دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره دوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۴
http://arpe.gonbad.ac.ir

تأثیر کاربرد درازمدت کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و شاخص‌های رقابتی ریحان و کنجد در الگوهای مختلف کاشت

آلاله متقیان[1*]، همت‌اله پیردشتی[2]، محمد علی بهمنیار[3]، بهاره متقیان[4]

[1]دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی گیاهی، دانشکده زراعی، دانشگاه ایلام
[2]دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[3]استاد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[4]کارشناس ارشد محیط زیست

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی سودمندی کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و کنجد (*Sesamum indicum* L.) در کاربرد درازمدت کودهای آلی، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. کود در شش سطح شامل ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری غنی‌شده 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 نسبت‌های مختلف کاشت در پنج سطح شامل 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 در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل کود در ترکیب کاشت، ترکیب‌های کشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵ ٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان +۵۰ ٪ کنجد در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار از بیشترین عملکرد اقتصادی (بیش از ۴۰۹۰ کیلوگرم در هکتار) و نسبت برابری زمین (به‌ترتیب LER= ۱/۲۱ و LER= ۱/۲۹) برخوردار بودند. همچنین، حداکثر ضریب ازدحام نسبی ریحان و کنجد به‌ترتیب K= ۱/۶۸ و K= ۲/۰۷ به کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب غنی‌شده تعلق داشت. در بین ترکیب‌های مختلف کاشت، حداکثر ضریب ازدحام نسبی کنجد (K= ۱/۵۴) در ترکیب ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان مشاهده شد. حداکثر ضریب غالبیت ریحان (A=+۰/۲۷) و کنجد (A= +۰/۴۴) به‌ترتیب به کشت مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵ ٪ کنجد و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده

*نویسنده مسئول: alaleh_motaghi@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

در هکتار اختصاص داشت. در مجموع، کنجد و ریحان به‌ترتیب در الگوی کاشت ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان و ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد تحت تیمارهای مختلف کودی با برخورداری از ضریب غالبیت مثبت، گونه غالب بودند.

واژه‌های کلیدی: **ضریب ازدحام نسبی، ضریب غالبیت، کمپوست زباله شهری، لجن فاضلاب، نسبت برابری زمین**

مقدمه

کشاورزی پایدار با ارائه راهکارهای مدیریت تلفیقی در نظام کشاورزی می‌تواند در رفع نیاز غذایی جمعیت رو به رشد جهان امروز مؤثر باشد و از بروز مشکلات جدی اکولوژیکی و زیست محیطی بکاهد (Poggio, 2005; Walker and Ogindo, 2003). یکی از راه‌کارهای کشاورزی پایدار، ایجاد تنوع زیستی و انتخاب گونه‌های زراعی با فنولوژی و ویژگی‌های مورفولوژیک متفاوت در کنار یکدیگر به‌عنوان اجزای کشت مخلوط می‌باشد که موجب تولید پوشش گیاهی مناسب و بهبود کارایی و کیفیت نفوذ نور به جامعه گیاهی می‌گردد (Shili-Touzi *et al.*, 2010). همچنین، تفاوت حجم توسعه ریشه گونه‌های گیاهی به‌صورت مکمل عمل می‌کند و دامنه جذب وسیع‌تری را موجب می‌شود (Betencourt *et al.*, 2012; Ghosh *et al.*, 2009). از این‌رو، ایجاد تنوع نظام زراعی از طریق کشت مخلوط با هدف افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی موجود نظیر آب، نور، خاک و مواد غذایی، کاهش ریسک تولید و ثبات عملکرد را به همراه دارد (Woldeamlak *et al.*, 2008).

علاوه‌بر این، اجرای نظام کشت مخلوط از نقطه نظر کنترل انواع آفت و بیماری بسیار مورد توجه محققان علوم زراعی می‌باشد به‌طوری‌که عبدالمنعم و ابویثر (Abdel-Monaim and Abo-Eiyousr, 2012) کاهش بیماری مرگ گیاهچه (حدود ۶۰ درصد) و پوسیدگی ریشه (حدود ۱۷ درصد) عدس (*Lens culinaris* L.) در کشت مخلوط با زیره (*Cuminum cyminum* L.) را مشاهده کردند. علاوه‌بر این، ژو و همکاران (Xu *et al.*, 2008) افزایش کارایی مصرف آب را طی مطالعه چند ساله کشت مخلوط نوعی ارزن علوفه‌ای (*Pennisetum americanum* L.) و اسپرس (*Onobrychis viciaefolia* L. Scop.) گزارش نمودند و آن را به‌عنوان راه‌کاری مناسب جهت ثبات عملکرد در مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد کردند.

معمولاً تعیین نسبت برابری زمین[1] (LER) در ارزیابی مزیت نظام کشت مخلوط به تک‌کشتی بسیار مطرح می‌باشد و توانایی رقابت گونه‌ها در این نوع سیستم کشت اغلب با برآورد ضرایب ازدحام نسبی[2] و

1- Land Equivalent Ratio (LER)
2- Relative Crowding Coefficient (K)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

غالبیت[1] بررسی می‌گردد (Dhima *et al.*, 2007; Banik *et al.,* 2006). در این راستا، متقیان و همکاران (Mottaghian *et al.,* 2013) با بررسی سودمندی کشت مخلوط ریحان و کنجد، بالاتر بودن نسبت برابری زمین را در مخلوط دو گونه با سهم ۲۵ و ۵۰ درصد کنجد مشاهده کردند و گیاه کنجد را به‌دلیل برخورداری از ضریب ازدحام نسبی و غالبیت بالا به‌عنوان گونه غالب معرفی نمودند. همچنین، اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili *et al.*, 2011) با بررسی عملکرد جو و باقلا (*Vicia faba* L.) در تراکم و ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط از طریق شاخص‌های رقابتی دو گونه دریافتند که جو با کمترین سهم و باقلا با بیشترین سهم در مخلوط از حداکثر ضریب ازدحام نسبی برخوردار بودند.

پیشرفت تکنولوژی و گسترش شهرنشینی موجب تولید روزافزون ضایعات صنعتی و زباله‌های شهری شده است. در این بین مشکلات شدید زیست محیطی نظیر افزایش ریزموجودات بیماری‌زا، تجمع نیترات، عناصر سنگین و شوری منابع آب و خاک از عواقب رهاسازی فاضلاب‌های شهری و صنعتی می‌باشد (Singh and Agrawal, 2009). از این‌رو، بازیافت ضایعات آلی و تهیه کمپوست از این ضایعات راه‌کار مفیدی جهت دفع بهداشتی و مصرف مجدد این مواد در بخش کشاورزی محسوب می‌شود (Suthar, 2009). بنابر اظهار جایاسینگ و همکاران (Jayasinghe *et al.*, 2010) کاربرد لجن فاضلاب به‌میزان ۶۰ درصد وزنی بستر کشت کاهو (*Lactuca sativa* L.) موجب افزایش چگالی ظاهری (۲۱ درصد) و تخلخل (۲۳ درصد) خاک در مقایسه با بستر کشت فقط پیت گردید. با وجود کاهش میزان تخلخل (۲/۲ درصد) و ظرفیت نگهداری آب (۹/۶۰ درصد) در خاک تحت تیمار مذکور، وزن زیست‌توده و میزان غلظت برخی عناصر غذایی نظیر فسفر، پتاسیم و روی در گیاه افزایش یافت. با توجه به مطالب فوق، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر کاربرد درازمدت کودهای آلی بر عملکرد و شاخص‌های رقابتی ریحان و کنجد در کشت مخلوط و تعیین بهترین ترکیب کشت برای استفاده بهینه از منابع موجود با حداقل رقابت بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد چند ساله کودهای آلی و شیمیایی بر سودمندی کشت مخلوط کنجد و ریحان، در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری واقع در کیلومتر نه جاده دریا در سال زراعی ۱۳۸۹ انجام شد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریای آزاد ۲۵- متر، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی (GPSmap, GARMIN) و منطقه از نظر اقلیمی در زمره مناطق معتدل مرطوب قرار دارد. متوسط

1- Aggresivity (A)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

بارندگی سالانه ۶۰۰ میلی‌متر و درجه حرارت در طول دوره‌ی این پژوهش بین ۴ تا ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد نوسان داشت. برخی خصوصیات شیمیایی خاک و کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

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

خصوصیات	بافت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نسبت کربن به نیتروژن	پتاسیم	نیتروژن	فسفر
				غلظت کل (درصد)			
خاک	رسی-سیلتی	۷/۵۳	۱/۱۷	۱۰/۹۵	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۱۴
لجن فاضلاب	-	۷/۴۱	۲/۰۶	۷/۸	۴/۸۹	۰/۵۸	۰/۴۳
کمپوست‌زباله‌شهری	-	۷/۴۸	۱/۲۴	۱۱/۱۴	۸/۴۸	۱/۰۳	۰/۴۵

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در کرت‌های اصلی شش سطح تیمار کودی شامل کود شیمیایی (اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل هر کدام به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار)، ۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله جامد شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی، ۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله جامد شهری غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی و شاهد (عدم کاربرد کود) که به‌صورت متوالی طی چهار سال اعمال گردید. کرت فرعی نیز دربرگیرنده 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) بود.

عملیات آماده‌سازی زمین با شخم بهاره و سپس دیسک انجام شد. کاشت ریحان (بنفش) و کنجد (ناز، تک‌شاخه) در تاریخ ۲۶ خرداد به‌صورت هیرم‌کاری انجام شد. هر کرت آزمایشی به ابعاد ۴×۳ متر مربع شامل ۸ ردیف کاشت به طول ۳ متر بود. در هر کرت، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف کاشت ۱۵ سانتی‌متر بود و بین دو کرت ۲ خط به‌صورت نکاشت رها گردید. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد به‌صورت دستی در دو مرحله و آبیاری کرت‌ها با فاصله زمانی هفت روز به‌صورت نشتی انجام شد.

در پایان فصل رشد نیز در هر دو گونه گیاهی پارامترهایی نظیر ارتفاع بوته، طول گل آذین، قطر ساقه، وزن زیست‌توده، عملکرد تک‌بوته و شاخص برداشت با برداشت دو خط کاشت از سطح هر کرت با حذف اثر حاشیه‌ای تعیین گردیدند. به‌منظور ارزیابی عملکرد دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

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.

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

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).

$$K_{basil}= (Y_{ba} \times Z_{se})/(Y_{bb}-Y_{ba}) \times Z_{ba} \qquad \text{معادله (۲)}$$

$$K_{sesame}= (Y_{se} \times Z_{ba})/(Y_{ss}-Y_{se}) \times Z_{se} \qquad \text{معادله (۳)}$$

$$A_{basil}= (Y_{ba}/ Y_{bb} \times Z_{ba})-(Y_{se}/Y_{ss} \times Z_{se}) \qquad \text{معادله (۴)}$$

$$A_{sesame}= (Y_{se}/Y_{ss} \times Z_{se})-(Y_{ba}/Y_{bb} \times Z_{ba}) \qquad \text{معادله (۵)}$$

در این روابط 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 دیگر در کشت مخلوط شاخص بهره‌وری سیستم[1] یا استاندارد کردن عملکرد محصول دوم (se) نسبت به محصول اول (ba) طبق معادله ۶ و معرفی شده توسط ادو (Odo, 1991)، تعیین شد.

$$SPI= (Y_{ss}/Y_{bb})-(Y_{se}+Y_{ba}) \qquad \text{معادله (۶)}$$

در نهایت پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1 (SAS Institute, 2004) و مقایسه میانگین‌ها برای صفات مورد ارزیابی با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار[2] 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 بررسی خصوصیات رشدی گیاه ریحان در کشت مخلوط با کنجد تحت تیمار کودی مشخص گردید که کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار از حداکثر ارتفاع بوته برخوردار بود. طول گل‌آذین ریحان نیز تحت تیمار کودهای آلی غنی‌شده در گستره عددی ۲۸/۸۲ الی ۴۲/۲۷ سانتی‌متر بیش از هشت درصد نسبت به تیمار کود شیمیایی با میانگین ۲۶/۴۶ سانتی‌متر افزایش یافت

1- System Productivity Index (SPI)
2- Least Significant Difference

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

در حالی‌که بین تیمار کود شیمیایی و گیاه شاهد از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در بین ترکیب‌های مختلف کاشت نیز حداکثر ارتفاع بوته به کشت مخلوط ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد تعلق داشت که بیش از چهار درصد نسبت به تک‌کشتی ریحان با میانگین ۷۴/۱۵ سانتی‌متر افزایش نشان داد (جدول ۲). همچنین حداکثر و حداقل طول گل‌آذین ریحان به‌ترتیب در ترکیب کاشت ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد و تک‌کشتی این گیاه مشاهده شد (جدول ۲). در این آزمایش حداکثر قطر ساقه اصلی ریحان به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار تعلق داشت و کاربرد سایر کودهای آلی و کود شیمیایی در گستره‌ی عددی ۱/۳۴ الی ۱/۶۰ سانتی‌متر بیش از حدود ۱۴ درصد قطر ساقه این گیاه را نسبت به تیمار عدم کاربرد کود افزایش دادند (جدول ۲). همچنین تک‌کشتی ریحان و ترکیب ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد به‌ترتیب از حداقل و حداکثر قطر ساقه برخوردار بودند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد رقابت درون‌گونه‌ای شدیدتر در کشت خالص ریحان بر سر منابع محیطی نظیر نور خورشید مانع از رشد مطلوب گیاه گردید.

حداکثر وزن زیست‌توده ریحان به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار تعلق داشت و کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی‌شده در هکتار به‌ترتیب با میانگین ۴۴/۹۵ و ۶۱/۳۱ گرم در بوته و ۲۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار با میانگین ۵۷/۵۶ گرم در بوته موجب افزایش بیش از هفت درصدی وزن زیست‌توده ریحان نسبت به تیمار فقط کود شیمیایی با میانگین ۴۱/۵۵ گرم در بوته گردید (جدول ۲). در این راستا ال‌دسوکی و همکاران (EL-Desuki *et al.*, 2010) بهبود ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول غلاف و وزن زیست‌توده نخود (*Cicer arientinum* L.) را در کاربرد سطوح مختلف کمپوست گزارش نمودند. نتایج نشان داد که، وزن زیست‌توده ریحان در ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد و ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد بیش از حدود شش درصد نسبت به تک‌کشتی این گیاه افزایش داشت، درحالی‌که تفاوت آماری معنی‌داری بین ترکیب ۷۵٪ ریحان + ۲۵٪ کنجد و تک‌کشتی کنجد از حیث این ویژگی مشاهده نشد (جدول ۲).

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل کاربرد کود و ترکیب کشت بر عملکرد تک‌بوته، مخلوط ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد تحت تیمار ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار از حداکثر عملکرد بوته برخوردار بود و بین ترکیب‌های مختلف کشت در تیمار عدم کاربرد کود تفاوت آماری معنی‌داری از حیث این ویژگی مشاهده نشد (جدول ۴). در این زمینه آیولا و ماکیند (Ayoola and Makinde, 2007) با بررسی تأثیر مصرف کود دامی به‌صورت جداگانه و غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک بر سودمندی کشت مخلوط ارزن (*Pennisetum americanum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) دریافتند که، حداکثر وزن زیست‌توده و عملکرد دانه ارزن به تک‌کشتی این گیاه همراه با مصرف کود دامی غنی‌شده تعلق داشت.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

بیشترین شاخص برداشت ریحان به کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن کمپوست زباله شهری غنی‌شده و ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار (گستره عددی ۲۰/۶۵ الی ۲۲/۱۰ درصد) تعلق داشت و تیمار کود شیمیایی این شاخص را حدود ۳۴ درصد نسبت به گیاه شاهد افزایش داد. همچنین، تک‌کشتی ریحان و مخلوط ۲۵٪ ریحان+ ۷۵٪ کنجد به‌ترتیب از حداقل و حداکثر شاخص برداشت ریحان برخوردار بودند (جدول ۲). بنابر اظهار جهانی و همکاران (Jahani *et al.*, 2008) با وجودی که ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس از حیث عملکرد اقتصادی نسبت به کشت خالص برتری داشتند، شاخص برداشت زیره سبز در کشت خالص، حداکثر (۵۵ درصد) و در تیمارهای مختلف کشت مخلوط حداقل (حدود ۳۳ درصد) بود.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی ریحان در کشت مخلوط با کنجد تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی.

تیمارها	ارتفاع بوته	طول گل آذین	قطر ساقه	زیست‌توده	شاخص برداشت
	(سانتی‌متر)			(گرم در بوته)	(درصد)
کاربرد کود					
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۷۷/۸۵^{bc}	۳۱/۳۰^{c}	۱/۵۰^{c}	۵۷/۵۶^{c}	۱۹/۰۳^{b}
۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۷۵/۱۶^{c}	۲۸/۸۲^{d}	۱/۴۰^{d}	۴۴/۹۵^{d}	۲۰/۶۵a^{b}
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۸۵/۶۴^{a}	۴۲/۲۷^{a}	۱/۸۲^{a}	۶۹/۷۵^{a}	۲۰/۷۶^{ab}
۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۸۱/۴۲^{ab}	۳۶/۱۰^{b}	۱/۶۰^{b}	۶۱/۳۱^{b}	۲۲/۱۰^{a}
کود شیمیایی	۷۴/۱۵^{c}	۲۶/۴۶^{e}	۱/۳۴^{e}	۴۱/۵۵^{e}	۱۶/۸۸^{c}
عدم کاربرد کود	۶۴/۴۲^{d}	۲۵/۵۶^{e}	۱/۱۵^{f}	۲۹/۳۳^{f}	۱۱/۱۰^{d}
LSD (5%)	۴/۲۵	۲/۱۶	۰/۰۶	۲/۲۹	۲/۰۱
نسبت کاشت					
تک‌کشتی ریحان	۷۴/۱۵^{c}	۳۰/۳۸^{c}	۱/۴۰^{c}	۴۷/۸۶^{c}	۱۷/۷۵^{b}
۲۵:۷۵ ریحان- کنجد	۷۵/۶۵^{bc}	۳۰/۹۱^{bc}	۱/۴۴^{bc}	۴۹/۶۰^{bc}	۱۸/۱۰^{ab}
۵۰:۵۰ ریحان- کنجد	۷۶/۹۳^{ab}	۳۱/۹۱^{b}	۱/۴۷^{b}	۵۰/۷۴^{b}	۱۸/۴۸^{ab}
۷۵:۲۵ ریحان- کنجد	۷۹/۰۳^{a}	۳۳/۸۱^{a}	۱/۵۶^{a}	۵۴/۷۶^{a}	۱۹/۳۱^{a}
LSD (5%)	۲/۳۲	۱/۵۰	۰/۰۷	۱/۹۱	۰/۹۷
منبع تغییرات		آزمون F			
کاربرد کود	**	**	**	**	**
نسبت کاشت	**	**	**	**	*
کاربرد کود × نسبت کاشت	NS	NS	NS	NS	NS
ضریب تغییرات (درصد)	۴/۵۰	۶/۹۹	۷/۱۱	۵/۵۹	۷/۷۷

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

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

تأثیر کاربرد کودهای آلی بر رشد و عملکرد کنجد در کشت مخلوط با ریحان: تأثیر کاربرد چهار ساله تیمارهای کودی و ترکیب‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، قطر ساقه، وزن زیست‌توده وزن دانه در بوته و کنجد از لحاظ آماری معنی‌دار بود، به‌طوری‌که ارتفاع بوته و طول گل‌آذین کنجد در کاربرد مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب غنی‌شده به‌ترتیب بیش از حدود پنج و ده درصد نسبت به تیمار کود شیمیایی افزایش یافت (جدول ۳). در همین زمینه سینگ و آگراوال (Singh and Agrawal, 2010) اظهار داشتند که، کاربرد ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب موجب افزایش ارتفاع ماش (*Vigna radiate* L.) گردید. البته بنابر گزارش آن‌ها با افزایش سطح مصرف لجن فاضلاب کاهش جزئی در ارتفاع مشاهده شد که این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج، حداکثر ارتفاع بوته به ترکیب‌های کشت ۵۰٪ کنجد + ۵۰٪ ریحان و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان تعلق داشت و حداکثر طول گل‌آذین کنجد در ترکیب کاشت ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان مشاهده شد (جدول ۳). این مطلب مؤید کاهش رقابت درون‌گونه‌ای و بهبود رشد رویشی کنجد با افزایش نفوذ نور به پوشش گیاهی در کشت مخلوط با سهم ۲۵ درصد می‌باشد. در همین راستا، جرن و همکاران (Geren *et al.*, 2008) اظهار داشتند که، ارتفاع ذرت (*Zea mays* L.) در کشت خالص نسبت به ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و ماش کاهش نشان داد. آن‌ها حداکثر ارتفاع ذرت را در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط گزارش نمودند. درحالی‌که آگگن‌هو و همکاران (Agegnehu *et al.*, 2006) بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی جو و باقلا تفاوت آماری معنی‌داری از حیث ارتفاع جو مشاهده نکردند.

براساس یافته‌ها، بیشترین قطر ساقه کنجد در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار و حداقل قطر ساقه در تیمار شاهد مشاهده شد. سایر تیمارهای کود آلی و کود شیمیایی از حیث این ویژگی اثرات بینابینی نشان دادند (جدول ۳). به‌طور مشابهی، پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al.*, 2010) با بررسی کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله جامد شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و خصوصیات موفولوژیک سویا (*Glycine max* L.) دریافتند که، کاربرد یک‌ساله ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب غنی‌شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز خاک، موجب افزایش حدود ۱۵ درصدی قطر ساقه سویا در مقایسه با تیمار فقط کود شیمیایی گردید. بنابر گزارش آن‌ها بین تیمار ۴۰ تن در هکتار کمپوست غنی‌شده و کود شیمیایی از حیث این ویژگی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که، قطر ساقه کنجد در ترکیب‌های مختلف کاشت بیش از تیمار تک‌کشتی بود (جدول ۳).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی کنجد در کشت مخلوط با ریحان تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی

تیمارها	ارتفاع بوته	طول گل‌آذین	قطر ساقه	زیست‌توده
	(سانتی‌متر)			(گرم در بوته)
کاربرد کود				
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۱۳۶/۱۹^{c}	۹۲/۶۰^{c}	۲/۲۴^{c}	۱۰۶/۱۱^{c}
۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۱۳۱/۹۹^{d}	۹۱/۳۰^{c}	۲/۱۰^{d}	۹۷/۱۴^{d}
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۱۴۶/۱۲^{a}	۱۱۴/۷۵^{a}	۲/۵۴^{a}	۱۲۰/۰۹^{a}
۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۱۴۰/۴۹^{b}	۱۰۱/۷۶^{b}	۲/۲۸^{b}	۱۱۲/۰۵^{b}
کود شیمیایی	۱۲۵/۹۴^{e}	۸۱/۸۰^{d}	۲/۰۷^{e}	۸۹/۸۰^{e}
عدم کاربرد کود	۱۰۰/۲۵^{f}	۶۲/۸۸^{e}	۱/۷۱^{f}	۷۵/۱۵^{f}
LSD (5%)	۱/۴۲	۳/۰۲	۰/۱۴	۴/۰۳
نسبت کاشت				
تک‌کشتی کنجد	۱۲۳/۶۳^{b}	۷۸/۸۲^{d}	۲/۰۵^{b}	۹۳/۸۶^{d}
۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۱۲۷/۵۲^{b}	۸۵/۹۷^{c}	۲/۱۶^{a}	۹۶/۴۵^{c}
۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۱۳۳/۳۱^{a}	۹۳/۹۲^{b}	۲/۱۸^{a}	۱۰۲/۵۱^{b}
۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۱۳۶/۱۹^{a}	۱۰۴/۶۸^{a}	۲/۲۳^{a}	۱۰۷/۳۷^{a}
LSD (5%)	۵/۰۳	۳/۴۷	۰/۰۷	۲/۴۰
منبع تغییرات		آزمونF		
کاربرد کود	**	**	**	**
نسبت کاشت	**	**	**	**
کاربرد کود× نسبت کاشت	NS	NS	NS	NS
ضریب تغییرات (درصد)	۵/۷۰	۵/۶۶	۵/۴۶	۳/۵۵

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

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد کود و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد تک‌بوته ریحان و کنجد و شاخص برداشت کنجد درکشت مخلوط

تیمارها		وزن دانه در بوته ریحان (گرم در بوته)	وزن دانه در بوته کنجد (گرم در بوته)	شاخص برداشت کنجد (درصد)
کاربرد کود	نسبت کاشت			
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	تک‌کشتی کنجد	–	۲۷/۹۰$^{h-ı}$	۲۸/۴۹^{ı}
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۱۲/۴۴^{ef}	۲۹/۴۸$^{g-ı}$	۲۹/۱۷^{fi}
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۱۱/۰۶^{g}	۳۳/۸۱^{e}	۳۰/۹۹$^{d-g}$
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۱۰/۴۶^{gh}	۳۸/۵۳c	۳۲/۹۴^{cd}
	تک‌کشتی ریحان	۹/۸۱^{hi}	–	–
۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	تک‌کشتی کنجد	–	۲۶/۶۸^{jk}	۲۸/۶۸$^{g-ı}$
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۱۰/۳۰^{gh}	۲۷/۴۵^{ıj}	۲۹/۳۴$^{e-ı}$
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۹/۲۱^{ıj}	۳۱/۰۱$^{e-g}$	۳۱/۲۳$^{c-f}$
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۸/۸۹^{j}	۳۳/۸۱^{e}	۳۳/۰۶^{cd}
	تک‌کشتی ریحان	۸/۷۴^{j}	–	–
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	تک‌کشتی کنجد	–	۳۱/۵۸$^{e-g}$	۲۸/۳۲^{i}
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۱۷/۳۳^{a}	۳۶/۱۵^{d}	۳۱/۳۵$^{c-f}$
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۱۴/۶۹^{c}	۴۳/۷۰^{b}	۳۵/۴۵^{b}
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۱۳/۷۳^{d}	۴۹/۴۳^{a}	۳۷/۹۵^{a}
	تک‌کشتی ریحان	۱۲/۲۲^{ef}	–	–
۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	تک‌کشتی کنجد	–	۲۸/۶۶$^{h-j}$	۲۷/۶۶^{i}
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۱۵/۵۷^{b}	۳۱/۸۱^{ef}	۲۹/۳۳$^{e-i}$
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۱۳/۵۳^{d}	۳۸/۶۱^{c}	۳۳/۴۶^{bc}
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۱۳/۰۳^{de}	۴۲/۷۲^{b}	۳۵/۴۵^{b}
	تک‌کشتی ریحان	۱۲/۰۰^{f}	–	–
کود شیمیایی	تک‌کشتی کنجد	–	۲۴/۰۰^{l}	۲۸/۲۱^{ı}
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۷/۶۶^{k}	۲۴/۸۹^{kl}	۲۸/۶۳^{hı}
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۶/۹۶^{kl}	۲۸/۳۷$^{h-j}$	۳۰/۹۶$^{d-h}$
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۶/۷۷^{l}	۲۹/۹۵$^{p-h}$	۳۱/۵۹$^{c-e}$
	تک‌کشتی ریحان	۶/۶۴^{l}	–	–
عدم کاربرد کود	تک‌کشتی کنجد	–	۱۷/۲۱^{mn}	۲۴/۱۴^{j}
	۲۵:۷۵ کنجد-ریحان	۳/۳۱^{m}	۱۷/۳۸^{mn}	۲۳/۵۷^{j}
	۵۰:۵۰ کنجد-ریحان	۳/۷۲^{m}	۱۷/۹۸^{mn}	۲۳/۶۴^{j}
	۷۵:۲۵ کنجد-ریحان	۳/۱۷^{m}	۱۹/۳۸^{n}	۲۴/۴۲^{j}
	تک‌کشتی ریحان	۳/۲۲^{m}	–	–
LSD (5%)		۰/۸۲	۲/۱۴	۲/۳۵

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنـی‌دار براسـاس آزمـون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

کارایی استفاده از زمین و شاخص‌های رقابتی: در این آزمایش تأثیر برهمکنش نوع کود و ترکیب کاشت بر عملکرد اقتصادی و شاخص کارایی استفاده از زمین (LER) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است)، به‌طوری‌که ترکیب‌های کشت ۵۰٪ ریحان+۵۰٪ کنجد و ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار به‌ترتیب با میانگین تولید ۴۰۹۱ و ۴۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و افزایش بیش از ۲۱ درصدی کارایی استفاده از زمین در مقایسه با سایر ترکیب‌های کشت تحت کاربرد کود برتری نشان دادند (جدول ۵). در تیمارهای مذکور کنجد با میانگین LER=۰/۶۹ جزئی و LER=۰/۸۶ جزئی به‌ترتیب در کشت مخلوط با سهم ۵۰ و ۷۵ درصدی گیاه تحت کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار در افزایش این شاخص نقش پر رنگ‌تر از ریحان داشت (جدول ۵). در پژوهش مشابهی، امیر و همکاران (Pouramir *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. 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 کشت مخلوط ردیفی دو گیاه حاصل شد.

بیشترین شاخص بهره‌وری کشت مخلوط (SPI) به ترکیب‌های کاشت ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد و ۵۰٪ ریحان +۵۰٪ کنجد تحت تأثیر تیمار کودی ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار تعلق داشت (جدول ۵). بهبود راندمان بهره‌وری در نظام کشت مخلوط به‌دلیل کاهش رقابت برون‌گونه‌ای بر سر عوامل محدود کننده رشد می‌باشد (Tosti *et al.*, 2010; Wiley *et al.*, 1979). با وجود غنی‌بودن کودهای آلی مورد استفاده در این آزمایش از لحاظ عناصر غذایی (جدول ۱)، کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب در بهبود رشد هر دو گونه گیاهی و افزایش شاخص بهره‌وری کشت مخلوط نسبت به همین سطح مصرف از کمپوست زباله شهری برتری نشان داد. در همین راستا، آگگن‌هو 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 درصد باقلا (میزان مطلوب باقلا) + ۱۰۰٪ جو از حداکثر عملکرد کل مخلوط، ضریب ازدحام نسبی (K=۳/۳۰) و شاخص بهره‌وری سیستم (SPI=۲۹۴۰) برخوردار بود.

در بررسی تأثیر کاربرد درازمدت کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص‌های رقابتی دو گونه مشخص گردید که، حداکثر ضریب ازدحام نسبی ریحان به کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار (K=۱/۶۸) تعلق داشت و سایر تیمارهای کودی (در گستره عددی ۱/۱۲ تا ۱/۴۱) با تیمار شاهد (K=۱/۱۷) در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۶).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد کود و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد اقتصادی، کارایی استفاده از زمین و شاخص‌های رقابتی ریحان و کنجد در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی

تیمارها		عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)			ارزش LER عملکرد		ضریب غالبیت		شاخص بهره‌وری سیستم
کاربرد کود	نسبت کاشت	ریحان	کنجد	مجموع	کنجد	مجموع	ریحان	کنجد	
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	تک‌کشتی ریحان	۱۹۶۲^{b}	-	۱۹۶۲^{n}	-	۱/۰۰^{i}	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۱۵۶۹^{d}	۱۱۵۵^{mn}	۲۷۲۴^{jk}	۰/۳۴^{j}	۱/۱۴$^{d-g}$	-۰/۳۱^{o}	۰/۳۱^{c}	۳۵۴۰^{fg}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۱۱۰۶^{f}	۲۰۲۸^{i}	۳۱۳۵^{gh}	۰/۶۰^{g}	۱/۱۷$^{b-e}$	-۰/۰۸^{g}	۰/۰۸^{j}	۴۵۸۰^{de}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۶۲۲^{kl}	۲۶۵۳^{f}	۳۲۷۵۱$^{e-g}$	۰/۷۹^{d}	۱/۱۱$^{e-h}$	۰/۲۱^{b}	-۰/۲۱^{o}	۵۱۶۱^{bc}
	تک‌کشتی کنجد	-	۳۳۴۸^{bc}	۳۳۴۸^{ef}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-	-	
۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	تک‌کشتی ریحان	۱۷۴۸^{c}	-	۱۷۴۸^{op}	-	۱/۰۰i	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۱۳۳۴^{e}	۱۰۱۴^{op}	۲۳۴۸^{m}	۰/۳۲^{jk}	۱/۰۸$^{b-i}$	-۰/۲۶^{m}	۰/۲۶^{d}	۳۲۰۱^{gh}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۹۲۰^{gh}	۱۸۶۰^{j}	۲۷۸۱^{jk}	۰/۵۸^{g}	۱/۱۰$^{e-h}$	-۰/۱۱^{gh}	۰/۱۱^{ij}	۴۳۷۲^{e}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۵۱۵I^{m}	۲۴۷۱^{g}	۲۹۸۶^{hi}	۰/۷۷^{de}	۱/۰۶$^{g-i}$	۰/۱۵^{c}	-۰/۱۵^{n}	۵۰۹۱^{c}
	تک‌کشتی کنجد	-	۳۲۰۱^{d}	۳۲۰۱^{pg}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-	-	
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	تک‌کشتی ریحان	۲۴۴۴^{pq}	-	۲۴۴۴^{lm}	-	۱/۰۰^{i}	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۲۰۶۰^{b}	۱۴۸۲^{l}	۳۵۴۲^{cd}	۰/۳۹^{i}	۱/۲۳$^{a-c}$	-۰/۴۴^{p}	۰/۴۴^{a}	۴۳۶۴^{e}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۱۴۶۹^{d}	۲۶۲۲^{f}	۴۰۹۱^{a}	۰/۶۹^{f}	۱/۲۹^{a}	-۰/۱۸^{jk}	۰/۱۸I^{g}	۵۵۴۲^{ab}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۸۶۶^{hi}	۳۲۵۳^{cd}	۴۱۲۰^{a}	۰/۸۶^{b}	۱/۲۱$^{a-d}$	۰/۲۷^{a}	-۰/۲۷^{p}	۵۹۱۸^{a}
	تک‌کشتی کنجد	-	۳۷۸۹^{a}	۳۷۸۹^{b}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-	-	
۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	تک‌کشتی ریحان	۲۴۰۱^{a}	-	۲۴۰۱^{m}	-	۱/۰۰^{i}	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۱۹۵۵^{b}	۱۲۸۱^{m}	۳۲۳۷^{pg}	۰/۳۷^{j}	۱/۱۸$^{b-e}$	-۰/۴۰^{o}	۰/۴۰^{b}	۳۷۹۵^{f}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۱۳۵۲^{e}	۲۳۱۶^{h}	۳۶۶۹^{bc}	۰/۶۷^{f}	۱/۲۴^{ab}	-۰/۲۱^{kl}	۰/۲۱^{ef}	۴۶۸۳^{de}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۷۷۸^{ij}	۲۸۶۲^{e}	۳۶۴۱^{bc}	۰/۸۳^{c}	۱/۱۵$^{c-f}$	۰/۱۸^{bc}	-۰/۱۸^{no}	۴۸۹۲^{cd}
	تک‌کشتی کنجد	-	۳۴۳۸^{b}	۳۴۳۸^{de}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-	-	
کود شیمیایی	تک‌کشتی ریحان	۱۳۳۲^{e}	-	۱۳۳۲^{q}	-	۱/۰۰^{i}	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۱۰۱۵^{fg}	۸۹۸^{p}	۱۹۱۳^{no}	۰/۳۱^{k}	۱/۰۷$^{f-i}$	-۰/۲۳^{lm}	۰/۲۳^{de}	۲۹۶۲^{h}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۶۹۶^{jk}	۱۷۰۲^{k}	۲۳۹۹^{m}	۰/۵۹^{g}	۱/۱۰$^{e-h}$	-۰/۱۴^{hi}	۰/۱۴^{hi}	۴۳۸۸^{e}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۳۸۳^{no}	۲۲۴۰^{h}	۲۶۲۳^{kl}	۰/۷۸^{d}	۱/۰۶$^{e-i}$	۰/۱۱^{d}	-۰/۱۱^{m}	۵۲۵۰^{bc}
	تک‌کشتی کنجد	-	۲۸۸۰^{e}	۲۸۸۰^{ij}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-		
عدم کاربرد کود	تک‌کشتی ریحان	۶۴۵^{k}	-	۶۴۵^{g}	-	۱/۰۰^{i}	-	-	
	۲۵:۷۵ ریحان-کنجد	۴۷۵^{mn}	۵۸۱^{q}	۱۰۵۶^{r}	۰/۲۸^{l}	۱/۰۱^{i}	-۰/۱۵^{ij}	۰/۱۵^{gh}	۲۳۳۷^{i}
	۵۰:۵۰ ریحان-کنجد	۳۲۷^{op}	۱۰۷۸^{no}	۱۴۰۶^{q}	۰/۵۲^{h}	۱/۰۴^{hi}	-۰/۰۱^{f}	۰/۰۱^{k}	۳۷۸۴^{f}
	۷۵:۲۵ ریحان-کنجد	۱۶۵^{q}	۱۵۶۴^{l}	۱۷۳۰^{p}	۰/۷۵^{e}	۱/۰۱^{i}	۰/۰۳^{e}	-۰/۰۳^{l}	۵۱۷۸^{bc}
	تک‌کشتی کنجد	-	۲۰۶۵^{i}	۲۰۶۵^{n}	۱/۰۰^{a}	۱/۰۰^{i}	-	-	
LSD (5%)		۱۱۲/۴۰	۱۲۹/۴^{v}	۱۸۲/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۱	۴۰۴/۷۰

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

جدول ۶- مقایسه میانگین ارزش LER جزئی ریحان و ضریب ازدحام نسبی ریحان و کنجد در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط تحت کاربرد کودهای آلی و شیمیایی

تیمارها	ارزش LER جزئی	ضریب ازدحام نسبی	
	ریحان	ریحان	کنجد
کاربرد کود			
۲۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۰/۵۶^{ab}	۱/۳۳^{b}	۱/۴۷^{c}
۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۰/۵۳^{bc}	۱/۱۴^{b}	۱/۳۰^{d}
۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب	۰/۵۹ ^{a}	۱/۶۸^{a}	۲/۰۷^{a}
۴۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری	۰/۵۶^{ab}	۱/۴۱^{ab}	۱/۸۳^{b}
کود شیمیایی	۰/۵۲^{bc}	۱/۱۲^{b}	۱/۳۲^{d}
عدم کاربرد کود	۰/۵۰^{c}	۱/۱۷^{b}	۱/۱۰^{e}
LSD (5%)	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۱۴
نسبت کاشت			
تک‌کشتی ریحان	-	-	-
۲۵:۷۵ ریحان- کنجد	۰/۸۰^{a}	۱/۳۱^{a}	۱/۵۴^{a}
۵۰:۵۰ ریحان- کنجد	۰/۵۴^{b}	۱/۲۸^{a}	۱/۶۳^{a}
۷۵:۲۵ ریحان- کنجد	۰/۳۰^{c}	۱/۳۴^{a}	۱/۳۷^{b}
تک‌کشتی کنجد	-	-	-
LSD (5%)	۰/۰۳	۰/۲۶	۰/۰۹
منبع تغییرات		آزمونF	
کاربرد کود	**	*	**
نسبت کاشت	*	NS	**
کاربرد کود × نسبت کاشت	NS	NS	NS
ضریب تغییرات (درصد)	۸/۴۲	۲۸/۸۳	۸/۹۹

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

نتایج نشان داد که کنجد در کاربرد انواع کود آلی و شیمیایی از ضریب ازدحام نسبی بالاتری (در گستره‌ی عددی ۱/۳۰ تا ۲/۰۷) نسبت به ریحان برخوردار بود و حداکثر ضریب ازدحام نسبی کنجد نیز در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار (K=۲/۰۷) مشاهده شد. گیاه ریحان در ترکیب‌های مختلف کاشت با کنجد از ضریب ازدحام نسبی مشابهی (در گستره‌ی عددی ۱/۲۸ تا ۱/۳۴) برخوردار بود و حداکثر ضریب ازدحام نسبی کنجد به ترکیب‌های کاشت ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان (K=۱/۵۴) و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

۵۰٪ ریحان + ۵۰٪ کنجد (K=۱/۶۳) تعلق داشت (جدول ۶). از آن‌جا که ضریب غالبیت گونه با علامت مثبت بیانگر غالبیت آن گونه در ترکیب مخلوط می‌باشد (Yilmaz *et al.*, 2008)، ریحان با سهم ۲۵ درصدی در کشت مخلوط با کنجد تحت تیمارهای مختلف کودی گونه غالب نسبت به کنجد محسوب می‌شود و حداکثر ضریب غالبیت گیاه (A= +۰/۲۷) به کشت مخلوط ۲۵٪ ریحان + ۷۵٪ کنجد در کاربرد ۴۰ تن لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار اختصاص داشت (جدول ۶).

همچنین، کنجد با سهم ۲۵ و ۵۰ درصدی در ترکیب‌های کاشت تحت تیمار کودی از ضریب غالبیت مثبت برخوردار می‌باشد و بیشترین ضریب غالبیت گیاه به ترکیب ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ ریحان در کاربرد ۴۰ لجن فاضلاب غنی‌شده در هکتار (A= +۰/۴۴) تعلق داشت (جدول ۶). 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 افزایش عملکرد در حداکثر سهم ذرت (۱۰۰٪ ذرت + ۵۰٪ ماش) را به‌دلیل کاهش نسبت رقابت و غالبیت گیاه مذکور گزارش نمودند. همچنین، اسلامی خلیلی و همکاران (Eslami Khalili *et al.*, 2011) در 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 با کمترین سهم خود در مخلوط از حداکثر ضریب غالبیت (به‌ترتیب A= +۰/۱۸ و A= +۰/۵۴) برخوردار بودند. بنابر نتایج این تحقیق باقلا با دارا بودن توان رقابتی بالاتر از جو، گونه غالب در ترکیب‌های مختلف کاشت محسوب می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش بهبود رشد ریحان و کنجد در کاربرد درازمدت سطوح مختلف کودهای کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب غنی‌شده در مقایسه با کود شیمیایی بسیار مشهود بود. نتایج بیانگر آن است که، ترکیب‌های کشت با سهم ۵۰ و ۷۵ درصد کنجد در کاربرد ۴۰ تن در هکتار لجن فاضلاب غنی‌شده از حداکثر عملکرد اقتصادی و کارایی استفاده از زمین برخوردار بودند و در بین دو گونه گیاهی، سهم کنجد در افزایش کارایی استفاده از زمین به واسطه بالا بودن قدرت ازدحام نسبی بیش از ریحان بود. البته ریحان و کنجد با کمترین سهم خود در مخلوط از توانایی رقابت بالاتری برخوردار بودند که این امر بیانگر تأثیر کاهش رقابت درون‌گونه‌ای بر افزایش امکان بهره‌وری و کارایی بالاتر استفاده از منابع تغذیه‌ای، آب و نور خورشید می‌باشد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

منابع

Agegnehu G., Ghizam A., 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.

Alizadeh Y., Koocheki A., Nassiri Mahallati M. 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).

Ayoola O., Mainde E.A. 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., Midya A., Sarkar B.K., Ghose S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy, 24: 325-332.

Betencourt E., Duputel M., Colomb B., Desclaux D., Hinsinger P. 2012. Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in a low P soil. Soil Biology and Biochemistry, 46: 181-190.

De Wit C.T., Vanden Bergh J.P. 1965. Competition between herbage plants. Netherlands Journal of Agricultural Science, 13: 212-221.

Dhima K.V., Lithourgidis A.A., Vasilakoglou I.B., Dordas C.A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercropping in two seeding ratio. Field Crops Research, 100: 249-256.

EL-Desuki M., Hafez M.MAsmaa R.M., Abd El-AI F.S. 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., Pirdashti H., Mottaghian A. 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, Pp: 94-105. (In Persian).

Fernandez J.O., Plaza C., Garia- Gil J.C., Polp A. 2009. Biochemical properties and barley yield in a semiarid Mediterranean soil amended with two kinds of sewage sludge. Applied Soil Ecology, 42: 18-24.

Ghosh P.K., Tripathi, A.K., Bandyopadhyay K.K., Manna M.C. 2009. Assessment of nutrient competition and nutrient requirement in soybean/sorghum intercropping system. European Journal of Agronomy, 31: 43-50.

Geren H., Avcioglu R., Soya H. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. African Journal of Biotechnology, 7 (22): 4100-4104.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Jahani I., Koocheki A., Nasiri Mahallati M. 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum Cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Crops Research, 6 (1): 67-78. (In Persian).

Jayasinghea G.Y. Tokashikib Y. Arachchib I.D.L. Arakakic M. 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.

Mottaghian A., Pirdashti H., Akbarpour V., Sarajpour G., Yaghoubi Khanghahi M., Shariatnejad S. 2013. Evaluation of basil (*Ocimum basilicum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) yield in different intercropping mixture via competition indices. Journal of Agroecology, 5 (3): 243-254. (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.

Pirdashti H., Mottaghian A., Bahmanyar M.A. 2010. Effects of organic amendments application on grain yield, leaf chlorophyll content and some morphological characteristics in soybean cultivars. Journal of Plant Nutrition, 73: 436-442.

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.

Pouramir F., Koocheki A., Nassiri Mahallati S.A., 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).

Ray R.W., Macfadden M.E. 1991. Fertility and weed stress effects on performance of maize/soybean intercrop. Journal of Agronomy, 83: 717-721.

Ren L., Su S., Yang X., Xu Y., Huang Q., Shen Q. 2008. Intercropping with aerobic rice suppressed *Fuzarium* wilt in watermelon. Soil Biology and Biochemistry, 40: 834-844.

SAS Institute. 2004. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary. NC, USA.

Singh R.P., Agrawal M. 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.

Shili-Touzi I., De Tourdonnet S., Launay M., Dore T. 2010. Does intercropping winter wheat (*Triticum aestivum*) with red fescue (*Festuca rubra*) as a cover crop improve agronomic and environmental performance? A modeling approach. Field Crops Research, 116: 218-229.

Singh R.P., Agrawal M. 2009. Use of sewage sludge as fertilizer supplement for *Abelmoschus esculentus* plants: physiological, biochemical and growth responses. International Journal of Environmental and Waste Management, 3: 91-106.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

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.

Thobatsi T. 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in intercropping system. M.Sc Thesis, University of Pretoria, 149 p.

Tosti G., Guiducci M. 2010. Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. Europian Journal of Agronomy, 33:157-165.

Vafaiie Rostami S., Pirdashti H., Bahmanyar M.A., Mottaghian A. 2012a. Response of soybean (*Glycine max* L.) yield and nutrient uptake to three consecutive years application of municipal solid waste compost. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (8): 468-473.

Vafaiie Rostami S., Pirdashti H., Bahmanyar M.A., Mottaghian A. 2012b. Effect of different municipal solid waste compost application on yield and component yield of soybean (*Glycine max* L.). Agriculture and Engineering for Healthier Life. Valencia Conference Center, July 8-12, Valencia Spain, 1141 p.

Walker S., Ogindo H.O. 2003. The water budget of rainfed maize and bean intercrop. Physiology Chemistry Earth, 28: 919-926.

Wiley R.W. 1979. Intercropping: Its importance and research needs. Part 1. competition and yield. advantage. Field Crop, Abstract, 32: 1-410.

Woldeamlak A., Grando S., Maatougui M., Ceccarelli S. 2008. Hanfets, a barley and wheat mixture in Eritrea: Yield, stability and farmer preferences. Field Crops Research, 109: 50-56.

Xu B., Shan L., Zhang S., Deng X., Li F. 2008. Evaluation of switchgrass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. African Journal of Biotechnology, 7 (22): 4056-4067.

Yilmaz S., Atak M., 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.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]