ارزیابی عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای و ریحان تحت تأثیر کودهای زیستی، شیمیایی و تلفیقی نیتروژنی در کشت مخلوط

سجاد کردی [۱]*، جلیل شفق کلوانق[۲]، سعید زهتاب سلماسی[۳]، ماشاالله دانشور[۴]

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۵

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- یار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
٤- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
*.مسئول مکاتبه:E-mail: sajad.kordi@gmail.com

چکیده

به منظور ارزیابی اثر کودهای زیستی، شیمیایی و تلفیقی نیتروژن بر عملکرد و برخی از صفات کیفی ذرت علوفه‌ای و ریحان در کشت مخلوط افزایشی، آزمایشی در طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه لرستان اجرا شد. فاکتور اول کاربرد کود در چهار سطح: عدم کاربرد کود، کود شیمیایی نیتروژن، کود زیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود نیتروژن + کود زیستی نیتروکسین و فاکتور دوم الگوهای کشت مخلوط شامل کشت خالص ذرت علوفه‌ای و ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای +۲۵ ٪ ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰ ٪ ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای+ ۷۵ ٪ ریحان و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان بود. نتایج نشان داد که تیمار کود تلفیقی دارای بیشترین میزان پروتئین (۹/٤۳ درصد) بود، اما از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای، تیمار کود شیمیایی نسبت به سایر تیمارهای کودی برتر بود. کشت خالص ذرت دارای بیشترین وزن تر و خشک برگ، عملکرد تر و خشک علوفه و پروتئین بود. کشت خالص ریحان به همراه تلفیق کود زیستی+ ۵۰٪ کود شیمیایی در سال دوم بیشترین مقدار وزن تر و خشک را بدست آورد. بیشترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۵٦٦) در هر دو سال زراعی مربوط به تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان به همراه کود زیستی بود. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد استفاده از کود تلفیقی به عنوان راهکاری به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: ذرت علوفه‌ای، کشت مخلوط افزایشی، عملکرد علوفه تر، نیتروژن، نیتروکسین

Evaluation of Yield Quantity and Quality of Forage Corn and Sweet Basil Affected by Biological, Chemical and Integrated Nitrogen Fertilizers in Intercropping

Sajad kordi[1*], Jalil Shafagh Kolvanagh[2], Saeid Zehtab Salmasi[3], Mashallah Daneshvar[4]

Received: October 10, 2016 Accepted: February 23, 2017
1 PhD Student, Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
2 Assoc. Prof., Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
3 Prof., Dept. of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.
4 Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran.
*Corresponding Author E-mail: sajad.kordi@gmail.com

Abstract

In order to evaluate yield and some qualitative traits of forage corn and sweet basil under nitrogen fertilizers (biological, chemical and integrated) in additive intercropping a field experiment was carried out in the Experimental Farm Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University during 2014-2015 growing seasons. The treatments were arranged in a factorial experiment based on Randomized Complete Blocks Design (RCBD) with three replications. Experimental treatments were 100% chemical fertilizer (N), bio-fertilizer (nitroxin), integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer and control and different intercropping systems consisted of sole cropping corn and sweet basil and the additive intercropping of corn + 25% sweet basil, corn + 50% sweet basil, corn + 75% sweet basil and corn + 100% sweet basil. The results showed that integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer had the highest protein of forage (9.43%), but in terms of yield and yield components of forage corn, chemical fertilizer was better to the other treatments. The highest fresh and dry leaf weight, fresh and dry forage yield and forage crude Protein were obtained from sole cropping pattern of corn. Sole cropping pattern of sweet basil with integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer in the second year had the highest fresh and dry yield. The highest LER (1.566) belonged to corn + 100% sweet basil with bio-fertilizer. The results showed that using the integration of bio-fertilizer + 50% chemical fertilizer could be considered as a way to reduce the consumption of chemical fertilizers for sustainable agriculture.

Keywords: Additive Intercropping, Forage Corn, Fresh Forage Yield, Nitrogen, Nitroxin

مقدمه

توسعه صنعت دامپروری کشور به گونه‌ای که پاسخگوی نیاز جامعه به فرآورده‌های پروتئینی باشد، نیازمند مدیریت تولید و تأمین علوفه و خوراک دام است. متخصصین علوم مرتعداری چرای بیش از حد دام ها در مراتع را یکی از دلایل تخریب فزاینده منابع طبیعی می‌دانند. بنابراین ضروری است به منظور تأمین بخشی از نیاز علوفه صنعت دامپروری و حفاظت از مراتع، اقدامات موثرتری از جمله به زراعی گیاهان علوفه‌ای انجام پذیرد (صفی خانی و همکاران ۲۰۱٤). در

کشاورزی رایج[1] یکی از ارکان مهم افزایش تولیدات دامی، استفاده از جیره‌های غذایی غنی از دانه غلات هم چون 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 می‌باشد. استفاده بی رویه از این ترکیبات باعث بروز انواع بیماری‌های متابولیکی همچون acidosis و liver abscesses و غیره در دام‌های نشخوارکننده شده که خود سبب بروز مشکلات فراوان در دام می‌گردد (مک گوریک و سمارد، ۲۰۰۵). در دهه‌های اخیر تولید محصولات و فرآورده‌های ارگانیک و یا حداقل محصولاتی سالم‌تر و عاری از بقایای مواد و داروهای شیمیایی افزایش پیدا کرده است (کوچکی و خواجه حسینی ۲۰۰۸). در بسیاری از استانداردهای کشاورزی ارگانیک در کشورهای مختلف تاکید شده که دام در هنگام چرای آزاد در مراتع باید به برخی گیاهان دارویی همچون زیره سیاه۲ و کاسنی۳ و غیره دسترسی داشته، تا نیازهای دارویی خود را بصورت طبیعی دریافت کند (اسمیت و بریمر ۲۰۰۵). در این راستا ایده‌ای جدید تحت عنوان "علوفه دارو" مطرح گریده و تعدادی از گونه‌های گیاهی که به دلایل گوناگونی همچون غیر خوشخوراکی و یا دارا بودن ترکیبات ضد تغذیه‌ای (همچون پروسیک اسید، کومارین و ترکیبات فنولی) ارزش علوفه‌ای بالایی ندارند، با اعمال مدیریت زراعی از طریق کشت مخلوط با گیاهان علوفه‌ای رایج علوفه‌ای با کمیت بالا و ارزش دارویی فراوان تولید کنند. علوفه دارو متضمن مزایای اکولوژیکی و زیست محیطی فراوانی می‌باشد. 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 غیر زنده از اهمیت خاصی برخوردار باشد (چایی چی و کشاورز افشار ۲۰۱۲).

کشت مخلوط یکی از روش‌های تولید پایدار بوده و به رشد دو یا چند محصول در مجاورت یکدیگر گفته می‌شود (واندرمیر ۱۹۸۹). استفاده کارآمدتر از منابع موجود و افزایش بهره‌وری در مقایسه با سیستم تک کشتی مهم‌ترین ویژگی کشت مخلوط می‌باشد (مبسر و همکاران ۲۰۱٤). ثبات عملکرد بالاتر، کاهش نیاز به نیروی کار، توانایی رقابتی بالاتر با علف‌های‌هرز (ابراهیمی زنجانی و همکاران ۲۰۱٤)، کاهش ریسک تولید در مقایسه با محصول تک کشتی در برابر نوسانات زیست محیطی و اقتصادی (نصراله زاده و همکاران ۲۰۱٤)، افزایش راندمان جذب نیتروژن و فسفر موجود و افزایش خواص میکروبیولوژیکی در ریزوسفر محصولات نسبت به سیستم تک کشتی (نیاساسی و کیستو ۲۰۱٤)، خصوصیات کارکردی منحصر به فردی را فراهم می‌سازد که باعث شده این سیستم‌های زراعی قرن‌ها در کشاورزی معیشتی نقش مهمی در تأمین مواد غذایی بشر داشته باشند (واندرمیر ۱۹۸۹) و در حال حاضر نیز جایگاه خاصی را در طراحی بوم نظام‌های زراعی پایدار به خود اختصاص دهند (فوکای و ترنباس ۱۹۹۳).

با پیدایش انقلاب سبز و تولید ارقام کود پذیر، مصرف کودهای شیمیایی به سرعت افزایش یافت. مصرف سالیانه کودهای شیمیایی در جهان به صورت چشمگیری در حال افزایش بوده (روی و همکاران ۲۰۰٦) و از جمله پیامدهای استفاده از این نهاده‌های مصنوعی می‌توان به فرسایش، شور و اسیدی شدن خاک، کاهش حاصلخیزی خاک‌ها ، آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی، از بین رفتن تنوع زیستی و کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و در نهایت افزایش هزینه‌های تولید محصولات زراعی اشاره نمود. امروزه در کشاورزی پایدار به تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق به کارگیری موادی با منشاء طبیعی و کودهای زیستی تأکید می‌شود (وسی ۲۰۰۳). اگرچه کاربرد کودهای زیستی به علل مختلف در چند ده گذشته کاهش یافته، ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به وجود

1-Conventional Agriculture
2- Caraway
3-Chicory

می آورد، استفاده از آنها به عنوان یک رکن اساسی در توسعه پایدار کشاورزی مجدداً مطرح شده است (الکساندراتوس ۲۰۰۳). در رابطه با تأثیر کودهای نیتروژنی (زیستی، شیمیایی و تلفیقی) روی کمیت و کیفیت ذرت علوفه‌ای و ریحان در سیستم کشت مخلوط افزایشی اطلاعات چندانی در دست نیست. از این رو، این آزمایش با هدف بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد علوفه از طریق الگوهای مختلف کشت مخلوط این دو گیاه در راستای کشاورزی پایدار انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ به مدت دو سال در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول کاربرد کود در چهار سطح شامل: عدم کاربرد کود، کاربرد کودشیمیایی (به فرم اوره)، کاربرد کودزیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰ ٪ کود شیمیایی(اوره) + کود زیستی نیتروکسین و فاکتور دوم الگوهای کشت مخلوط در ٦ سطح شامل کشت خالص ذرت علوفه‌ای و ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای+ ۲۵ ٪ ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای+ ۵۰ ٪ ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۷۵ ٪ ریحان و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان بود. رقم مورد استفاده ذرت، SC 704 نام داشت و رقم ریحان مورد استفاده از نوع ریحان سبز بود که از موسسه پاکان بذر اصفهان فراهم شدند. مصرف کودهای شیمیایی شامل N، P و K بر اساس 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 فسفره و پتاس قبل از کاشت به طور یکنواخت در کل مزرعه توزیع و کود نیتروژنه فقط در تیمارهای موردنظر استفاده گردید. یک سوم نیتروژن کل در زمان کاشت و مابقی به صورت سرک طی دو مرحله و در زمان رشد سریع ذرت (۵ تا ۸ برگی) و تقریباً دو هفته قبل از گلدهی ذرت به کار برده شد. عملیات تهیه بستر بذر، شامل شخم، دیسک و ماله کشی بود. فاصله ردیف-های کاشت برای هر دو گیاه ذرت علوفه‌ای و ریحان ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها روی ردیف در تمامی ترکیب‌های کشت برای ذرت علوفه‌ای ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به منظور ایجاد کشت مخلوط افزایشی تراکم ذرت علوفه‌ای در واحد سطح ثابت (۱۰ بوته در متر مربع) و بذور ریحان به ترتیب در فواصل ۱۰، ۵، ۳/۳۳ و ۲/۵ سانتی‌متر در روی ردیف‌ها، برای ایجاد تراکم ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵ ٪ و ۱۰۰ ٪ ریحان نسبت به تراکم مطلوب، در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر کشت گردید. بذور در تیمارهای کشت خالص در یک طرف پشته کاشته شدند و در کشت مخلوط در یک طرف پشته، ذرت و در طرف دیگر آن ریحان کشت شد.

برای اعمال تیمار کود زیستی، در زمان کاشت بذور را در مایه تلقیح خیسانده و پس از تلقیح، بذرهای تیمار شده در سایه و به دور از نور خورشید خشک نموده و بلافاصله پس از خشک شدن بذرهای تلقیح شده، اقدام به کشت گردید. کشت بذرها به صورت مستقیم در اوایل خردادماه سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ انجام شد. آبیاری مزرعه با در نظر گرفتن شرایط جوی و نیاز گیاه انجام و مبارزه با علف‌های‌هرز به صورت دستی انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده مربوط به ذرت شامل ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ، عملکرد تر و خشک علوفه و پروتین خام علوفه بود، در گیاه ریحان نیز عملکرد تر و خشک اندازه گرفته شد. برداشت گیاه ذرت در پایان مرحله شیری و ابتدای مرحله خمیری شدن دانه‌ها انجام شد، جهت اندازه‌گیری وزن تر نمونه گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. سپس از هر کرت ۵ بوته ذرت بطور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری صفات کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند . این ۵ بوته بعد از خرد شدن در آونی با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و بعد از ثابت شدن وزن، وزن

خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد، سپس آسیاب شدند. درصد پروتئین خام علوفه با استفاده از دستگاه کجلدال تعیین شد. اساس کار در روش کجلدال بر اندازه‌گیری نیتروژن کل موجود در نمونه آزمایشی استوار است و فرض بر آن است که تمام نیتروژن موجود از نوع پروتئین است. بنابراین، پس از اندازه‌گیری نیتروژن کل نمونه با اعمال ضریب ٦/٢٥، درصد پروتئین خام علوفه در تیمارهای مختلف محاسبه شد (جنسن ١٩٩٦). برای تعیین صفات ارتفاع بوته ذرت از هر واحد آزمایشی ٥ بوته به طور تصادفی انتخاب شدند. برداشت گیاه ریحان در تمام چین‌ها در اوایل مرحله گلدهی انجام گردید و مجموع عملکرد چین‌ها به عنوان عملکرد تر و خشک ریحان گزارش گردید.

برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیارهای عملکرد نسبی جزء ذرت (RY_a)، عملکرد نسبی جزء ریحان (RY_b)، نسبت برابری زمین (LER) و مجموع عملکرد نسبی (RYT) استفاده شد. شاخص‌های مزبور با استفاده از روابط زیر محاسبه و ارزیابی گردیدند.

نسبت برابری زمین (LER)

$$LER=LER_a+ LER_{b=} (\frac{Yab}{Yaa}) + (\frac{Yba}{Ybb})$$

که Y_{ab}، عملکرد گونه a در کشت مخلوط؛ Y_{aa}، عملکرد گونه a درکشت خالص؛ Y_{ba}، عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bb}، عملکرد گونه b در کشت خالص می‌باشند. عملکردهای نسبی جزء در صورتی که a و b به ترتیب ذرت و ریحان مورد استفاده در کشت مخلوط باشند، عملکرد نسبی آن‌ها از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$RYa = \frac{\text{عملکرد گونه } a \text{ در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه } a \text{ در کشت خالص}}$$

$$RYb = \frac{\text{عملکرد گونه } b \text{ در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه } b \text{ در کشت خالص}}$$

عملکرد نسبی جزء در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که کشاورز به عملکرد بالای یکی از گونه‌ها در اجزای مخلوط نیاز بیشتری دارد (جوانشیر و همکاران ٢٠٠٠).

مجموع عملکرد نسبی (RYT)

$$RYT = RYa + RYb= (\frac{Yab}{Yaa}) + (\frac{Yba}{Ybb})$$

داده‌ها و خطاهای آزمایشی از نظر توزیع نرمال و هم‌چنین تیمارهای آزمایشی برای همسانی واریانس‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab ver. 14 مورد آزمون قرارگرفتند. برای تجزیه واریانس آنووای داده‌ها از نرم افزار SAS ver. 9 و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون Duncan در سطح احتمال ٥ ٪ با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نمودارها توسط نرم افزار Excel و میله‌های خطای آزمایشی (Error Bars) بر اساس SD رسم گردید.

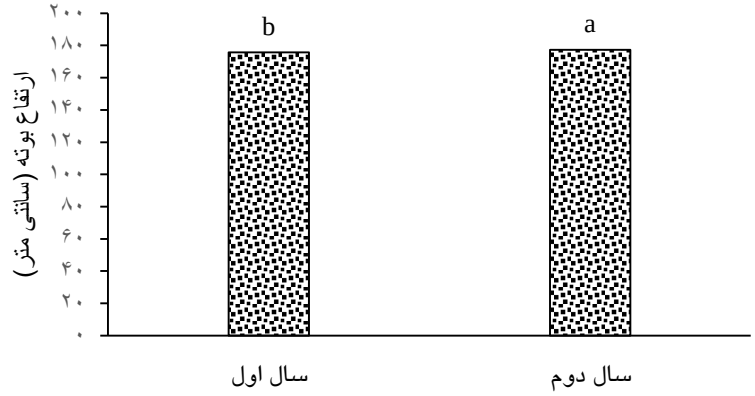
جدول ١- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پیش از کاشت در طی دو سال اجرای آزمایش

	عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی خاک EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (g/kg)	پتاسیم قابل جذب (g/kg)
سال اول	٠-٤٠	لومی-رسی	٣٢/١٦	٤٢	٢٥/٨٤	٧/١٧	٠/٤٥٩	٠/٣٠٢	٨	٣٩٠
سال دوم	٠-٤٠	لومی-رسی	٣١/٥٢	٤١/٥	٢٦/٩٨	٧/٣٦	٠/٥٣٦	٠/٢٨٥	٦	٣٥٦

نتایج و بحث

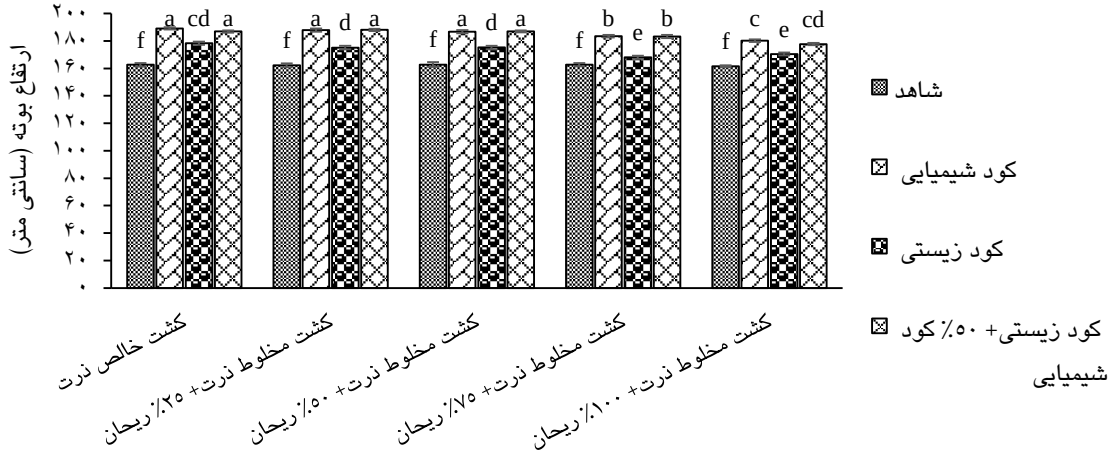
ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها مشخص نمود که اثر تیمارهای سال‌های آزمایش، کشت مخلوط و کود بر ارتفاع بوته معنی‌دار گردید، اثر متقابل کود و کشت مخلوط نیز بر صفت مورد نظر معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارتفاع بوته ذرت در سال دوم (۱۷۷/۳۱ سانتی‌متر) آزمایش نسبت به سال اول (۱۷۵/۶۷ سانتی‌متر) از میانگین بیشتری برخوردار بود (شکل ۱). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل تیمارهای کشت مخلوط و کود نشان داد که به ترتیب تیمارهای کشت خالص ذرت به همراه کود شیمیایی نیتروژن و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان و عدم کوددهی بیشترین (۱۸۹/۱۸ سانتی‌متر) و کمترین (۱۶۱/۵۲ سانتی‌متر) میزان ارتفاع بوته را بدست آورند (شکل ۲). به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش قابل توجه ارتفاع بوته در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان و عدم کوددهی ناشی از افزایش تراکم بوته‌های ریحان در کشت مخلوط با ذرت و به دنبال آن افزایش رقابت دو گیاه برای جذب آب و عناصر غذایی باشد. بر اساس گزارش اقبال و همکاران (۲۰۰۷) بیشترین ارتفاع پنبه در کشت خالص همراه بـا وجین بود و افـزایش ردیف‌های دیگر گیاهان کشت مخلوط و عدم وجین علفهای هرز در کشت خالص، ارتفاع پنبـه را کاهش داد. کمبود عناصر غذایی نیز یکی از عوامل اصلی در تعیین میزان ارتفاع گیاه است، که تیمار مذکور به علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بود، در حالیکه در تیمار کشت خالص ذرت به همراه کود شیمیایی نیتروژن، عامل رقابت بین دو گیاه وجود نداشت و از طرفی میزان مواد غذایی برای رشد رویشی گیاه مناسب بود. افزایش نیتروژن از طریق افزایش تقسیم سلولی و طول سلولها باعث افزایش طول میانگره‌ها و ارتفاع ساقه می گردد (وجید و هکاران ۲۰۰۷).



شکل ۱- میانگین ارتفاع بوته ذرت طی دو سال زراعی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.



شکل ۲- ارتفاع بوته ذرت در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت منابع مختلف کود نیتروژن
میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

وزن تر و خشک برگ ذرت

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، تیمارهای کشت مخلوط و کود اثر معنی‌داری بر وزن تر و خشک برگ داشتند، ولی اثر سال‌های آزمایش تنها بر وزن تر برگ معنی‌دار گردید. در بین سال های مورد بررسی سال دوم آزمایش با میانگین وزن تر ۱۸/۷ تن در هکتار نسبت به سال اول آزمایش با میانگین ۱۷/۱۷ تن در هکتار برتر بود (جدول ۳). از میان تیمارهای مختلف کودی به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک برگ (۲۰/٤٦ و ٦/۲۲ تن در هکتار) و کمترین میزان آن‌ها (۱۵/۱۹ و ٤/٦۲ تن در هکتار) به ترتیب به تیمارهای کود شیمیایی نیتروژن و تیمار عدم کوددهی (شاهد) اختصاص یافت (جدول ۳). این امر می‌تواند به دلیل تاثیر نیتروژن بر گسترش سطح برگ و تداوم بهتر آن‌ها نسبت به تیمار عدم مصرف کود بوده (اسمیسیکلاس و بلو ۱۹۹۰) و این عمل موجب بهبود ذخائر فتوسنتزی و بهبود عملکرد ذرت شده است (پندی و همکاران ۲۰۰۰). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن در هر دو صفت وزن تر و خشک برگ اختلاف قابل توجهی با تیمار کود شیمیایی نداشته و به ترتیب با میانگین‌های ۱۹/٦۷ و ۵/۹۸ تن در هکتار از عملکرد بالایی برخوردار بود. هرناندز و همکاران (۱۹۹۵) افزایش وزن تر بخش هوایی بوته و تعداد برگ بوته ذرت در اثر تلقیح بذرهای آن با باکتری های تثبیت کننده نیتروژن را گزارش کردند. بیشترین مقادیر وزن تر برگ (۱۸/۵۷ تن در هکتار) و خشک برگ (۵/٦٤ تن در هکتار) در بین ترکیب-های مختلف کشت مخلوط متعلق به تیمار کشت خالص ذرت بود، هرچند بین این تیمار و ترکیب‌های کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵ ٪ ریحان، کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰ ٪ ریحان و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۷۵ ٪ ریحان اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). ارزش علوفه‌ای برگ ذرت در مقایسه با ساقه آن بیشتر بوده و این افزایش میزان برگ با افزایش کیفیت علوفه و افزایش خوشخوراکی در علوفه سیلویی اهمیت می‌باشد. هیچکدام از اثرات متقابل تیمارها بر صفات مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۲).

عملکرد تر و خشک علوفه ذرت

وزن تر و خشک علوفه ذرت به طور معنی‌داری تحت تاثیرسال‌های مورد آزمایش، ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط و تیمارهای کودی قرار گرفت، ولی اثرات متقابل تیمارها بر صفات مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به ترتیب عملکرد تر و خشک کل در سال دوم (٦۹/٤۷ و ۱۹/۱۵ تن در هکتار) نسبت به سال اول آزمایش (٦٤/۳٤ و ۱۷/۷٦ تن در

هکتار) بیشتر بود، به این مفهوم که دو سال زراعی اثر یکسانی بر روی صفت مذکور نداشتند و به عبارت دیگر تغییر در میزان این صفت در دو سال معنی‌دار بوده است ، که علت آن را می‌توان به مساعد بودن شرایط آب و هوایی به خصوص در ابتدای فصل رشد سال دوم نسبت داد که باعث سبز شدن یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه‌ها گشته و با انجام فتوسنتز مناسب شرایط ایده‌ال برای ایجاد یک مزرعه خوب با عملکرد بالا را ایجاد نمودند.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که وزن تر و خشک کل تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت و بیشترین مقادیر عملکرد تر و خشک کل به ترتیب با میانگین‌های ۷۲/۷۶ و ۲۰/۱۷ تن در هکتار به تیمار کود شیمیایی نیتروژن اختصاص یافت (جدول ۳). کود نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در افزایش رشد رویشی گیاه دارد نهایتاً باعث افزایش عملکرد ذرت علوفه‌ای شده و افزایش مصرف نیتروژن از طریق تاثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، منجر به افزایش فتوسنتز، آسیمیلات بیشتر و ماده خشک و عملکرد بالاتر گردید. افزایش عملکرد تر و خشک ذرت علوفه‌ای در تیمار کود زیستی نیتروکسین به ترتیب با میانگین‌های ٦٥/٤٣ و ١٧/٩٦ تن در هکتار نسبت به تیمار شاهد با میانگین‌های ٥٩/١١ و ١٦/١ تن در هکتار را می‌توان به دلیل اثرات باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن و همچنین ترشح مواد تنظیم کننده و تحریک کننده رشد توسط این باکتریها نسبت داد (فولچیری و همکاران ۱۹۹۳ و زهیر و همکاران ۲۰۰۰). در بررسی نتایج تأثیر نیتروژن بر روی خصوصیات کمی و کیفی ذرت نشان دادند که نیتروژن باعث افزایش محصول خشک ذرت می شود (ککس و همکاران ۱۹۹۳) . نادا و همکاران (۱۹۹۵) نیز با اجرای آزمایش مزرعه‌ای مشاهده کردند که تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، سبب افزایش عملکرد علوفه سبز در تیمارهای برخوردار از مقادیر مختلف کود نیتروژنه شد. در بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، کشت خالص ذرت بیشترین مقادیر وزن تر و خشک کل با میانگین ٦٨/٨٧ و ١٩/٢٢ تن در هکتار را بدست آورد. ذرت در کشت مخلوط با گیاهانی که نسبت به آن ارتفاع کمتری دارند، گونه غالب بوده و عملکرد آن کمتر تحت تاثیر گیاه همراه قرار می‌گیرد. کمترین مقادیر وزن تر و خشک کل (٦٣/٩٢ و ١٧/١٩ تن در هکتار) متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان بود (جدول ۳). در کشت مخلوط ذرت و کدو نیز بیشترین عملکرد بیولوژیکی ذرت در تیمار کشت خالص ذرت بدون علف هرز و پس از آن در کشت خالص ذرت بدون وجین مشاهده شده است، علاوه بر این کاهش عملکرد بیولوژیکی ذرت همزمان با افزایش سهم کدو در کشت مخلوط در تیمارهای آلوده به تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، بنگدانه(*Hyoscyamus niger* L) و سایر علفهای هرز گزارش شده است (قنبری و همکاران ۲۰۱۰). در پژوهشی دیگر نیز در کشت مخلوط ذرت و خیار (*Cucumis sativus* L.)، کاهش شاخص برداشت ذرت همزمان با افزایش سهم خیار در مخلوط گزارش شده است (قنبری و همکاران ٢٠٠٦).

پروتئین خام ذرت

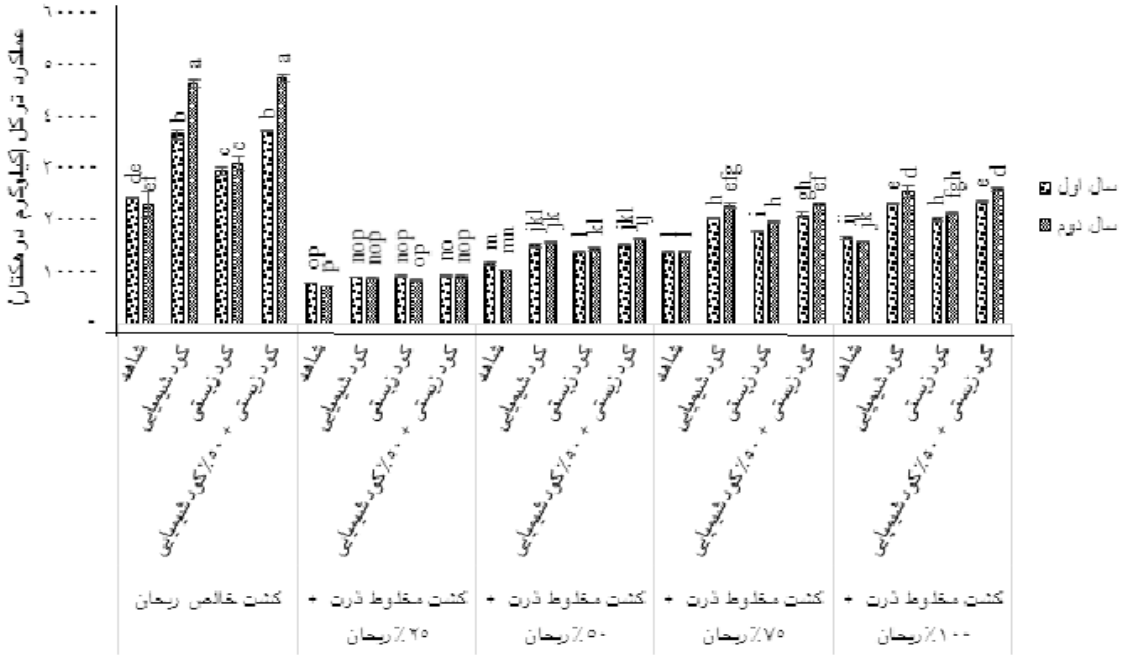
یکی از عوامل مهم ارزیابی کیفیت علوفه، میزان پروتئین علوفه است. مقدار پروتئین در علوفه به عواملی مانند نوع گیاه، سن گیاه، مقدار کود نیتروژن و غیره بستگی دارد (ارداس و همکاران ۱۹۷۷). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر تیمارهای سال‌های آزمایش، کشت مخلوط و کود بر میزان پروتئین علوفه معنی‌دار گردید، اما هیچکدام از اثرات متقابل تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان پروتئین (۸/۵۹ درصد) به سال دوم آزمایش اختصاص یافت (جدول۳). با توجه به اینکه میزان پروتئین در برگ و بلال بیشتر از ساقه می‌باشد به نظر می‌رسد بیشتر بودن عملکرد برگ و بلال (داده های مربوط به بلال منتشر نشده است) در سال دوم آزمایش سبب برتری آن نسبت به سال اول آزمایش از لحاظ میزان پروتئین علوفه می-باشد. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میزان پروتئین علوفه تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار

گرفت و بیشترین مقدار پروتئین علوفه (۹/٤۳ درصد) به تیمار تلفیق کود زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن اختصاص یافت (جدول ۳). با توجه به اینکه نیتروکسین دارای باکتری های تثبیت کننده نیتروژن می-باشد و این عنصر ماده اولیه تشکیل پروتئین می‌باشد، احتمالاً یکی از دلایل افزایش پروتئین با کاربرد این باکتری‌ها به همین دلیل است. جلیلیان و همکاران (۲۰۱۲) بالاترین مقدار پروتئین را از تیمار تلفیقی کود زیستی به همراه نصف کود شیمیایی گزارش کردند. آنان اظهار داشتند که فعالیت باکتریهای تثبیت کننده نیتروژن با تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز در طول فصل رشد و کاهش میزان تلفات آن، باعث افزایش میزان بازیافت کود نیتروژنه گردید.

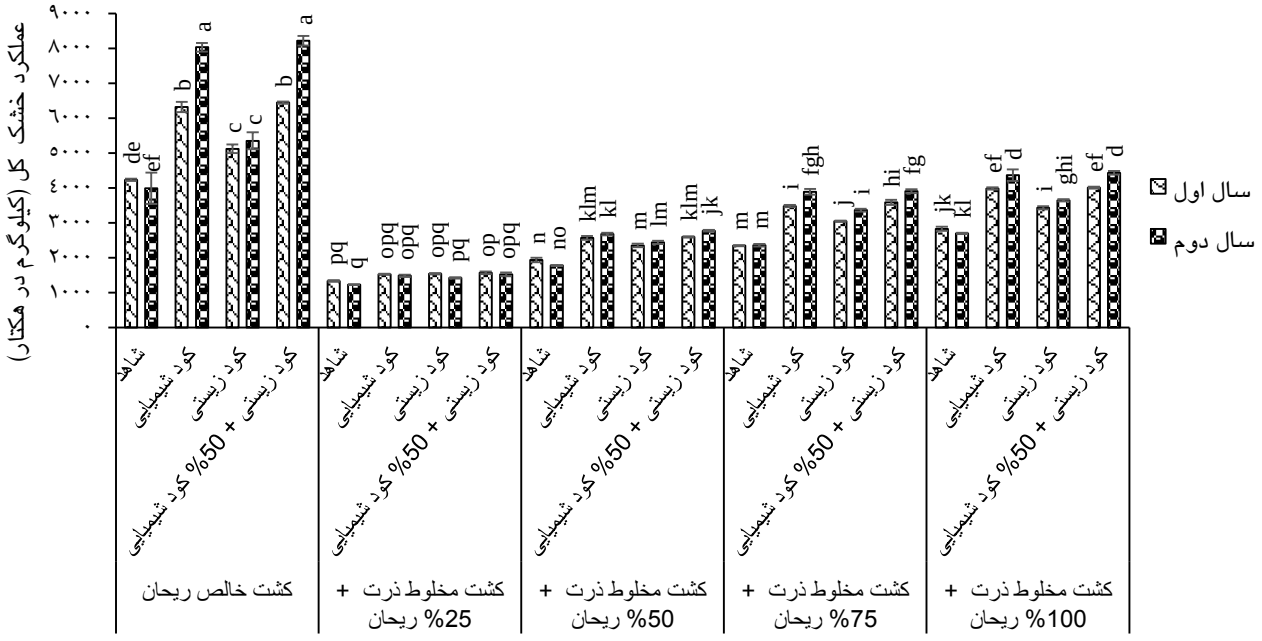
در بین ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط، کشت خالص ذرت به همراه کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای+ ۲۵ ٪ ریحان بیشترین مقدار پروتئین علوفه (۸/٦۲ درصد) را بدست آورند. کمترین میزان پروتئین علوفه (۸/۰۷ درصد) متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰ ٪ ریحان بود (جدول ۳). ارداس و همکاران (۱۹۷۷) گزارش کردند که میزان نیتروژن گیاه تحت تاثیر عوامل محیطی و از جمله تراکم بالای گیاهان قرار می‌گیرد، در شرایط تراکم بالای گیاهان با توجه به اینکه نیتروژن موجود باید بین تعداد بیشتری از گیاهان توزیع گردد، بنابراین میزان نیتروژن در گیاهان کاهش می‌یابد و به دنبال آن منجر به کاهش پروتئین گیاهان می‌شود.

عملکرد تر و خشک ریحان

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که عملکرد تر و خشک گیاه ریحان به طور معنی‌داری تحت تاثیر سال-های مورد آزمایش، ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط و تیمارهای کودی قرار گرفت، تمامی اثرات متقابل دو گانه و سه گانه نیز بر صفات مذکور معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل سه گانه تیمارهای سال × کشت مخلوط × کود نشان داد که در سال دوم و در کشت خالص ریحان به همراه تیمار تلفیق کود زیستی + ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن بیشترین میزان عملکرد تر و خشک (٤۷۵۹۱/۵۷ کیلوگرم در هکتار و ۸۲۲۳/۸٤ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (شکل ۳ و ٤). 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 از طریق سایه اندازی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در شرایطی که دیگر منابع رشد عامل محدود کننده نباشند، انرژی خورشید عامل اصلی تعیین رشد و عملکرد محصولات زراعی می-باشد (ویلی ۱۹۹۰). بهترین استفاده از عناصر غذایی، رطوبت، فضا و انرژی خورشید می‌تواند از طریق کشت خالص صورت گیرد (ایر ۱۹٦۳). در تحقیقی گزارش کردند که در بین ترکیب‌های مختلف کشت، عملکرد تر و خشک ریحان در کشت خالص ریحان نسبت به سایر ترکیب‌های کشت مخلوط ذرت و ریحان بیشتر بود (باقری و همکاران، ۲۰۱٤). نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در افزایش رشد رویشی گیاه دارد نهایتاً باعث افزایش عملکرد شده و افزایش مصرف نیتروژن از طریق تاثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، منجر به افزایش فتوسنتز، آسیمیلات بیشتر و ماده خشک و عملکرد بالاتر گردید. افزایش عملکرد ریحان در تیمار کود زیستی نیتروکسین نسبت به تیمار شاهد را می‌توان به دلیل اثرات باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن و همچنین ترشح مواد تنظیم کننده و تحریک کننده رشد توسط این باکتریها نسبت داد (فولچیری و همکاران ۱۹۹۳ و زهیر و همکاران ۲۰۰۰).



شکل ۳- عملکرد تر ریحان در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت منابع مختلف کود نیتروژن طی دو سال زراعی
میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.



شکل ۴- عملکرد خشک ریحان در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت منابع مختلف کود نیتروژن طی دو سال زراعی
میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون دانکن دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته ذرت	وزن تر برگ ذرت	وزن خشک برگ ذرت	عملکرد تر علوفه ذرت	عملکرد خشک علوفه ذرت	پروتئین علوفه	عملکرد تر ریحان	عملکرد خشک ریحان
سال	۱	۸۰/۲۷*	۷۰/۳۸**	۳/۰۰^{ns}	۷۸۸/۸۱**	۵۸/۰۰**	۵/۵۵*	۷۳۲۱۵۸۸۶/۲۸**	۲۱۱۹۹۴۳/٤**
تکرار (سال)	٤	۹/٤٦	٤/۵۲	۰/٤۱	۱٦/٦۷	۱/۱٦	۰/۲۷	۱۰۲۷۳٦٤	۲۹۹۱۸/۲
کشت مخلوط	٤	۲۰۳/۱۳**	۱۲/۵۷**	۱/۱٦**	۱۰۳/۰۳**	۱۵/۷۱**	۱/۵۹**	۲۲۷۵۸۸۳٦٦۳**	٦۸۸۸۰۹۵۵/٤**
کشت مخلوط× سال	٤	۷/۲۵^{ns}	۱/۲۸^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱۰/۳٦^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۲٦۸۷۹٤٤۰**	۷۹۱۰۱۵/۳**
کود	۳	۳۵۵۹/٦۸**	۱۹۲/۵۸**	۱۷/۷۵**	۱۰۸۸/۸۰**	۱۰۰/۲۵**	۳۹/۷٦**	٤۵۸۷٦٤٦٦۳**	۱۳٤۷۹۸۳٤/۵**
کود× سال	۳	۷/۵۳^{ns}	۳/۷٤^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۵/۱۳^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۲۵٤۲۸٤٦۷**	۷٤۷۰۳۹/٦**
کود× کشت مخلوط	۱۲	۲۹/۷۷**	۲/۱۰^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۷/۸۵^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۰۸^{ns}	٦۲۸۷۱۰۷۹**	۱۸٤۵۹٤۱/۸**
سال×کود×کشت مخلوط	۱۲	۲/۷۳^{ns}	۱/۷۳^{ns}	۰/۱٦^{ns}	۵/۷٦^{ns}	۰/٤٦^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۸۵۹۲۷۰۹**	۲۵۲۵٦۸/۹**
خطای آزمایشی	۷٦	٦/۹٤	۲/۳۸	۰/۲۲	۱۱/۹۰	۰/۵۳	۰/۰۸	۱۰۵۰۱۲۷	۳۰۹۷۳/۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱/٤۹	۸/۵۹	۸/۵۵	۵/۱٦	۳/۹٤	۳/۳٤	۵/۲۷	۵/۲۵

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول۳- مقایسه میانگین دو ساله صفات مورد مطالعه طی دو سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

تیمار	وزن تر برگ (تن در هکتار)	وزن خشک برگ (تن در هکتار)	عملکرد تر کل (تن درهکتار)	عملکرد خشک کل (تن در هکتار)	پروتئین علوفه (٪)
سال اول	۱۷/۱۷ b	۵/۲۹ a	٦٤/۳٤ b	۱۷/۷٦ b	۸/۱٦ b
سال دوم	۱۸/۷۰ a	۵/٦۱ a	٦۹/٤۷ a	۱۹/۱۵ a	۸/۵۹ a
سطوح مختلف کود نیتروژن					
شاهد	۱۵/۱۹ d	٤/٦۲ d	۵۹/۱۱ d	۱٦/۱ d	٦/۸۷ d
کود شیمیایی	۲۰/٤٦ a	٦/۲۲ a	۷۲/۷٦ a	۲۰/۱۷ a	۹/۱۱ b
کود زیستی	۱٦/٤۱ c	٤/۹۹ c	٦۵/٤۳ c	۱۷/۹٦ c	۸/۱۰ c
کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی	۱۹/٦۷ b	۵/۹۸ b	۷۰/۳۲ b	۱۹/۵۹ b	۹/٤۳ a
ترکیب‌های کشت مخلوط					
کشت خالص ذرت علوفه‌ای	۱۸/۵۷ a	۵/٦٤ a	٦۸/۸۷ a	۱۹/۲۲ a	۸/٦۲ a
کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان	۱۸/۵۱ a	۵/٦۳ a	٦۸/۳۷ a	۱۹/۰۰ ab	۸/٦۲ a
کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان	۱۸/۰۷ a	۵/٤۹ a	٦۷/۷۱ a	۱۸/٦۹ b	۸/٤۳ b
کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان	۱۷/۷۳ a	۵/۳۹ a	٦۵/٦٤ b	۱۸/۱۷ c	۸/۱۵ c
کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای +۱۰۰٪ ریحان	۱٦/۷۹ b	۵/۱۰ b	٦۳/۹۲ b	۱۷/۱۹ d	۸/۰۷ c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون Duncan تفاوت معنی‌داری ندارند.

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

در سال اول آزمایش، بیشترین عملکرد نسبی ذرت (RYa) در کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان در تیمار با کود زیستی به میزان ۱/۰۱٦ و کمترین آن در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان در تیمار شاهد (عدم کوددهی) به میزان ۰/۸۷۷ حاصل

گردید (جدول٤). در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد نسبی ذرت (RYa) در تیمارهای کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان در تیمار با کود شیمیایی و کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان در تیمار با کود تلفیقی به میزان ۰/۹۹۹ و کمترین آن در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان در تیمار شاهد (عدم کوددهی) به میزان ۰/۸۳۰ بدست آمد (جدول ۵). همچنین در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد نسبی ریحان مربوط به تیمار ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان در تیمار کود زیستی به میزان ۰/٦۷۲ و کمترین آن متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و به میزان ۰/۲٤۲ بود (جدول ٤). در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد نسبی ریحان مربوط به تیمار ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان در تیمار شاهد (عدم کوددهی) به میزان ۰/٦۹۲ و کمترین آن متعلق به کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان در تیمار کود شیمیایی نیتروژن و به میزان ۰/۱۸٤ بود(جدول ۵).

برای ارزیابی کشت مخلوط از نسبت برابری زمین استفاده شد. در هر دو سال آزمایش بیشترین میزان نسبت برابری زمین (LER) برابر با ۱/۵٦٦ بود که در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان در اثر تیمار با کود زیستی بدست آمد. کمترین میزان نسبت برابری زمین (LER) در سال اول برابر با ۱/۲۲۸ بود که در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ٪۲۵ ریحان در اثر تیمار با کود شیمیایی و در سال دوم آزمایش در تیمار کشت مخلوط ذرت علوفه‌ای + ٪۲۵ ریحان در اثر تیمار با کود تلفیقی بدست آمد (جدول ٤). در همه نسبت-های کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک است که نشان دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به تک کشتی می‌باشد. در بررسی تیمارهای مختلف ذرت با ریحان مشخص شد که نسبت برابری زمین (LER) در سال اول بین ۱/۲۲۸ و ۱/۵٦٦ و در سال دوم بین ۱/۱٦۸ و ۱/۵٦٦ می‌باشد، یعنی سودمندی استفاده از زمین در کشت مخلوط به ترتیب در سال اول ۲۲ و ۵٦ درصد و سال دوم ۱٦ و ۵٦ بیشتر از کشت خالص است. بررسی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمارهای مخلوط همراه با کود زیستی LER بالاتری نسبت به بقیه تیمارها دارد که نشان دهنده کارایی بالای کودهای زیستی نسبت به کودهای شیمیایی می‌باشد. احمدی و همکاران (۲۰۱۰) همچنین گزارش کردند که کلیه تیمارهای کشت مخلوط LER بالاتری را نسبت به کشت خالص این دو گونه داشتند.

نتیجه گیری کلی

از نتایج کاربردی این تحقیق برای کشاورزان می-توان به این نکته اشاره نمود که با توجه به عدم اختلاف قابل توجه تیمار کود شیمیایی با کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی نیتروکسین در اکثر صفات مورد بررسی در این پژوهش، استفاده از تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی اوره + کود زیستی نیتروکسین به عنوان راهکاری به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای کشاورزی پایدار بیان نمود. در همه نسبت های کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک است که نشان دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به تک کشتی می‌باشد، به نظر می‌رسد اختلاف ارتفاع این دو گونه، جدا بودن آشیان‌های اکولوژیکی در استفاده از منابع و کاهش رقابت بین ذرت و ریحان از جمله عواملی هستند که سبب سودمندی کشت مخلوط و تولید عملکرد بیولوژیکی قابل قبول می‌شود.

جدول ۴- معیارهای ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط ذرت و ریحان نسبت به کشت‌های خالص در سال اول (۱۳۹۳)

تیمار کشت مخلوط	عملکرد نسبی ذرت (RY_a)	عملکرد نسبی ریحان (RY_b)	مجموع عملکرد نسبی (RYT)	نسبت برابری زمین (LER)
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان C	۰/۹۷٤	۰/۳۱٥	۱/۲۸۹	۱/۲۸۹
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان N	۰/۹۸٦	۰/۲٤۲	۱/۲۲۸	۱/۲۲۸
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان B	۱/۰۱٦	۰/۳۰۱	۱/۳۱۷	۱/۳۱۷
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان I	۱/۰۱۲	۰/۲٤٤	۱/۲٥٦	۱/۲٥٦
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان C	۰/۹۲٦	۰/٤٥۷	۱/۳۸۳	۱/۳۸۳
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان N	۰/۹٤۰	۰/٤۰٦	۱/۳٤٦	۱/۳٤٦
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان B	۱/۰۱	۰/٤٥۹	۱/٤٦۹	۱/٤٦۹
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان I	۰/۹۸۰	۰/٤۰۳	۱/۳۸٤	۱/۳۸٤
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان C	۰/۹۰٦	۰/٥٥٤	۱/٤٦۰	۱/٤٦۰
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان N	۰/۹۰۳	۰/٥٥۱	۱/٤٥۳	۱/٤٥۳
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان B	۰/۹٥٦	۰/٥۹٥	۱/٥٥۱	۱/٥٥۱
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان I	۰/۹٤۱	۰/٥٥۷	۱/٤۹۸	۱/٤۹۸
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان C	۰/۸۷۷	۰/٦٦۹	۱/٥٤٦	۱/٥٤٦
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان N	۰/۸۷۹	۰/٦۳۰	۱/٥۱۰	۱/٥۱۰
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان B	۰/۸۹٥	۰/٦۷۲	۱/٥٦٦	۱/٥٦٦
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان I	۰/۹۰	۰/٦۲۲	۱/٥۲۲	۱/٥۲۲

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

جدول ۵- معیارهای ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط ذرت و ریحان نسبت به کشت‌های خالص در سال دوم (۱۳۹۴)

تیمارهای کشت مخلوط و کود	عملکرد نسبی ذرت (RY_a)	عملکرد نسبی ریحان (RY_b)	مجموع عملکرد نسبی (RYT)	نسبت برابری زمین (LER)
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان C	۰/۹۸۰	۰/۳۱٦	۱/۲۹٦	۱/۲۹٦
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان N	۰/۹۹۲	۰/۱۸٤	۱/۱۷۷	۱/۱۷۷
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان B	۰/۹۷۲	۰/۲٦۷	۱/۲۳۹	۱/۲۳۹
ذرت علوفه‌ای + ۲۵٪ ریحان I	۰/۹۸۲	۰/۱۸٦	۱/۱٦۸	۱/۱٦۸
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان C	۰/۹۲٤	۰/٤٥۷	۱/۳۸۱	۱/۳۸۱
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان N	۰/۹۹۹	۰/۳۳٤	۱/۳۳۳	۱/۳۳۳
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان B	۰/۹٥۸	۰/٤٥۸	۱/٤۱٦	۱/٤۱٦
ذرت علوفه‌ای + ۵۰٪ ریحان I	۰/۹۹۹	۰/۳۳۸	۱/۳۳۷	۱/۳۳۷
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان C	۰/۹۲۰	۰/٦۰٦	۱/٥۲٦	۱/٥۲٦
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان N	۰/۹٤۸	۰/٤۸٤	۱/٤۳۲	۱/٤۳۲
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان B	۰/۹۱٦	۰/٦۳۱	۱/٥٤۷	۱/٥٤۷
ذرت علوفه‌ای + ۷۵٪ ریحان I	۰/۹۸٥	۰/٤۷٦	۱/٤٦۲	۱/٤٦۲
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان C	۰/۸۳۰	۰/٦۹۲	۱/٥۲۲	۱/٥۲۲
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان N	۰/۹۳٤	۰/٥٤٤	۱/٤۷۸	۱/٤۷۸
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان B	۰/۸۸۲	۰/٦۸٤	۱/٥٦٦	۱/٥٦٦
ذرت علوفه‌ای + ۱۰۰٪ ریحان I	۰/۹٤۷	۰/٥٤۰	۱/٤۸۷	۱/٤۸۷

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

منابع مورد استفاده

Ahmadi A, Dabagh mohammadi Nasab A, Zehtab Salmasi S, Amini R and 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 Persian).

Aiyer A K, 1963. Principles of Crop Husbandry in India, Bangalore Press.

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 and Ghanizadeh H, 2014. A Study of Intercropping of Maize with Sweet Basil and Borage. Cercetari Agronomice in Moldova, 47: 13-28

Chaichi MR, Keshavarz-Afshar R, 2012**.** Medicinal forage and role of it in sustainable agriculture. (In Persian)**.**

Cox W, Kalange S and Reid WS, 1993. Growth, yield and quality of forage maize under different nitrogen management practices. Agronomy Journal, 85: 344 -347.

Ebrahimi Zanjani A, Razavi AR and Souhani AR, 2014. Effect of barley-fodder vetch strip intercropping on forage yield in weedy and weed free treatment. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7 (15): 1504-1508.

Fukai S and Trenbath BR, 1993. Processes determining intercrop productivity and yields of component crops. Field Crops Research, 34: 247-271.

Fulchieri M, Lucangeli C and Bottini R, 1993. Inoculation with *Azospirillum* affects growth and gibbereline status of corn seedling roots. Plant Cell Physiology, 34: 1305-1309.

Ghanbari A, Ghadiri H, Ghafari Moghadam M and Safari M, 2010. Evaluation of intercropping of maize (*Zea mays* L.) and cucurbit (*Cucurbita sp*.) and effect on weed control. Iranian Journal of Field Crop Sciences, 41(1): 43-55. (In Persian).

Ghanbari A, Ghadiri H and Jokar M, 2006. Effect of intercropping of maize and cucumber on controlling weeds. Pajouhesh and Sazandegi, 73: 193-199. (In Persian).

Hernandez AN, Hernandez A and Heydrich M, 1995. Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. Cultivar Tropicales, 6:5-8.

Iqbal J, Cheema ZA and An M, 2007. Intercropping of field crops in cotton for the management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). Plant and Soil, 300: 163-171.

Jalilian J, Modarres-Sanavy SAM, Saberali SF and Sadat-Asilan K, 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. Field Crops Research, 127: 26–34.

Javanshir A, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Hamidi A and Gholipour M, 2000. Ecology of intercropping. Publications Mashhad University Jihad. (In Persian).

Jensen ES, 1996. Grain yield, symbiotic N2 fixation and interspecific competition for inorganic N in pea – barley intercrops. Plant and Soil,182:25-38.

Kogbe JOS and Adedrian JA, 2003. Influence nitrogen, phosphorus and potassium application on the yield of maize in the Savanna Zone of Nigerea. African Journal of Biotechnology, 2:345-349.

Koocheki A and Khajeh Hosseini M, 2008. Modern Agronomy. Jehade Daneshgahi Mashhad Publications. (In Persian).

Nasiri Mehallati M, Koocheki AR, Jahan M, 201۱. Light absorption and use efficiency in winter wheat and maize in sequential cropping and relay intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(6): 878-890. (In Persian).

Koocheki A, Nasiri mahalati M, Moradi M and Alizadeh Y, 2015. Effect different levels of nitrogen on yield and nitrogen use efficiency in corn and cotton intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(1): 1-13. (In Persian).

McGuirk SM and Semard SD, 2005. Toxicologic emergencies in cattle. Veterinary clinics of north america. Food Animal Practice, 21:729-749.

Malakouti Mj, 1998. Comprehensive approach is recommended diagnosis and optimal use of fertilizers for plants. Tarbiat Modarres University Press.(In Persian).

Mobasser HR, Vazirimehr MR and Rigi Kh, 2014. Effect of intercropping on resources use, weed management and forage quality. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 4 (2): 706-713.

Molla Hoseini H, Zand B and Silespour M ,2006. Evaluation of different nitrogen levels and plant population on quantitative and qualitative yield of silage corn (704) in Varamin. Iranian Journal of Crop Sciences, 8(3):250-258. (In Persian).

Nanda SS, Swain KC, Panda SC, Mohanty, AK and Alim MA, 1995. Effect of nitrogen and biofertilizers in fodder rainfed upland conditions of Orisa. Current Agricultural Research, 8:45-47.

Nasrollahzadeh S, Mohammadi-Azar M and Shafagh-Kolvanagh J, 2014. Effect of intercropping chickpea and dragon's head (*Lallemantia iberica* Fish. et Mey) on weeds control and morphological traits in chickpea. International Journal of Biosciences, 4 (12): 159-165.

Nyasasi BT and Kisetu E, 2014. Determination of land productivity under maize-cowpea intercropping system in agro-ecological zone of mount Uluguru in Morogoro, Tanzania. Global Journal of Agricultural Sciences, 2 (2): 147-157.

Ordas A and Stucker RF, 1977. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two populations. Crop Science, 17: 926-929.

Pandey RK, Maranville JW and Admou A, 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and yield components. Agricultural Water Management, 46: 1–13.

Pilbeam CJ, Okalebo R, Simmonds LP and Gathua KW, 1994. Analysis of maize-common bean intercrops in semiarid Kenya. Journal of Agricultural Science - Cambridge, 123: 191-198.

Rohitashav S, Sood BK, Sharma VK and Singh R, 1993. Response of forage maize to *Azotobacter* inoculation and nitrogen . Indian Journal of Agronomy, 38: 555-558.

Roy RN, Finck A, Blair GJ and Tandon HLS, 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, 348.

Safikhani S, Chaichi MR and Poor-Babaei AA, 2014. The effect of different N fertilizer sources on forage yield of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) in an additive intercropping system with basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Crop Science**,** 44 (2): 237-248. (In Persian).

Smiciklas KD and Below FE, 1990. Influence of heterotic pattern on nitrogen use and yield of maize. Maydica Journal, 35: 209–213.

Smidt Nw and 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.

Van der Meer J, 1989. The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, New York

Vessey JK, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571-586.

Wajid A, Ghaffar A, Maqsood M, Hussain K and Nasim W, 2007. Yield response of maize hybrids to varying nitrogen rates. Pakistan Journal of Agricultural Science, 44(2): 217-220.

Willey RW, 1990. Resource use in intercropping systems. Agricultural Water Management, 17:215-231

Zahir AZ, Abass SA, Khalid A and Arshad M, 2000. Substrate depended microbially Derived plant hormones for improving growth of maize seedling. Pakistan Journal of Biological Science, 3:289-291.