Proportion of intercropping (P)										
تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	1044.45a	-	1044.45e	-	-	1.00c	-	-	-	-
۷۵٪ ریحان+۲۵٪کنجد 75 % basil + 25% sesame	814.75b	956.31d	1771.06d	0.77a	0.34c	1.12ab	1.21a	1.60a	-0.34c	0.34a
۵۰٪ ریحان+۵۰٪کنجد 50 % basil + 50 % sesame	579.23c	1643.17c	2222.39c	0.54b	0.59b	1.15a	1.28a	1.54a	-0.09b	0.09b
۲۵٪ ریحان+۷۵٪کنجد 25 % basil + 75 % sesame	366.11d	2150.87b	2476.98b	0.31c	0.78a	1.09b	1.33a	1.24b	0.18a	-0.18c
تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	2730.59a	2730.59a	-	-	1.00c	-	-	-	-
S.O.V منابع تغییر				F test		آزمون F				
F	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**
P	**	**	**	*	**	**	NS	**	**	**
F×P	**	**	**	NS	NS	*	NS	NS	**	**
CV (%) ضریب تغییرات	7.81	4.04	4.30	11.89	5.14	5.05	26.78	15.73	20.83	20.83

\* میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ 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 Dancans ( $P < 0.05$ ) test.

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

**جدول ۷ - مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کاربرد کود و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر شاخص‌های رقابتی ریحان و کنجد**  
**Table 7- Means comparison of fertilizer application into different combinations of intercropping on sesame and basil competitive indices**

تیمارها Treatments	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha <sup>-1</sup> )	ارزش عملکرد LER yield value		ضریب غالبیت A value		
		ریحان Basil	کنجد Sesame	مجموع Total	ریحان Basil	کنجد Sesame
کاربرد کود Fertilizer application	نسبت اختلاط Proportion of intercropping					
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 20 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	1139.66c	-	1139.66p	1.00h	-
	75 % basil + 25 % sesame	879.70ef	957.82n	1837.52lm	1.13d-f	0.41c
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
	50 % basil + 50 % sesame	631.26i	1642.65j	2274.91hi	1.73a	-0.12fg
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 20 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	25 % basil + 75 % sesame	363.57kl	2077.20gh	2440.77fg	1.10e-g	0.23b
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	2652.50d	2652.50de	1.00h	-
	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	953.00de	-	953.00qr	1.00h	-
	75 % basil + 25 % sesame	710.55hi	826.72o	1537.27n	1.08f-h	-0.35i
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
	50 % basil + 50 % sesame	499.91j	1446.67kl	1946.59kl	1.11d-g	-0.13fg
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
	25 % basil + 75 % sesame	276.17l-n	1895.25i	2172.42ij	1.06f-h	0.12c
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب 40 Mg ha <sup>-1</sup> sewage sludge	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	2446.76e	2446.76fg	1.00h	-
	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	1404.16a	-	1404.17no	1.00h	-
	75 % basil + 25 % sesame	1156.43c	1378.97l	2535.40ef	1.24bc	-0.57l
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
	50 % basil + 50 % sesame	839.66f	2257.81f	3097.47b	1.28b	-0.17h
۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست 40 Mg ha <sup>-1</sup> vermicompost	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
	25 % basil + 75 % sesame	496.60j	2752.02cd	3248.63a	1.18c-e	0.30a
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	3305.53a	3205.53ab	1.00h	-
	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	1300.50b	-	1300.50o	1.00h	-
کود شیمیایی chemical fertilizer	75 % basil + 25 % sesame	1028.78d	1178.5m	2207.30h-j	1.17c-e	-0.44k
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
	50 % basil + 50 % sesame	740.38gh	1958.41hi	2698.80d	1.19cd	-0.11f
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
	25 % basil + 75 % sesame	419.10jk	2500.56e	2919.66c	1.14d-g	0.22b
شاهد control	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	3116.40b	3116.40ab	1.00h	-
	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	824.00fg	-	824.00r	1.00h	-
	75 % basil + 25 % sesame	637.50i	814.46o	1451.96n	1.06f-h	-0.13fg
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
شاهد control	50 % basil + 50 % sesame	435.33jk	1474.47kl	1909.81l	1.05f-h	0.00e
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
	25 % basil + 75 % sesame	235.33mn	2115.00g	2350.33gh	1.04gh	0.14c
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	2796.50c	2796.50cd	1.00h	-
شاهد control	تک‌کشتی ریحان sole cropping of basil	645.38i	-	645.38s	1.00h	-
	75 % basil + 25 % sesame	475.50j	581.40p	1056.91pq	1.01h	-0.14g
	۷۵٪ ریحان+۲۵٪ کنجد					
	50 % basil + 50 % sesame	327.79l	1078.98mn	1406.78no	1.04gh	-0.01e
	۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد					
شاهد control	25 % basil + 75 % sesame	165.86n	1564.17jk	1730.03m	1.01h	0.03d
	۲۵٪ ریحان+۷۵٪ کنجد					
	تک‌کشتی کنجد sole cropping of sesame	-	2065.80gh	2065.80jk	1.00h	-

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

\* Means in the same column of each factor followed by the same letters were not significantly different according to Dancans ( $P < 0.05$ ) test.

## References

## منابع مورد استفاده

- Agegnehu, G., A. Ghizam, and W. Sinebo. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*. 25: 202-207.
- Alizadeh, Y., A. Koocheki, and M. Nassiri Mahallati. 2010. Evaluation of radiation use efficiency of intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and herb sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*. 2(1): 94-104. (In Persian)
- Avis, T.J., V. Gravel, H. Antoun, and J. Tweddell. 2008. Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil Biology and Biochemistry*. 40(7): 1733-1740.
- Ayoola, O., and E.A. Mainde. 2007. Fertilizer treatment performance of cassava under two planting pattern in a cassava-based cropping system. *Journal of Research Agriculture and Biological Sciences*. 3(1): 13-20.
- Banik, P., A. Midya, B.K. Sarkar, and S.S. Ghose. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*. 24: 325-332.
- De Wit, C.T., and J.P. Vanden Bergh. 1965. Competition between herbage plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 13: 212-221.
- 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 Research*. 100: 249-256.
- EL-Desuki, M., M.M. Hafez, R.M. Asmaa, F.S. Abd El-AI. 2010. Effect of organic and biofertilizers on the plant growth, green pod yield, quality of pea. *Journal of American Sciences*. 2 (1): 87-92.
- Eslami Khalili, F., H. Pirdashti, A. Motaghian. 2011. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) yield in different density and mixture intercropping via competition indices. *Journal of Agroecology*. 94-105. (In Persian)
- Fernandez, J.O., C. Plaza, J.C. Garia-Gil, and A. Polp. 2009. Biochemical properties and barley yield in a semiarid Mediterranean soil amended with two kinds of sewage sludge. *Applied Soil Ecology*. 42: 18-24.
- Geren, H., R. Avcioglu, H. Soya, and B. Kir. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology*. 7 (22): 4100-4104.
- Iovieno, P., L. Morra, A., Leone, L. Pagano, A. Alfani. 2009. Effect of organic and mineral fertilizers on soil respiration and enzyme activities of two Mediterranean horticultural soils. *Biology and Fertility of Soils*. 45: 555-561.
- Jayasinghea, G.Y., Y. Tokashikib, I.D.L. Arachchib, and M. Arakakic. 2010. Sewage sludge sugarcane trash based compost and synthetic aggregates as peat substitutes in



containerized media for crop production. *Journal of Hazardous Materials*. 174: 700-706.

- Komilis. D.P., and I.S.A. Tziouvaras. 2009. Statistical analysis to assess the maturity and stability of six composts waste management. *Waste Management*. 29: 1504-1513.
- Malakooti, M. 1996. Sustainable Agriculture and Increasing Yield with Optimization of Fertilizer Application in Iran. *Agricultural Education Press*. 379 pp. (In Persian)
- Mousavi, M., M.A. Bahmanyar, and H. Pirdashti. 2011. The response of rice plant to perennial application of vermicompost alone and plus with different chemical fertilizer. *Electronic Journal of Crop Production*. 5(2): 19-35. (In Persian)
- 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.
- Pouramir, F., A. Koocheki, S.A. Nassiri Mahallati, and R. Ghorbani. 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)
- SAS Institute. 2004. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.
- Singh, R. P. and M. Agrawal. 2010. Effect of different sewage sludge application on growth and yield of *Vigna radiate* (L.) field crop: Metal uptake by plant. *Ecological Engineering*. 36: 969-972.
- Suthar, S. 2009. Vermicomposting of vegetable market solid waste using *Eisenia foetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. *Ecological Engineering*. 35: 914-920.
- Thorsted, M.D., J.E. Olesen, and J. Weiner. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crops Research*. 95: 280-290.
- Warman, P.R., and W.C. Termeer. 2005. Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn and B content of crops and soils. *Bioresource and Technology*. 96: 1029-1038.
- 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. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*. 32: 111-119.
- Zhang, G., Z. Yang, S. Dong. 2011. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. *Field Crops Research*. 124: 66-73.

## Response of Basil (*Ocimum basilicum* L.) to Type and Amount of Organic Fertilizer Applications in Intercropping with Sesame (*Sesamum indicum* L.)

Alaleh Mottaghian<sup>1\*</sup>, Hemmatollah Pirdashti<sup>2</sup>, Mohammad Ali Bahmanyar<sup>3</sup>, and Bahareh Motaghian<sup>4</sup>

Received: January 2014, Revised: 28 November 2015, Accepted: 16 February 2016

### Abstract

To investigate the effect of organic fertilizer applications on yield and competition indices of basil (*Ocimum basilicum* L.) in different combinations of intercropping with sesame (*Sesamum indicum* L.), an experiment was carried out in split plot based on randomized complete block design with three replicates in 2011. The main plots were six fertilizer treatments consisted of 20 and 40 Mg ha<sup>-1</sup> of vermicompost and sewage sludge plus 50% recommended chemical fertilizer, chemical fertilizer alone (100 kg ha<sup>-1</sup> of urea, triple super phosphate and potassium sulfate) and control (no fertilizer application). Subplots were different planting ratios (sole cropping of basil and sesame, 75% + 25%, 50% + 50%, 25% + 75% of basil+sesame). In this experiment, the 25% basil+75% sesame and 50% basil + 50% sesame under 40 Mg. ha<sup>-1</sup> of enriched sewage sludge application had the highest economical yield (up to 3097.47 kg ha<sup>-1</sup>) with a land equivalent ratio (up to 1.24). According to the aggressivity coefficient estimates of two plant species basil in combination of 25% basil + 75% sesame and sesame in 50% basil + 50% sesame and 75% basil + 25% sesame under organic fertilizer application would be dominant species competitive in ranges of 0.12 to 0.30 and 0.11 to 0.57, respectively.

**Key words:** Aggressivity value, Land equivalent ratio, Sewage sludge.

1- Ph.D. Student of Plant Physiology, Agricultural Faculty, Ilam University, Ilam, Iran.

2- Associate Professor, Agronomy Department, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

3- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

4- Msc. of Environmental Science.

\* Corresponding Author: Alaleh\_motaghi@yahoo.com