

ارزیابی واکنش عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیکی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به منابع مختلف کود نیتروژن در شرایط کشت مخلوط با ذرت

سجاد کردی^{۱*}، جلیل شفق کلوانق^۲، سعید زهتاب سلماسی^۳ و ماشالله دانشور^۴

۱. دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲ و ۳. استادیار و استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۸)

چکیده

به منظور بررسی واکنش عملکرد و برخی از صفات فیزیولوژیکی گیاه ریحان به منابع کود نیتروژن در شرایط کشت مخلوط با ذرت علوفه‌ای، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه لرستان اجرا شد. عامل اول کاربرد کود در چهار سطح: بدون کاربرد کود، کود اوره، کود زیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود اوره + کود زیستی نیتروکسین، عامل دوم: الگوهای کشت مخلوط افزایشی شامل کشت خالص ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای ۲۵ درصد + ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰ درصد ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۷۵ درصد ریحان و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان و عامل سوم شامل شمار برداشت گیاه ریحان در سه سطح شامل چین اول، چین دوم و چین سوم بود. نتایج مقایسه میانگین مربوط به ریحان نشان داد، تیمار کود تلفیقی بیشترین وزن تر و خشک (۷۵۷۹/۲۵ و ۱۳۰۳/۸۳ کیلوگرم در هکتار)، ارتفاع بوته (۵۰/۶۲ سانتی‌متر)، سبزینه (کلروفیل) a (۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، سبزینه b (۰/۳۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و سبزینه کل (۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت، با این وجود از لحاظ صفات یادشده به جز صفت ارتفاع بوته با تیمار کود شیمیایی اوره (نیتروژن) اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، کشت خالص ریحان بیشترین مقادیر در همه صفات مورد بررسی را داشت. بیشترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۵۶۶) در هر دو سال زراعی مربوط به تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان به همراه کود زیستی بود.

واژه‌های کلیدی: ریحان، سبزینه، عملکرد تر، کشت مخلوط افزایشی، نیتروژن.

Response of yield and some physiological traits of sweet basil affected by different nitrogen sources under intercropping with corn

Sajad kordi^{1*}, Jalil Shafagh Kolvanagh², Saeid Zehtab Salmasi³ and Mashallah daneshvar⁴

1. PhD Student, Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

2 and 3. Assistant Professor and Professor Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

4. Assistant Professor Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran.

(Received: January 19, 2017 - Accepted: August 19, 2017)

ABSTRACT

In order to study response of yield and some physiological traits of sweet basil under nitrogen fertilizers (biological, chemical and integrated) in additive intercropping a field experiment was carried out in the Experimental Farm Faculty of Agriculture, Lorestan University during 2014-2015 growing seasons. The treatments were arranged in a factorial split-plot-in time experiment based on Randomized Complete Blocks Design with three replications. Experimental treatments were 100% chemical fertilizer (N), bio-fertilizer (nitroxin), integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer and control, different intercropping systems consisted of sole cropping sweet basil and the additive intercropping of corn + 25% sweet basil, corn + 50% sweet basil, corn + 75% sweet basil and corn + 100% sweet basil and three harvest. The results belong to sweet basil showed that integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer had the highest fresh and dry yield (7579.25 and 1303.83 kg ha⁻¹), plant height (50.62 cm), chlorophyll a (0.51 mg g⁻¹ FW), chlorophyll b (0.36 mg g⁻¹ FW) and total chlorophyll (0.87 mg g⁻¹ FW). However, integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer in terms of mentioned traits except for plant height had no significant difference with 100% chemical fertilizer treatment. Among different intercropping systems, sole cropping pattern in terms of all traits evaluated in this study had the highest amounts. The highest LER (1.566) belonged to corn + 100% sweet basil with bio-fertilizer.

Keywords: additive intercropping, chlorophyll, fresh yield, nitrogen, sweet basil.

* Corresponding author E-mail: sajad.kordi@gmail.com

مقدمه

در کشاورزی رایج^۱ یکی از ارکان مهم افزایش تولید دامی استفاده از جیره‌های غذایی غنی از دانه غلات همچون جو و ذرت و یا استفاده از گیاهان سیلویی و انواع کنسانتره‌ها در کنار مکمل‌های جانبی و مواد شیمیایی برای تحریک رشد و پیشگیری از بروز بیماری‌ها است. استفاده بی‌رویه از این ترکیب‌ها باعث بروز انواع بیماری‌های سوخت‌وسازی (متابولیکی) در دام‌های نشخوارکننده می‌شود که خود سبب بروز مشکلات فراوان در دام می‌شود (Semard, 2005). این مسئله موجب شده است که در دهه‌های اخیر توجه به تولید محصولات و فرآورده‌های ارگانیک و یا دست‌کم محصولاتی سالم‌تر و بدون بقایای مواد و داروهای شیمیایی روز به روز افزایش پیدا کند (Koocheki & Khajeh Hosseini, 2008). در بسیاری از استانداردهای کشاورزی ارگانیک در کشورهای مختلف تأکید شده است که دام در هنگام چرای آزاد در مراتع باید به گونه‌های دارویی همچون زیره سیاه^۲ و کاسنی^۳ و غیره دسترسی داشته باشد تا نیازهای دارویی خود را به صورت طبیعی دریافت کند (Smidt & Brimer, 2005). در این راستا دیدگاهی جدید تحت عنوان "علوفه دارو" مطرح شده است. شماری از گونه‌های گیاهی دارویی یک‌ساله و چندساله که به خودی خود و به دلایل گوناگونی همچون غیر خوش‌خوراکی و یا داشتن ترکیب‌های ضد تغذیه‌ای (همچون پروسیک اسید، کومارین و ترکیب‌های فنولی) ارزش علوفه‌ای بالایی ندارند، با اعمال مدیریت علمی و آگاهانه انسان با کشت مخلوط با گیاهان علوفه‌ای رایج می‌توانند علوفه‌ای با کمیت بالا و ارزش دارویی فراوان تولید کنند. علوفه دارو متضمن برتری‌های بوم‌شناختی (اکولوژیکی) و زیست‌محیطی فراوانی است. کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای و دارویی ضمن افزایش بهره‌وری از منابع تولید، می‌تواند در کاهش جمعیت علف‌های هرز و آفات و بیماری‌های گیاهی و افزایش مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده

اهمیت خاصی داشته باشد (Keshavarz Afshar, 2012). کشت سنتی گیاهان دارویی به‌منظور ایجاد تنوع و پایداری در نظام‌های کشاورزی از دیرباز در کشور ما متداول بوده است (Motaghian *et al.*, 2014). در این میان ریحان گیاهی اسانس‌دار از خانواده نعنائیان است که در سطح گسترده‌ای در ایران کشت می‌شود. ریحان کاربردهای گوناگونی دارد و به‌عنوان سبزی، ادویه و همچنین گیاه دارویی استفاده می‌شود، منشأ ریحان را ایران، هند و افغانستان می‌دانند (Omidbaigi, 2006). با پیدایش انقلاب سبز و تولید رقم‌های کود پذیر، کاربرد کودهای شیمیایی به‌سرعت افزایش یافت. آمارها نشان می‌دهند، کاربرد سالیانه کودهای شیمیایی در جهان به‌صورت چشمگیری در حال افزایش است (Roy *et al.*, 2006). از جمله پیامدهای استفاده از این نهادهای مصنوعی می‌توان به فرسایش، شور و اسیدی شدن خاک، زوال کمی و کیفی خاک‌های سطحی، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، از بین رفتن تنوع زیستی و کاهش فعالیت‌های زیستی (بیولوژیکی) خاک و درنهایت افزایش هزینه‌های تولید محصولات زراعی اشاره کرد. امروزه در کشاورزی پایدار به تأمین عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش حاصلخیزی خاک با به‌کارگیری موادی با منشأ طبیعی و کودهای زیستی تأکید می‌شود (Vessey, 2003). اگرچه کاربرد کودهای زیستی به علل مختلف در سال‌های گذشته کاهش یافته است، ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است، استفاده از آن‌ها به‌عنوان یک رکن اساسی در توسعه پایدار کشاورزی دوباره مطرح شده است (Alexandratos, 2003). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی افزون بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عنصرهای اصلی پرمصرف و کم‌مصرف (ریزمغذی) مورد نیاز گیاه، با ساخت (سنتز) و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف و انواع پادزی (آنتی‌بیوتیک) موجب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی شده که این مسئله سبب تولید

1. conventional agriculture

2. caraway

3. chicory

رقم مورد استفاده ذرت، SC 704 نام داشت و رقم ریحان مورد استفاده از نوع ریحان سبز بود که از مؤسسه پاکان بذر اصفهان فراهم شدند. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، در هر دو سال زراعی از عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری در شش نقطه به‌طور تصادفی نمونه‌هایی از خاک برداشت، با هم مخلوط و به یک نمونه تبدیل و ویژگی‌های آن به شرح جدول ۱ تعیین شد. کاربرد کودهای شیمیایی شامل N، P و K بنا بر نتایج آزمون خاک مشتمل بر ۱۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص، ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و ۵۰ کیلوگرم پتاس به ترتیب از منابع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم صورت گرفت. کودهای فسفوره و پتاس پیش از کاشت به‌طور یکنواخت در کل زمین محل آزمایش توزیع و کود نیتروژنه تنها در تیمارهای موردنظر استفاده شد. یک‌سوم نیتروژن کل در زمان کاشت و مابقی به‌صورت سرک در دو مرحله و در زمان رشد سریع ذرت (۵ تا ۸ برگی) و نزدیک به دو هفته پیش از گلدهی ذرت به‌کاربرده شد. عملیات تهیه بستر بذر، شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی بود. فاصله ردیف‌های کاشت برای هر دو گیاه ذرت علوفه‌ای و ریحان ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف در همه ترکیب‌های کشت برای ذرت علوفه‌ای ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور ایجاد کشت مخلوط افزایشی تراکم ذرت علوفه‌ای در واحد سطح ثابت (۱۰ بوته در مترمربع) و بذرهای ریحان به ترتیب در فاصله‌های ۱۰، ۵، ۳/۳۳ و ۲/۵ سانتی‌متر روی ردیف‌ها، برای ایجاد تراکم ۲۵درصد، ۵۰درصد، ۷۵درصد و ۱۰۰درصد ریحان نسبت به تراکم مطلوب، در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر کشت شد. بذرهای تیمارهای کشت خالص در یک‌طرف پشته کاشته شدند و در کشت مخلوط در یک‌طرف پشته، ذرت و در سوی دیگر آن ریحان کشت شد. برای اعمال تیمار کود زیستی، در زمان کاشت بذرهای را در مایه تلقیح خیس‌انده و پس از تلقیح، بذرهای تیمار شده در سایه و به دور از نور خورشید خشک کرده و بی‌درنگ پس از خشک شدن بذرهای تلقیح شده، اقدام به کشت شد. کشت بذرهای به‌صورت

مواد پرورده (اسیمیلات) بیشتر و انتقال آن‌ها به دیگر اندام‌ها می‌شود (Han & Lee, 2006). در رابطه با تأثیر کودهای نیتروژنی (زیستی، شیمیایی و تلفیقی) روی عملکرد و ویژگی‌های فیزیولوژیکی ریحان در نظام کشت مخلوط افزایشی با ذرت علوفه‌ای اطلاعات چندانی در دست نیست. از این‌رو، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی به‌منظور کاهش کاربرد کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاه ریحان با الگوهای مختلف کشت مخلوط این دو گیاه در راستای کشاورزی پایدار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به مدت دو سال در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا به‌صورت آزمایش فاکتوریل کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اول کاربرد کود در چهار سطح شامل: بدون کاربرد کود، کاربرد کود شیمیایی (اوره)، کاربرد کودزیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی (اوره) + کود زیستی نیتروکسین و عامل دوم الگوهای کشت مخلوط افزایشی در پنج سطح شامل کشت خالص ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای ۲۵ درصد ریحان+، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای+ ۵۰ درصد ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۷۵ درصد ریحان و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان و عامل سوم در سه سطح شامل چین اول، چین دوم و چین سوم بود. در این پژوهش ذرت به‌عنوان پایه علوفه‌ای و ریحان نیز به دلیل خواص دارویی از جمله خاصیت ضد نفخی برای جلوگیری از نفخ ایجادشده توسط علوفه، شیر افزایی و ضد اسپاسم و آرام‌بخش بودن افزون برافزایش کیفیت علوفه، برای تأمین علوفه دارو با تولید حجم بالای زیست‌توده برای افزایش عملکرد علوفه در کشت مخلوط با ذرت علوفه‌ای انتخاب شد.

که Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت مخلوط؛ Y_{aa} عملکرد گونه a در کشت خالص؛ Y_{ba} عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bb} عملکرد گونه b در کشت خالص هستند. داده‌ها و خطاهای آزمایشی از نظر توزیع نرمال و همچنین تیمارهای آزمایشی برای همسانی واریانس‌ها با استفاده از نرم‌افزار ver. 14 Minitab آزمون شدند. برای تجزیه واریانس آنوای داده‌ها از نرم‌افزار SAS ver. 9 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار Excel MSTATC انجام شد. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel و میله‌های خطای آزمایشی (Error Bars) بر پایه SD رسم شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها مشخص کرد، تأثیر تیمارهای سال‌های آزمایش، کشت مخلوط، کود و برداشت بر ارتفاع بوته ریحان معنی‌دار شد، همچنین اثر متقابل سال × کود و سال × برداشت نیز بر صفت مورد نظر معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین سال‌های آزمایش، سال دوم با میانگین ارتفاع ۴۷/۷۶ سانتی‌متر نسبت به سال اول با میانگین ۴۶/۳۹ سانتی‌متر برتری داشت. در بین ترکیب‌های مختلف کشت، کشت خالص ریحان با میانگین ۵۰/۶۸ سانتی‌متر بیشترین میزان ارتفاع بوته را به دست آورد. کمترین میزان ارتفاع بوته (۴۴/۲۵ سانتی‌متر) متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته‌های ریحان در کشت مخلوط با ذرت به دلیل افزایش رقابت دو گیاه برای جذب آب و عنصرهای غذایی ارتفاع گیاه ریحان در ترکیب کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان کاهش قابل توجهی نسبت به کشت خالص ریحان داشت. در نتایج پژوهشی دیگر گزارش شد، در هر دو رقم مورد ارزیابی ریحان، بیشترین ارتفاع بوته ریحان در کشت خالص به دست آمد و از لحاظ ارتفاع بوته نسبت به دیگر ترکیب‌های کشت

مستقیم در اوایل خردادماه سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شد. آبیاری مزرعه با در نظر گرفتن شرایط جوی و نیاز گیاه انجام و مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، عملکرد تر و خشک، سبزینه (کلروفیل) a، سبزینه b، سبزینه کل و کاروتنوئید بود. برداشت گیاه ریحان در سه چین و در مرحله اوایل گلدهی انجام شد، بدین صورت که در هر کرت، نمونه‌گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف اثر حاشیه‌ای انجام گرفت و اندام‌های هوایی از نزدیکی سطح زمین قطع و برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. برای تعیین ارتفاع بوته در هر چین پنج بوته به‌طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و اندازه‌گیری شد. سپس میانگین مشاهده‌ها برای صفت ارتفاع بوته برای تجزیه آماری استفاده شد. برای سنجش میزان سبزینه و کاروتنوئید از روش Lichtenthaler (1987) استفاده شد. در آغاز ۰/۱ گرم برگ وزن شد. برگ‌ها در هاون چینی با نیتروژن مایع خرد و با ۱۰ میلی‌لیتر استون خالص مخلوط گردید و عصاره به دست آمده در فالدکون ریخته شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دور ۴۰۰۰ سانتریفوژ شد. سپس با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفوتومتر) جذب محلول در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۶۲ و ۶۴۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. استون به‌عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری طیف‌سنج نوری استفاده شد. در نهایت میزان سبزینه a (Chla)، سبزینه b (Chlb)، سبزینه کل (Chla+b) و کاروتنوئید (Carotenoid) برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر به ترتیب از رابطه‌های زیر محاسبه شدند:

$$\begin{aligned} \text{Chla} &= (11.24 \times A_{662}) - (2.04 \times A_{645}) \\ \text{Chlb} &= (20.13 \times A_{645}) - (4.19 \times A_{662}) \\ \text{Chla+b} &= 7.05 \times A_{662} + 18.09 \times A_{645} \\ \text{Car} &= (1000 \times A_{470} - 1.90 \text{ Chla} - 63.14 \text{ Chlb}) / 214 \end{aligned}$$

برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از نسبت برابری زمین (LER) استفاده شد. شاخص یادشده با استفاده از رابطه زیر محاسبه و ارزیابی شد.

$$\text{LER} = \text{LER}_a + \text{LER}_b = \left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \right) + \left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \right) \quad \text{رابطه (1)}$$

نسبت برابری زمین (LER)

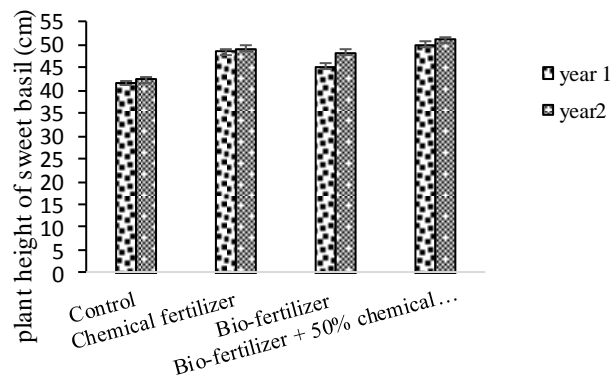
افزایش رشد رویشی و ارتفاع گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد محصول شود (Kandeel *et al.*, 2002). در بین برداشت‌های مورد بررسی، برداشت دوم با میانگین ۴۸/۶۵ سانتی‌متر بیشترین میزان ارتفاع بوته را به دست آورد، اما با این وجود اختلاف معناداری با برداشت سوم با میانگین ۴۸/۱۹ سانتی‌متر نداشت (جدول ۳). با توجه به یکسان بودن مرحله رشدی چین‌های برداشت‌شده، به نظر می‌رسد دلیل برتری برداشت‌های دوم و سوم نسبت به برداشت اول می‌تواند ناشی از فاصله گرفتن از اوج دمای هوا در چین‌های دوم و سوم و دیرتر به گل رفتن بوته‌ها و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته باشد. نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل تیمارهای سال \times کود نشان داد که سال دوم به همراه تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۱/۱۷ سانتی‌متر) را به دست آورد (شکل ۱). همچنین اثر متقابل سال \times برداشت نشان داد، سال دوم و برداشت دوم بیشترین میزان ارتفاع بوته (۴۹/۷۶ سانتی‌متر) را داشت (شکل ۲).

مخلوط اختلاف معنی‌داری وجود داشت (Salmasi, Maboudi Bilsavar & Zehtab, 2016). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره بیشترین میزان ارتفاع بوته (۵۰/۶۲ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد، هرچند بین این تیمار و تیمار کود شیمیایی نیتروژن، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیمار بدون کوددهی (شاهد) کمترین میزان ارتفاع بوته (۴۱/۹۸ سانتی‌متر) را داشت (جدول ۳). از آنجایی که کمبود عنصرهای غذایی یکی از عامل‌های اصلی در تعیین میزان ارتفاع گیاه است، به نظر می‌رسد که تیمار شاهد به علت کمبود مواد غذایی رشد کمتری نسبت به دیگر تیمارهای کودی داشت. Makkizadeh *et al.* (2012) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، در نتیجه کاربرد کودهای زیستی، ارتفاع ریحان افزایش یافت. در آزمایش‌هایی دیگر روی ریحان، کاربرد توأم کودهای نیتروژن آلی و کانی نسبت به کاربرد کودهای کانی به‌تنهایی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته شدند. به نظر می‌رسد که تأمین به‌هنگام و مناسب عنصرهای غذایی می‌تواند باعث

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

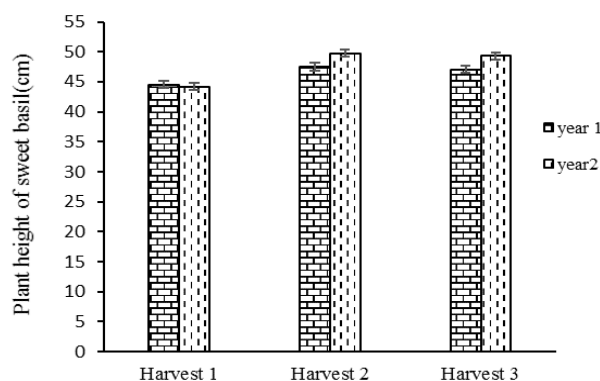
Table 1. Physical and chemical analysis of soil

	Depth of soil	Soil texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	pH	EC (dS.m ⁻¹)	Total N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Year 1	0-40 cm	clay loam	32.16	42	25.84	7.17	0.459	0.302	8	390
Year 2	0-40 cm	clay loam	31.52	41.5	26.98	7.36	0.536	0.285	6	356



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و منابع کود نیتروژن بر ارتفاع بوته ریحان

Figure 1. Mean comparison of interaction of year and nitrogen sources on plant height of sweet basil



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و برداشت بر ارتفاع بوته ریحان

Figure 2. Mean comparison of interaction of year and harvest on plant height of sweet basil

خورشید می‌تواند با کشت خالص صورت گیرد (Aiyer, 1963). در نتایج تحقیقی دیگر گزارش شد، در بین ترکیب‌های مختلف کشت، عملکرد تر و خشک ریحان در کشت خالص ریحان نسبت به دیگر ترکیب‌های کشت مخلوط ذرت و ریحان بیشتر بود (al., 2014). در شرایطی که دیگر منابع رشد عامل محدودکننده نباشند، انرژی خورشید عامل اصلی تعیین رشد و عملکرد محصولات زراعی است (Willey, 1990). به نظر می‌رسد کاهش عملکرد ریحان در حالت کشت مخلوط با ذرت می‌تواند به این دلیل باشد که ذرت در کشت مخلوط با گیاهانی که نسبت به آن ارتفاع کمتری دارند، گونه غالب بوده و عملکرد گیاه دوم را با سایه‌اندازی خود تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، عملکرد تر و خشک گیاه ریحان تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت و بیشترین میزان عملکرد تر و خشک (۷۵۷۹/۲۵ و ۱۳۰۳/۸۳ کیلوگرم در هکتار) به تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی اختصاص یافت، هرچند بین این تیمار و کاربرد کود شیمیایی اوره با میانگین عملکرد تر و خشک (۷۴۳۱/۶۱ و ۱۲۷۸/۶۲ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین تیمار کود زیستی نیز با عملکرد تر و خشک معادل (۶۱۴۴/۴۴ و ۱۰۵۷/۸۷ کیلوگرم در هکتار) نیز سبب افزایش ۲۸ درصدی عملکرد تر و خشک نسبت به عملکرد تر و خشک تیمار شاهد (۴۷۸۵/۶ و ۸۲۵/۰۲ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۳). نیتروژن به دلیل نقش مهمی

عملکرد تر و خشک

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد، عملکرد تر و خشک گیاه ریحان به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال-های مورد آزمایش، ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط و تیمارهای کودی قرار گرفت، همه اثر متقابل دو گانه، سه گانه و چهار گانه تیمارهای آزمایش به‌جز اثر متقابل سال × کود × برداشت بر صفات یادشده معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، به ترتیب عملکرد تر و خشک در سال دوم (۶۷۴۳/۸۱ و ۱۱۶۰/۶۴ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سال اول آزمایش (۶۲۲۶/۶۴ و ۱۰۷۲/۰۳ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود (جدول ۳)، به این صورت که دو سال زراعی اثر یکسانی بر صفات یادشده نداشتند و به‌عبارت‌دیگر تغییرپذیری در میزان این صفات در دو سال معنی‌دار بود، که علت آن را می‌توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی به‌ویژه در آغاز فصل رشد سال دوم نسبت داد که باعث سبز شدن یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه‌ها شد و با انجام نورساخت (فتوسنتز) مناسب شرایط مطلوب برای ایجاد یک زراعت خوب با عملکرد بالا را ایجاد کردند. در بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، کشت خالص ریحان به ترتیب با میانگین‌های ۱۱۴۷۹/۲۵ و ۱۹۸۹/۶۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد تر و خشک را به دست آورد.

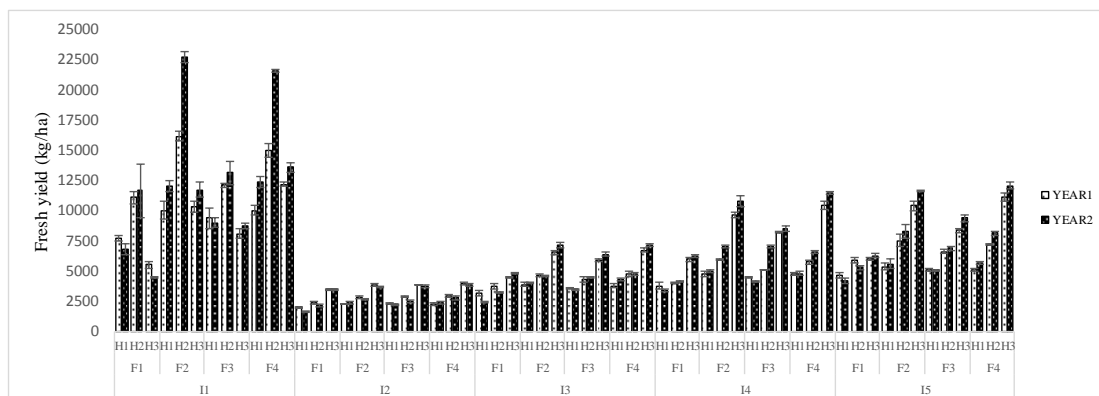
کمترین میزان عملکرد تر و خشک (۲۸۲۸/۴۲ و ۴۸۵/۳۶ کیلوگرم در هکتار) متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵ درصد ریحان بود (جدول ۳). بهترین کاربرد عنصرهای غذایی، رطوبت، فضا و انرژی

در اوایل چین سوم برداشت شد و گیاه ریحان در چین سوم برای جذب منابع خاک رقابتی با گیاه ذرت نداشت و از سویی با برداشت ذرت، سایه‌اندازی روی گیاه ریحان که می‌تواند یک عامل مؤثر بر میزان رشد آن باشد از میان برداشته شد.

Rezaei Moadab *et al.* (2014) در نتایج

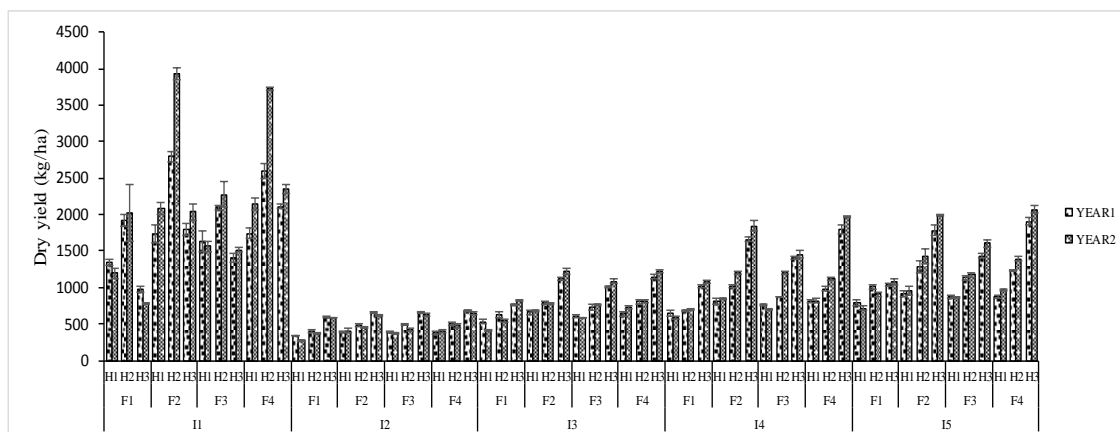
بررسی‌های خود گزارش کردند، در همه تیمارهای کودی مورد بررسی، میزان عملکرد خشک گیاه ریحان در چین دوم از چین اول بیشتر بود. با توجه به اینکه همه اثرهای متقابل دو گانه، سه گانه و چهار گانه تیمارهای آزمایش به جز اثر متقابل سال \times کود \times برداشت بر صفات یادشده معنی‌دار بود از بیان اثر دو گانه و سه گانه صرف‌نظر و بر اثر چهارگانه عمل‌ها تمرکز می‌شود. نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل چهارگانه سال \times کشت مخلوط \times کود \times برداشت نشان داد، در سال دوم و در کشت خالص ریحان به همراه تیمار کود شیمیایی اوره در برداشت دوم بیشترین میزان عملکرد تر و خشک (۲۲۷۵۲/۷ کیلوگرم در هکتار و ۳۹۲۱/۸۹ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (شکل ۳ و ۴).

که در افزایش رشد رویشی گیاه دارد، در نهایت باعث افزایش عملکرد شده و افزایش کاربرد نیتروژن با تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، منجر به افزایش نورساخت، مواد پرورده بیشتر و ماده خشک و عملکرد بالاتر شد. افزایش عملکرد ریحان در تیمار کود زیستی نیتروکسین نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به دلیل تأثیر باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن و همچنین ترشح مواد تنظیم‌کننده و تحریک‌کننده رشد توسط این باکتری‌ها نسبت داد (Fulchieri *et al.*, 1993; Zahir., 2000). در بین چین‌های برداشت، بیشترین عملکرد تر و خشک به ترتیب با مقادیر ۷۴۹۳/۴ و ۱۲۸۹/۱۹ کیلوگرم در هکتار به برداشت سوم اختصاص یافت (جدول ۳). از آنجا که همه چین‌های برداشت شده در مرحله رشدی یکسان برداشت شدند، لذا به نظر می‌رسد چین اول که در معرض دماهای بالاتر هوا قرار داشته (برداشت در تیرماه)، سریع‌تر وارد مرحله گلدهی شده است، از این رو با تولید بوته‌های با ارتفاع و شمار ساقه فرعی کمتر، و در نتیجه رشد رویشی کمتر، عملکرد زیست‌توده کمتری نسبت به چین دوم و سوم داشت، به نظر می‌رسد برتری چین سوم نسبت به چین دوم به این دلیل باشد که گیاه ذرت علوفه‌ای



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و منابع کود نیتروژن در چین‌های مختلف برداشت در دو سال زراعی بر عملکرد تر ریحان. I1 = کشت خالص ریحان، I2 = کشت مخلوط ذرت + ۲۵٪ ریحان، I3 = کشت مخلوط ذرت + ۵۰٪ ریحان، I4 = کشت مخلوط ذرت + ۷۵٪ ریحان، I5 = کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰٪ ریحان، F1 = شاهد (بدون کوددهی)، F2 = کود شیمیایی نیتروژن، F3 = کود زیستی، F4 = کود زیستی + شیمیایی و H1، H2 و H3 به ترتیب برداشت اول، دوم و سوم است.

Figure 3. Mean comparison of interaction of intercropping and nitrogen sources in different harvest during two growing seasons on fresh yield of sweet basil. I1, I2, I3, I4 and I5: sole cropping of sweet basil, the additive intercropping of corn + 25% sweet basil, corn + 50% sweet basil, corn + 75% sweet basil and corn + 100% sweet basil, respectively. F1: (control), F2: 100% chemical fertilizer (N), F3: bio-fertilizer (nitroxin), F4: integration of bio-fertilizer (nitroxin) + 50% chemical and H1: harvest 1, H2: harvest 2 and H3: harvest 3.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و منابع کود نیتروژن در چین‌های مختلف برداشت در دو سال زراعی بر عملکرد ماده خشک ریحان. I1 = کشت خالص ریحان، I2 = کشت مخلوط ذرت + ۲۵٪ ریحان، I3 = کشت مخلوط ذرت + ۵۰٪ ریحان، I4 = کشت مخلوط ذرت + ۷۵٪ ریحان، I5 = کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰٪ ریحان، F1 = شاهد (بدون کوددهی)، F2 = کود شیمیایی نیتروژن، F3 = کود زیستی، F4 = کود زیستی + شیمیایی و H1، H2، H3 به ترتیب برداشت اول، دوم و سوم است.

Figure 4. Mean comparison of interaction of intercropping and nitrogen sources in different harvest during two growing seasons on dry yield of sweet basil. I1, I2, I3, I4 and I5: sole cropping of sweet basil, the additive intercropping of corn + 25% sweet basil, corn + 50% sweet basil, corn + 75% sweet basil and corn + 100% sweet basil, respectively. F1: (control), F2: 100% chemical fertilizer (N), F3: bio-fertilizer (nitroxin), F4: integration of bio-fertilizer (nitroxin) + 50% chemical and H1: harvest 1, H2: harvest 2 and H3: harvest 3.

تواند ناشی از افزایش رقابت برای جذب منابع خاک از جمله عنصرهای غذایی و به‌ویژه عنصر نیتروژن باشد (Olowe & Adeyemo, 2009). در نتایج آزمایشی دیگر گزارش شد، میزان سبزینه a و b خلر در کشت مخلوط با جو به‌صورت معنی‌داری کمتر از میزان سبزینه a و b در کشت خالص خلر بود (Shobeiri *et al.*, 2015). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، همه صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی در این پژوهش تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند (جدول ۲) و بیشترین مقادیر سبزینه a (۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، سبزینه b (۰/۳۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و سبزینه کل (۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی و همچنین تیمار کود شیمیایی اختصاص یافت. با این وجود در بین تیمارهای مختلف کودی، تیمار کود شیمیایی کمترین میزان کاروتنوئید (۰/۱۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت. به نظر می‌رسد تأثیر سودمند تلقیح باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در افزایش میزان سبزینه ناشی از دسترسی بیشتر بافت‌ها و اندام-

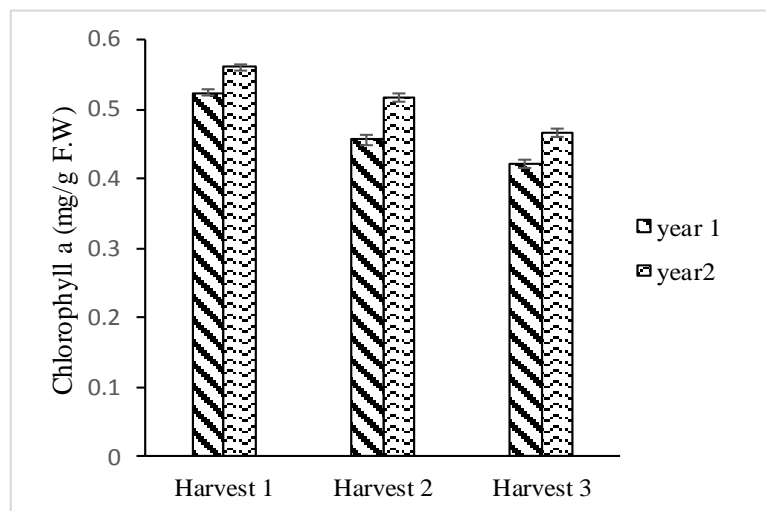
صفات فیزیولوژیکی ریحان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، سبزینه a، سبزینه کل و کاروتنوئید به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال‌های آزمایش شدند، اما از لحاظ سبزینه b بین سال‌های آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مشخص کرد که بیشترین مقادیر سبزینه a (۰/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، سبزینه کل (۰/۸۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کاروتنوئید (۰/۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به سال دوم آزمایش اختصاص یافت (جدول ۳). تأثیر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر صفات سبزینه a، سبزینه b و سبزینه کل معنی‌دار شد اما تأثیر معنی‌داری بر صفت کاروتنوئید نداشت (جدول ۲). در بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، کشت خالص ریحان بیشترین میزان سبزینه a (۰/۵۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، سبزینه b (۰/۳۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و سبزینه کل (۰/۸۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت (جدول ۳). کاهش معنی‌دار این صفات در ترکیب‌های کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می-

(جدول ۲). در بین چین‌های برداشت، برداشت اول بیشترین مقادیر سبزینه a (۰/۵۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، سبزینه b (۰/۳۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و سبزینه کل (۰/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت، اما بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در برداشت سوم به دست آمد (جدول ۳). در بین همه اثر متقابل تیمارهای آزمایش تنها اثر متقابل سال × برداشت بر سبزینه a معنی‌دار شد (جدول ۲) که بیشترین میزان سبزینه a (۰/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به تیمار سال دوم و برداشت اول اختصاص یافت (شکل ۵). هیچ‌کدام از اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر سبزینه b معنی‌دار نشد (جدول ۲). سبزینه کل تحت تأثیر اثر متقابل سال × برداشت و کود × برداشت قرار گرفت (جدول ۲) که بیشترین مقادیر سبزینه کل با میانگین‌های ۰/۹۳ و ۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به ترتیب به تیمارهای سال دوم و برداشت اول و کود شیمیایی و برداشت اول اختصاص یافت (شکل ۶ و ۷).

های در حال رشد به نیتروژن بیشتر توسط باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن است (Chandrasekhar *et al.*, 2005).

Singh *et al.* (2014) در نتایج پژوهشی تأثیر مثبت نیتروژن در دسترس گیاه را بر تشکیل کلروپلاست در فرایند رشد برگ و همچنین در افزایش محتوای سبزینه برگ گزارش کردند. حدود ۷۵ درصد نیتروژن برگ در کلروپلاست یافت می‌شود و بیشترین میزان آن به تنهایی در ساختار آنزیم ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز (روبیسکو) است. در شرایط کمبود نیتروژن نورساخت کمتر است که اغلب به دلیل کاهش میزان سبزینه و فعالیت روبیسکو نسبت داده شده است (Fredeen *et al.*, 1991). Evans & Terashima (1987) و Rahi (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کرد، کاربرد کود زیستی نیتروکسین سبزینه a، سبزینه b، کاروتنوئید و محتوای آنتوسیانین گیاهان را به‌طور خطی افزایش داد. همه صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی در این پژوهش تحت تأثیر چین‌های برداشت قرار گرفتند

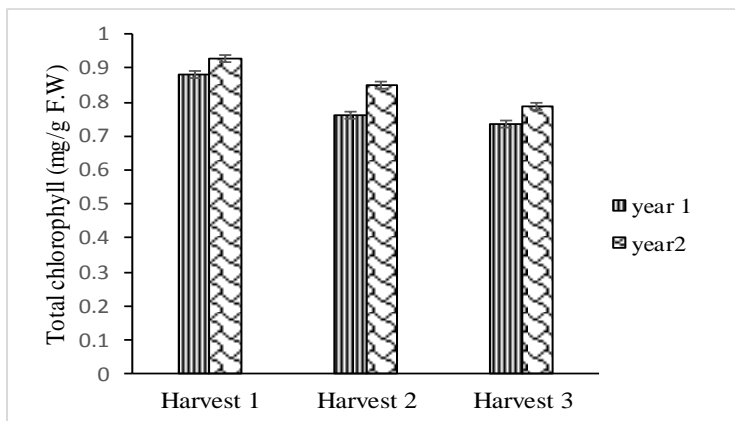


ریحان شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و چین‌های برداشت بر سبزینه

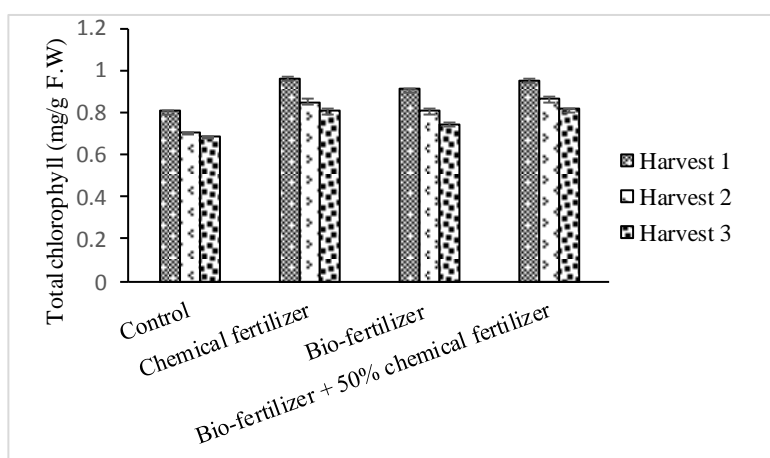
Figure 5. Mean comparison of interaction of year and harvest on chlorophyll a of sweet basil

داد، در سال دوم آزمایش کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان به همراه تیمار کود زیستی در برداشت سوم بیشترین میزان کاروتنوئید (۰/۱۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را داشت (شکل ۸).

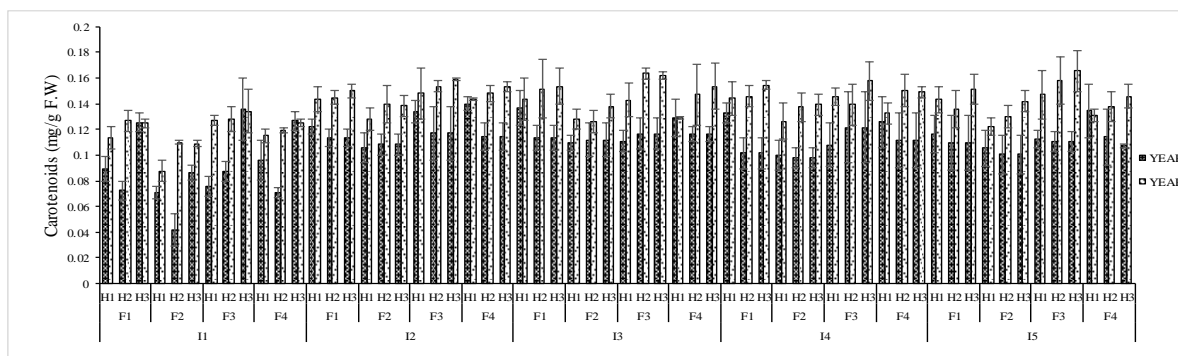
همه اثر متقابل دو گانه، سه گانه و چهار گانه تیمارهای آزمایش بر میزان کاروتنوئید معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل چهارگانه سال × کشت مخلوط × کود × برداشت نشان



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل سال و چین‌های برداشت بر سبزینه کل ریحان
Figure 6. Mean comparison of interaction of year and harvest on total chlorophyll of sweet basil



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل منابع کود نیتروژن و چین‌های برداشت بر سبزینه کل ریحان
Figure 7. Mean comparison of interaction of nitrogen sources and harvest on total chlorophyll of sweet basil



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و منابع کود نیتروژن در چین‌های مختلف برداشت در دو سال زراعی بر میزان کاروتنوئید ریحان. I1 = کشت خالص ریحان، I2 = کشت مخلوط ذرت + ۲۵٪ ریحان، I3 = کشت مخلوط ذرت + ۵۰٪ ریحان، I4 = کشت مخلوط ذرت + ۷۵٪ ریحان، I5 = کشت مخلوط ذرت + ۱۰۰٪ ریحان، F1 = شاهد (بدون کوددهی)، F2 = کود شیمیایی نیتروژن، F3 = کود زیستی، F4 = کود زیستی + شیمیایی و H1، H2 و H3 به ترتیب برداشت اول، دوم و سوم است.
Figure 8. Mean comparison of interaction of intercropping and nitrogen sources in different harvest during two growing seasons on carotenoid of sweet basil. I1, I2, I3, I4 and I5: sole cropping of sweet basil, the additive intercropping of corn + 25% sweet basil, corn + 50% sweet basil, corn + 75% sweet basil and corn + 100% sweet basil, respectively. F1: (control), F2: 100% chemical fertilizer (N), F3: bio-fertilizer (nitroxin), F4: integration of bio-fertilizer (nitroxin) + 50% chemical and H1: harvest 1, H2: harvest 2 and H3: harvest 3.

نسبت به تک‌کشتی است. در بررسی تیمارهای مختلف ذرت با ریحان مشخص شد که نسبت برابری زمین (LER) در سال اول بین ۱/۲۲۸ و ۱/۵۶۶ و در سال دوم بین ۱/۱۶۸ و ۱/۵۶۶ است، یعنی سودمندی استفاده از زمین در کشت مخلوط به ترتیب در سال اول ۲۲ و ۵۶ درصد و سال دوم ۱۶ و ۵۶ بیشتر از کشت خالص است. بررسی نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد، تیمارهای مخلوط همراه با کود زیستی LER بالاتری نسبت به دیگر تیمارها دارد که نشان‌دهنده کارایی بالای کودهای زیستی نسبت به کودهای شیمیایی است. (Ahmadi *et al.* 2010) همچنین در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، همه تیمارهای کشت مخلوط LER بالاتری را نسبت به کشت خالص این دو گونه داشتند.

نسبت برابری زمین (LER)

برای ارزیابی کشت مخلوط از نسبت برابری زمین استفاده شد. در هر دو سال آزمایش بیشترین میزان نسبت برابری زمین (LER) برابر با ۱/۵۶۶ بود که در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ درصد ریحان در نتیجه تیمار با کود زیستی به دست آمد. کمترین میزان نسبت برابری زمین (LER) در سال اول برابر با ۱/۲۲۸ بود که در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵ درصد ریحان در نتیجه تیمار با کود شیمیایی و در سال دوم آزمایش در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵ درصد ریحان در نتیجه تیمار با کود تلفیقی به دست آمد (جدول ۴). در همه نسبت‌های کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک است که نشان‌دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ریحان تحت تأثیر تیمارهای کودی و کشت مخلوط

Table 2. Analysis of variance of sweet basil under the influence of fertilizers and intercropping

S.O.V	df	Plant						
		height	Fresh yield	Dry yield	Chl a	Chl b	Total chlorophyll	Carotenoids
Year	1	169.50*	24071962.09**	706647.79**	0.20**	0.017 ^{ns}	0.33**	0.03*
Error 1	4	8.22	342455	9972.74	0.006	0.0037	0.0076	0.0027
Intercropping (A)	4	443.69**	758627888**	22960318.46**	0.026**	0.0046*	0.05**	0.0006 ^{ns}
Fertilizer (B)	3	1257.9**	152921554**	4493278.17**	0.072**	0.14**	0.4**	0.01**
A × B	12	14.39 ^{ns}	20957026**	615313.94**	0.0017 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0036 ^{ns}	0.0013 ^{ns}
Year × A	4	2.66 ^{ns}	8959813**	263671.77**	0.0017 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.0032 ^{ns}	0.01**
Year × B	3	27.34*	8476156**	249013.19**	0.0009 ^{ns}	0.0010 ^{ns}	0.0026 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
Year × A × B	12	4.58 ^{ns}	2864236**	84189.65**	0.0005 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0009 ^{ns}	0.0010 ^{ns}
Error 2	76	8.85	350042	10324.37	0.0014	0.0015	0.0020	0.0009
Harvest (C)	2	657.11**	215617544**	6335981.62**	0.29**	0.08**	0.65**	0.02**
A × C	8	3.42 ^{ns}	92354829**	2713153.97**	0.0013 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.02**
B × C	6	1.24 ^{ns}	10471764**	306920.12**	0.0004 ^{ns}	0.0042 ^{ns}	0.0040*	0.0009*
A × B × C	24	3.77 ^{ns}	3188350**	93778.62**	0.0003 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.0007*
Year × C	2	66.22**	4969485**	145152.78**	0.0043**	0.0040 ^{ns}	0.016**	0.01**
Year × A × C	8	7.32 ^{ns}	4212104**	123587.64**	0.0002 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.02**
Year × B × C	6	2.1 ^{ns}	513489 ^{ns}	14980.39 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	0.0013 ^{ns}	0.0034 ^{ns}	0.0009*
Year × A × B × C	24	1.72 ^{ns}	628636**	18477.79**	0.0005 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.0011 ^{ns}	0.0009**
Error 3	160	6.93	321172	9410.3	0.0008	0.0020	0.0019	0.0004
C.V (%)	-	5.59	8.74	8.69	5.64	13.5	5.25	15.35

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و ^{ns} بدون معنی‌داری را نشان می‌دهد.

and ^{ns} show significant difference at probability of %5, %1 and no significant difference, respectively. **, *

جدول ۳. تأثیر منابع مختلف کود نیتروژن بر برخی از صفات گیاه ریحان در شرایط کشت مخلوط در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴
 Table 3. The effect of different sources of nitrogen on some measured parameters of sweet basil under different intercropping systems during 2014-2015 growing seasons

Treatment	Chl						
	plant height (cm)	fresh yield (kg/ha)	dry yield (kg/ha)	a (mg/g F.W)	Chl b (mg/g F.W)	Total chlorophyll (mg/g F.W)	Carotenoids (mg/g FW)
Year 1	46.39 ^b	6226.64 ^b	1072.03 ^b	0.47 ^b	0.32 ^a	0.79 ^b	0.12 ^b
Year 2	47.76 ^a	6743.81 ^a	1160.64 ^a	0.51 ^a	0.34 ^a	0.85 ^a	0.14 ^a
11479.25							
Sole cropping	50.68 ^a	^a	1989.64 ^a	0.52 ^a	0.35 ^a	0.87 ^a	0.13 ^a
Corn + 25% sweet basil	47.77 ^b	2828.42 ^e	485.36 ^e	0.48 ^b	0.33 ^{ab}	0.82 ^b	0.13 ^a
Corn + 50% sweet basil	47.37 ^b	4650.62 ^d	797.4 ^d	0.48 ^b	0.33 ^b	0.82 ^b	0.13 ^a
Corn + 75% sweet basil	45.30 ^c	6319.22 ^c	1083.5 ^c	0.48 ^b	0.33 ^b	0.81 ^b	0.13 ^a
Corn + 100% sweet basil	44.25 ^d	7148.62 ^b	1225.77 ^b	0.48 ^b	0.32 ^b	0.8 ^b	0.13 ^a
Control	41.98 ^d	4785.60 ^c	825.02 ^c	0.45 ^c	0.27 ^c	0.73 ^c	0.13 ^a
Chemical fertilizer (N)	48.90 ^b	7431.61 ^a	1278.62 ^a	0.51 ^a	0.36 ^a	0.87 ^a	0.11 ^b
Bio-fertilizer	46.79 ^c	6144.44 ^b	1057.87 ^b	0.48 ^b	0.33 ^b	0.82 ^b	0.14 ^a
Bio-fertilizer + chemical fertilizer	50.62 ^a	7579.25 ^a	1303.83 ^a	0.51 ^a	0.36 ^a	0.87 ^a	0.13 ^a
Harvest 1	44.38 ^b	4964.03 ^c	855.58 ^c	0.54 ^a	0.36 ^a	0.9 ^a	0.12 ^b
Harvest 2	48.65 ^a	6998.24 ^b	1204.24 ^b	0.49 ^b	0.32 ^b	0.8 ^b	0.12 ^b
Harvest 3	48.19 ^a	7493.4 ^a	1289.19 ^a	0.44 ^c	0.32 ^b	0.76 ^c	0.15 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند، بر پایه آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

The means in each column having the same letter are not significantly different at 5% Level of probability based on Duncan test.

جدول ۴. ارزیابی نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ذرت و ریحان نسبت به کشت‌های خالص در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۴
 Table 4. Evaluation of LER in intercropping corn and sweet basil compared to sole cropping during 2014-2015 growing seasons

Treatment	LER of first year	LER of second year
Corn + 25% sweet basil+C	1.289	1.296
Corn + 25% sweet basil+N	1.228	1.177
Corn + 25% sweet basil+B	1.317	1.239
Corn + 25% sweet basil+I	1.256	1.168
Corn + 50% sweet basil+C	1.383	1.381
Corn + 50% sweet basil+N	1.346	1.333
Corn + 50% sweet basil+B	1.469	1.416
Corn + 50% sweet basil+I	1.384	1.337
Corn + 75% sweet basil+C	1.460	1.526
Corn + 75% sweet basil+N	1.453	1.432
Corn + 75% sweet basil+B	1.551	1.547
Corn + 75% sweet basil+I	1.498	1.462
Corn + 100% sweet basil+C	1.546	1.522
Corn + 100% sweet basil+N	1.510	1.478
Corn + 100% sweet basil+B	1.566	1.566
Corn + 100% sweet basil+I	1.522	1.487

C: شاهد (بدون کوددهی)، N: کود شیمیایی، B: کود زیستی، I: تلفیقی زیستی+کود شیمیایی

C: Control, N: Chemical fertilizer, B: Bio-fertilizer, I: Bio-fertilizer + chemical fertilizer

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره + کود زیستی نیتروکسین را به‌عنوان راهکاری به‌منظور کاهش کاربرد کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار بیان کرد. همچنین نتایج این پژوهش مشخص کرد، عملکرد زیست‌توده گیاه ریحان در کشت خالص

از نتایج کاربردی این تحقیق برای کشاورزان می‌توان به این نکته اشاره کرد، با توجه به برتری تیمار تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی نیتروکسین در بیشتر صفات مورد بررسی در این پژوهش، می‌توان

افزایش یابد، هدف‌های کشت مخلوط که یکی از مهم‌ترین آن‌ها، عملکرد اقتصادی هر دو گیاه است بیشتر محقق می‌شود.

ریحان برتری محسوسی نسبت به دیگر ترکیب‌های کشت مخلوط داشت، با این وجود، به نظر می‌رسد به دلیل حجم رویشی به نسبت پایین گیاه ریحان، هر چه تراکم گیاه ریحان در کشت مخلوط افزایشی با ذرت

REFERENCES

- Ahmadi, A., Dabagh mohammadi Nasab, A., Zehtab Salmasi, S., Amini, R. & Janmohammadi, H. (2010). Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 20, 77-87. (In Farsi).
- Aiyer, A. K. (1963). *Principles of Crop Husbandry in India*, Bangalore Press, 406 p.
- Alexandratos, N. (2003). World agriculture: towards 2015-30. In Proceeding of *Congress on Global food Security and Role of Sustainable Fertilization*. Rome, Italy.
- Bagheri, M., Zaefarian, F., Bicharanlou, B. & Ghanizadeh, H. (2014). A Study of Intercropping of Maize with Sweet Basil and Borage. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 47, 13-28.
- Chaichi, M. R. & Keshavarz Afshar, R. (2012). *Medicinal forage and role it in sustainable agriculture*. (In Farsi)
- Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. & Jayabalan, N. (2005). Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. *Journal of Agricultural Technology*, 1, 223-234.
- Evans, J. R. & Terashima, I. (1987). Effects of nitrogen nutrition on electron transport components and photosynthesis in spinach. *Australian Journal of Plant Physiology*, 14, 281-292.
- Fredeen, A. L., Gamon, J. A. & Field, C. B. (1991). Responses of photosynthesis and carbohydrate partitioning to limitations in nitrogen and water availability in field grown sunflower. *Plant Cell And Environment*, 14, 963-970.
- Fulchieri, M., Lucangeli, C. & Bottini, R. (1993). Inoculation with *Azospirillum* affects growth and gibbereline status of corn seedling roots. *Plant Cell Physiology*, 34, 1305-1309.
- Han, H. S. & Lee, K. D. (2006). Effect of inoculation with phosphate and potassium co-insolubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environment*, 52, 130-136.
11. Kandeel, A. M., Naglaa, S. A. T. & Sadek, A. A. (2002). Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annals of Agricultural Sciences*, 1, 351-371.
- Koocheki, A. & Khajeh Hosseini, M. (2008). *Modern Agronomy*, Jehade Daneshgahi Mashhad Publications. (In Farsi).
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. In: *Method in Enzymol.* (eds. S.P. Colowick and N.O. Kaplan) *Academic press*. New York, 48, 350-382.
- Mabudi Bilasvar, H & Zehtab Salmasi, S. (2016). Essential oil yield and some morphological characteristics of sweet basil cultivars affected by different intercropping patterns with corn. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 4(2), 9-12.
- Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. & Khavazi, K. (2012). The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal Of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(1), 1-12. (In Farsi).
- McGuirk, S. M. & Semard, S. D. (2005). Toxicologic emergencies in cattle. *Veterinary clinics of north america. Food Animal Practice*, 21, 729-749.
- Motaghian, A., Pirdashti, H., Akbarpour, V., Serajpour, G., Yaghobi Khanghahi, M. & Shariatnezhad, S. (2014). Evaluation of yield Basil (*Ocimum basilicum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) in different intercropping combinations by competitive indices. *Journal of Agroecology*, 5(3), 243-254. (In Farsi).
- Olowe V. I. O. & Adeyemo, A. Y. (2009). Enhanced crop productivity and compatibility through intercropping of sesame and sunflower varieties. *Annals of Applied Biology*, 155, 285-291.
- Omidbaigi, R. (2006). *Production and processing of medicinal plants* (4th ed.). Astan Ghods Razavi Press. 397 P. (In Farsi).
- Rahi, A.R. 2013. Effect of nitroxin biofertilizer on morphological and physiological traits of *Amaranthus retroflexus*. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4 (1): 899-905.

21. Rezaei Moadab, A. R., Nabavi Kalat, S. M. & Sadrabadi Haghghi, R. (2014). The effect of vermicompost and biological and chemical fertilizers on growth yield and essence of basil (*Ocimum basilicum* L.) in the Mashhad weather conditions. *Journal of Ecology Agriculture*, 5(4), 350-362. (In Farsi).
22. Roy, R. N., Finck, A., Blair, G. J. & Tandon, H. L. S. (2006). Plant Nutrition for Food Security. A Guide for Integrated Nutrient Management,” In: *FAO, Ed, Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16*. Food and Agricultural Organization of United Nations, Rome, Italy, pp 348.
23. Shobeiri, S., Habibi, D., Kashani, A., Paknejad, F. & Jafari, H. (2015). Study of physiological traits of grass pea with barely in pure and mixed cropping under dry land and irrigated conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 107, 91-98. (In Farsi).
24. Singh, M., Khan, M. M. A. & Naeem, M. (2014). Effect of nitrogen on growth, nutrient assimilation, essential oil content, yield and quality attributes in *Zingiber officinale* Rose. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* , from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.11.002>.
25. Smidt, N. w. & Brimer, L. (2005). The use of herbs in pastures: An interview survey of biodynamic and organic farmers with dairy cattle. *Agriculture and Human Values*, 22, 355-363.
26. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
27. Willey, R. W. (1990). Resource use in intercropping systems. *Agricultural Water Management*, 17, 215-231.
28. Zahir, A. Z., Abass, S. A., Khalid, A. & Arshad, M. (2000). Substrate depended microbially Derived plant hormones for improving growth of maize seedling. *Pakistan Journal of Biological Science*, 3, 289-291.