

ارزیابی رشد و عملکرد بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* (M. Bieb.) Fisch. & C.A.Mey.) در کشت مخلوط با خرفه (*Portulaca oleracea* L.) تحت تاثیر کود زیستی نیتروکسین و اوره

حسین قمری^{۱*}، جلیل شفق کلوانق^۲، سید حسین صباغ پور^۳، عادل دباغ محمدی نسب^۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۶

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

۲- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد پژوهش، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان،

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی همدان، ایران

۴- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail: ghamari130@gmail.com

چکیده

امروزه استفاده از کشت مخلوط و کاربرد کودهای زیستی اهمیت فراوانی در نظام کشاورزی پایدار دارند. به همین دلیل، به منظور ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن دار بر کشت مخلوط خرفه و بالنگوی شهری آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، در سال ۱۳۹۴ انجام شد. فاکتور اول سیستم کشت در پنج سطح، شامل کشت خالص خرفه و بالنگوی شهری و کشت مخلوط خرفه و بالنگوی شهری با نسبت های ۱۰۰:۲۵، ۱۰۰:۵۰ و ۱۰۰:۷۵ (به ترتیب بالنگو: خرفه) و فاکتور دوم کاربرد کود در چهار سطح عدم کاربرد کود، کود شیمیایی نیتروژن دار (اوره)، کود زیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود اوره + کود زیستی نیتروکسین بود. نتایج نشان داد که کشت مخلوط سبب افزایش کلروفیل نسبی هر دو گونه شد. بیشترین مقدار عملکرد دانه بالنگوی شهری (۱۷۲/۸۰ گرم بر متر مربع) در تیمار کشت خالص بالنگوی شهری به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار + کود زیستی نیتروکسین ثبت شد. کاربرد کود عملکرد موسیلاژ دانه بالنگوی شهری را افزایش داد. بیشترین مقدار عملکرد موسیلاژ (۳/۰۴ گرم بر متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار + کود زیستی نیتروکسین بود. محاسبه نسبت برابری زمین نشان داد که تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار + کود زیستی نیتروکسین، کارایی بیشتری (LER=1.61) نسبت به سایر تیمارها داشت.

واژه های کلیدی: ازتوباکتر، تعداد شاخه فرعی، مجموع عملکرد نسبی، نسبت برابری زمین، نیتروکسین

Evaluation of Yield and Growth of Dragon's Head (*Lallemantia iberica* (M. Bieb.) Fisch. & C.A. Mey.) Intercropped with Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Under the Application of Nitroxin Biofertilizer and Urea

Hossein Ghamari^{1*}, Jalil Shafagh Kalvanagh², Seyed Hossein Sabaghpour³,
Adel Dabagh Mohamadi Nasab⁴

Received: June 20, 2016 Accepted: December 26, 2016

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

2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3- Prof., Seed and Plant Improvement Dept, Hamedan, Agricultural and Natural Resources research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.

4-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: ghamari130@gmail.com

Abstract

Nowadays, application of intercropping and biofertilizers play an important role in sustainable agriculture. Thus, in order to evaluate the effect of application of chemical and biological fertilizers on purslane/dragon's head intercropping, a factorial experiment was conducted on the basis of completely randomized block design with three replications at the Agricultural and Environmental Research station of Hamadan in 2015. The first factor had five levels, including purslane monoculture, dragon's head monoculture, and purslane/dragon's head intercropping with ratios of 100:25, 100:50, 100:75 (purslane:dragons'head, respectively). The second factor had four levels, including no application of fertilizers and application of nitrogenous chemical fertilizer (urea), nitroxin biofertilizer inoculation and combination of 50% urea + nitroxin inoculation. Results showed that intercropping increased relative chlorophyll of the both species. The highest seed yield of dragon's head (172.80 g.m⁻²) was recorded in monocultured dragon's head with the application of 50% urea + nitroxin inoculation. Fertilizers increased seed mucilage yield in dragon's head. The highest mucilage yield (3.04 g.m⁻²) was also observed in 50% urea + nitroxin inoculation. Evaluation of relative yield total (RYT) and land equivalent ratio (LER) showed that intercropping of 50% dragons' head + 100% purslane and 50% urea + nitroxin inoculation had more efficient compared to other treatments.

Keywords: Azotobacter, Land Equivalent Ratio, Nitroxin, Number of Branches, Relative Yield Total

مقدمه

کشاورزی صنعتی به کاربرد فراوان نهاده‌های خارج از مزرعه (مانند علف‌کش، کود و...) وابسته است، که بسیاری از این نهاده‌ها آسیب‌های زیادی را به محیط

زیست وارد می‌کنند. این نوع از کشاورزی تمایل به تولید انبوه دارد که این موضوع سبب کنار زدن تولیدکنندگان خرده‌پا و نابودی جوامع روستایی کوچک می‌شود (ویسی و همکاران ۲۰۱۶). نظام کشاورزی

توسعه پایدار کشاورزی مطرح شده است (الکساندراتوس ۲۰۰۳). کود زیستی نیتروکسین، دارای مجموعه‌ای از موثرترین باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس‌های *Azotobacter* و *Azospirillum* است. این دو باکتری از پروکاریوت‌های بسیار مهم خانواده *Azotobacteraceae* هستند که به صورت غیرهمزیست با گیاهان (آزادزی)، نیتروژن موجود در هوا را تثبیت می‌کنند و در اختیار گیاه قرار می‌دهند (حمزئی و نجاری ۲۰۱۳). جهان و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر کودهای زیستی بر رشد و عملکرد ریحان مشاهده کردند که کاربرد نیتروکسین شاخص سطح برگ و عملکرد ریحان را افزایش داد. حبیبی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که استفاده از کود نیتروکسین به‌طور معنی‌داری سبب افزایش کلروفیل، فتوسنتز، قطر و وزن متوسط میوه، عملکرد میوه و عملکرد دانه در گیاه کدوی تخم کاغذی شد. رضائی‌چیانه و دباغ محمدی نسب (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی سبب افزایش عملکرد در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله شد. عبدالعزیز و همکاران (۲۰۱۴) اظهار کردند که کاربرد کود زیستی ازتوباکتر رشد و عملکرد زیره سیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

بالنگوی شهری (*Lallemantia iberica* (M. Bieb.) Fisch. & C.A. Mey یکی از گیاهان مهم و ارزشمند از تیره نعناع (*Lamiaceae*) به حساب می‌آید. بالنگوی شهری در مناطق خشک به‌خوبی رشد می‌کند، بنابراین، از این گیاه می‌توان به عنوان گیاهی جایگزین برای محصولات زراعی رایج در مناطق خشک استفاده نمود (کتایون ۲۰۰۶). دانه‌های بالنگوی شهری را بو می‌دهند و به صورت آجیل مصرف می‌کنند. همچنین، می‌توان دانه‌های بالنگو را آسیاب و از آن حلوا درست کرد. دانه‌های این گیاه، به مقدار فراوانی موسیلاژ دارند. موسیلاژها به علت دارا بودن ویژگی‌های با ارزش مانند پایدارکنندگی، سوسپانسیون‌کنندگی و امولسیون

پایدار به‌دنبال کاهش آسیب‌های کشاورزی صنعتی است. این نظام بر اساس کشت‌زارهایی با مساحت کوچک و سودمندی مناسب هستند که به میزان کمتری نیازمند نهاده‌های خارج از مزرعه می‌باشند. امروزه استفاده از کشت مخلوط و کاربرد کودهای زیستی اهمیت فراوانی در نظام کشاورزی پایدار دارند (ویسی و همکاران ۲۰۱۶).

کشت مخلوط، عبارت از کشت دو یا چند گیاه در یک قطعه از زمین و در یک سال زراعی است. در حقیقت، این سیستم کشت، الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان مانند مراتع و جنگل‌های بکر و دست نخورده می‌باشد و بیانگر این مطلب است که طبیعت، همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد (چاپاگین و رایزن ۲۰۱۴). برخی از پژوهشگران بر این باورند که بهره‌برداری از منابع رشد در کشت مخلوط بیشتر از تک کشتی و این موضوع سبب افزایش عملکرد کل در واحد سطح می‌شود. مهدی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند کشت مخلوط آلوورا و چای ترش سبب افزایش عملکرد کل در واحد سطح شد. اسدی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی کشت مخلوط سورگوم و شنبلیله گزارش کردند که بیشترین عملکرد علوفه و پروتئین سورگوم در کشت مخلوط افزایشی سورگوم + ۵۰ درصد شنبلیله مشاهده شد. کاروبا و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق دیگری دریافتند که کشت مخلوط رازیانه و شوید اثر مثبتی بر ماده خشک و عملکرد رازیانه داشت.

کود زیستی عبارت است از مواد نکه دارنده با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع موجود مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیکی آن‌ها که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های خاکزاد و حفظ پایداری ساختمان خاک، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. امروزه با توجه به مشکلات ایجاد شده در اثر کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی، استفاده دوباره از آن‌ها به عنوان موضوعی مهم، در

سبزی‌ها خرفه غنی‌ترین منبع امگا-۳ و پروتئین است و بر اساس وزن خشک بیشترین درصد چربی و امگا-۳ (۵۸ تا ۶۲ درصد) به برگ اختصاص دارد (پالانیسوامی و همکاران ۲۰۰۴).

هدف این آزمایش، بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی اوره از طریق به کار بردن کود زیستی نیتروکسین و نیز ارزیابی امکان کشت مخلوط خرفه و بالنگوی شهری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به منظور ارزیابی اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن‌دار بر کشت مخلوط خرفه و بالنگوی شهری، در سال زراعی ۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان با ارتفاع ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی به اجرا درآمد. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول زیر آمده است.

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	درصد ماده آلی	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	pH
لومی	۰/۹	۴۷۴	۸/۵	۲۲/۹	۳۹/۷	۳۷/۴	۷/۹

دار (اوره)، کاربرد کود زیستی نیتروکسین و کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین بود.

بذور خرفه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. بذور بالنگوی شهری نیز از توده محلی کلوانق بودند که از روستای کلوانق آذربایجان شرقی تهیه گردیدند. به منظور آماده سازی زمین، ابتدا خاک محل آزمایش در پاییز سال قبل، با گاو آهن برگردان‌دار شخم نیمه عمیق زده شد و در بهار سال بعد نیز عملیات

کنندگی در صنعت نساجی و داروسازی کاربردهای گسترده‌ای دارند. در داروسازی جهت تهیه امولسیون‌ها، سوسپانسیون‌ها و به عنوان یک عامل امولسیون کننده پودرهای نامحلول، روغن‌ها و رزین‌ها و به عنوان چسب در ساخت گرانول‌ها و قرص‌های مکیدنی و ساخت مسهل‌ها به کار می‌رود (نوری شرق و همکاران ۲۰۰۹). خرفه (*Portulaca oleracea L.*) یکی از گیاهان دارویی با ارزش از خانواده Portulacaceae است، که به طور گسترده در نقاط مختلف جهان رشد می‌کند (چان و همکاران ۲۰۰۰). از دیدگاه گیاه شناسی خرفه گیاهی است یکساله، گرما دوست، علفی، دارای شاخه‌های فرعی با ساقه‌های شیره‌دار که در انتهای قاعده گیاه حالت خوابیده و در راس وضعیتی افراشته دارند (چان و همکاران ۲۰۰۰). یکی از ویژگی‌های مثبت خرفه که آن را برای کاربرد در سبب غذایی انسان بسیار مناسب می‌سازد این است که اندام‌های هوایی آن منبع سرشاری از اسیدهای چرب غیر اشباع، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها، فنول و مواد معدنی است (باربوسا-فیلو و همکاران ۲۰۰۸). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در بین

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول سیستم کشت در ۵ سطح، شامل کشت خالص خرفه، کشت خالص بالنگوی شهری، کشت مخلوط افزایشی ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، کشت مخلوط افزایشی ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، کشت مخلوط افزایشی ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه و فاکتور دوم کاربرد کود در ۴ سطح، شامل عدم کاربرد کود، کاربرد کود شیمیایی نیتروژن-

(۲۰۰۸) انجام شد. به منظور تعیین ارتفاع و تعداد شاخه فرعی از کرت‌های آزمایشی یک هفته قبل از برداشت نمونه برداری شد و این صفات اندازه‌گیری گردید. برداشت بالنگوی شهری در ۲۶ تیر ماه و برداشت خرفه در ۲۵ مرداد انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه نیز از هر کرت سطحی معادل یک متر مربع برداشت و سپس عملکرد دانه در واحد سطح برای هر گیاه تعیین شد.

برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان (ATER) استفاده گردید. نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان نشان-دهنده LER در ارتباط با زمان است (سینگ و همکاران، ۲۰۱۳).

$$ATER = \frac{\left[\left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \right) \times t_a \right] + \left[\left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \right) \times t_b \right]}{t}$$

در رابطه بالا، Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت مخلوط، Y_{aa} عملکرد گونه a در کشت خالص، t_a طول دوره رشد گونه a ، Y_{ba} عملکرد گونه b در کشت مخلوط، Y_{bb} عملکرد گونه b در خالص، t_b طول دوره رشد گونه b و t طول کل دوره رشد است. چنانچه مقدار ATER بزرگتر از ۱ باشد کشت مخلوط در ارتباط با زمان اشغال زمین نسبت به کشت خالص برتری دارد.

نسبت برابری زمین، مقدار سطح زمین لازم در کشت خالص را برای تولید عملکرد مساوی با کشت مخلوط توصیف می‌کند. این شاخص از رابطه زیر محاسبه شد (سینگ و همکاران ۲۰۱۳):

$$LER = \sum_{n=1}^m \frac{Y_i}{Y_{ii}}$$

در رابطه بالا، Y_i مقدار عملکرد یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و Y_{ii} عملکرد همان گونه (در واحد سطح) در تک کشتی است. اگر $LER=1$ باشد، عملکرد کشت مخلوط و کشت خالص یکسان است،

دیسک زنی و کولتیواتورزنی انجام گرفت. پس از کرت-بندی زمین، کاشت خرفه و بالنگوی شهری در ۶ اردیبهشت سال ۱۳۹۴ با دست انجام شد و نحوه کاشت به صورت مسطح بود. فاصله ردیف‌های کاشت برای خرفه ۴۰ سانتی‌متر و برای بالنگوی شهری ۲۰ سانتی-متر و فاصله روی ردیف‌های کاشت در کشت خالص، برای خرفه ۱۰ سانتی‌متر و برای بالنگو ۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به منظور ایجاد کشت مخلوط افزایشی، تراکم خرفه در واحد سطح ثابت و بذور بالنگوی شهری به ترتیب در فواصل ۴، ۲ و ۱/۳۳ سانتی‌متر روی ردیف‌ها برای ایجاد تراکم ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ بالنگوی شهری نسبت به تراکم مطلوب، در عمق ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر کاشته شدند.

بر اساس توصیه آزمایشگاه خاکشناسی، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با خاک مخلوط شد. میزان مصرف کود شیمیایی اوره نیز، با توجه به آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که با توجه به تیمارهای کاربرد کود، به صورت سرک به-کار برده شد. مصرف کود نیتروکسین نیز با توجه به تیمارهای مربوطه، در زمان کاشت، به صورت تلقیح با بذور اعمال گردید. آبیاری، پس از کاشت و پس از آن با در نظر گرفتن شرایط جوی و نیاز گیاهان، هر هفت روز یکبار صورت گرفت.

نمونه‌گیری برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ، ۱۵ روز پس از سبز شدن گیاهان با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502) آغاز شد و هر ۱۰ روز یکبار تکرار گردید، به‌طوری‌که در مجموع، در طی دوره رشد، کلروفیل نسبی برگ شش مرتبه اندازه‌گیری شد. برای انجام نمونه‌گیری، با در نظر گرفتن اثر حاشیه، از هر کرت ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس عدد SPAD برگ‌های بالایی، میانی و پایینی بوته اندازه‌گیری گردید.

در این پژوهش، استخراج مواد موسیلاژی دانه بالنگوی شهری با استفاده از روش فکری و همکاران

PROC REG استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها نیز توسط PROC GLM انجام و برای مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد به کار برده شد.

نتایج و بحث

صفات بالنگوی شهری

کلروفیل نسبی

بررسی روند تغییر شاخص کلروفیل در بالنگوی شهری نشان داد که در بیشتر تیمارها، این شاخص در روزهای نخست دوره رشد افزایش و پس از رسیدن به مقدار بیشینه، کاهش یافت (شکل ۱). تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقادیر شاخص کلروفیل را در طی فصل رشد ایجاد کرد و کمترین مقادیر این شاخص در تیمار کشت خالص بالنگوی شهری و عدم کاربرد کود مشاهده گردید (شکل ۱). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) حداکثر مقدار به دست آمده کلروفیل نسبی ($SPAD_{Max}$) را متاثر ساخت، در حالیکه اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در بین تیمارهای سیستم کشت بیشترین مقدار $SPAD_{Max}$ (۴۳/۳۲) در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه مشاهده شد (جدول ۳). در میان تیمارهای کاربرد کود نیز بیشترین مقدار $SPAD_{Max}$ (۴۳/۲۵) مربوط به تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + نیتروکسین بود (جدول ۳). در تایید این یافته‌ها، باقری شیروان (۲۰۱۲) با بررسی کشت مخلوط سویا و ریحان گزارش کرد که کشت مخلوط باعث افزایش شاخص کلروفیل در ریحان گردید. گروسی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل در گیاه دارویی

چنانچه $LER=1+X$ باشد، عملکرد در کشت مخلوط بیشتر از خالص است و مقدار X (در واحد سطح)، میزان زمینی است که باید به زراعت کشت خالص اضافه شود تا عملکردی برابر با کشت مخلوط تولید نماید و اگر $LER>1$ کشت خالص بر کشت مخلوط برتری دارد.

ضریب تراکم نسبی (K)

ضریب تراکم نسبی (K) بیانگر میزان رقابت بین گونه‌های گیاهی در کشت مخلوط می‌باشد. این ضریب به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (سینگ و همکاران ۲۰۱۳):

$$RCC_a = \frac{Y_{ab} \times Z_{ab}}{(Y_{aa} - Y_{ab}) \times Z_{ba}}$$

$$RCC_b = \frac{Y_{ba} \times Z_{ba}}{(Y_{bb} - Y_{ba}) \times Z_{ab}}$$

$$K = RCC_a \times RCC_b$$

اختصارات رابطه‌های بالا به صورت زیر می-

باشد:

$$Y_{aa} = \text{عملکرد گونه } a \text{ در تک کشتی}$$

$$Y_{ab} = \text{عملکرد گونه } a \text{ در کشت مخلوط}$$

$$Z_{ab} = \text{نسبت کشت مخلوط گونه } a$$

$$Y_{bb} = \text{عملکرد گونه } b \text{ در تک کشتی}$$

$$Y_{ba} = \text{عملکرد گونه } b \text{ در کشت مخلوط}$$

$$Z_{ba} = \text{نسبت کشت مخلوط گونه } b$$

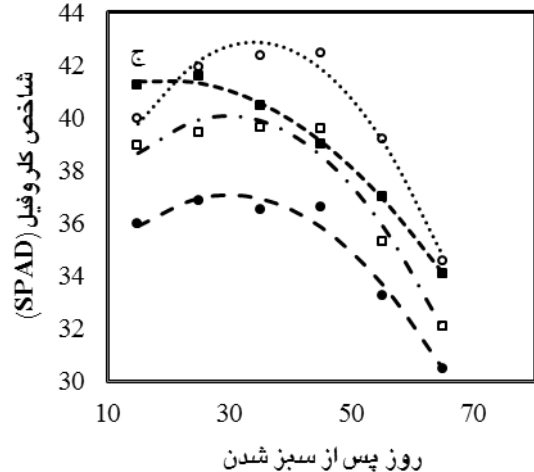
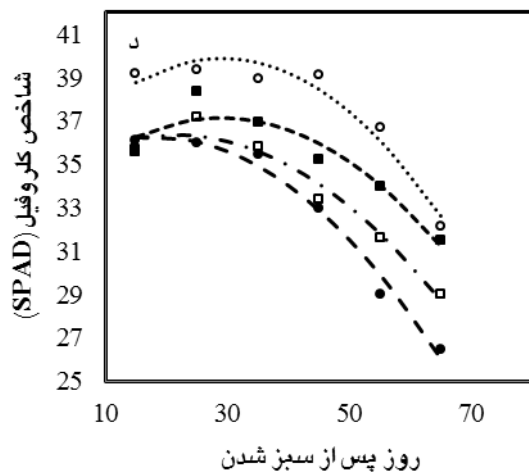
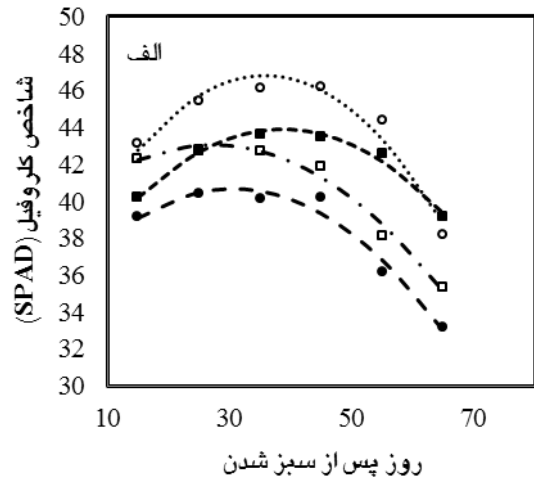
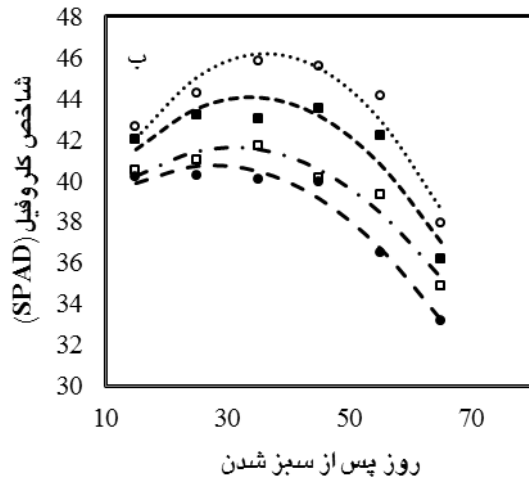
$$K_a = \text{ضریب نسبی تراکم}$$

اگر K بزرگتر از یک باشد، کشت مخلوط سودمند خواهد بود. اگر K کوچکتر از یک باشد، عملکرد به دست آمده در کشت مخلوط کمتر از تک کشتی است و سرانجام چنانچه $K=1$ باشد، در کشت مخلوط هیچ گونه افزایش یا کاهش عملکرد نسبت به تک کشتی دیده نمی‌شود.

محاسبات آماری توسط نرم‌افزار SAS صورت گرفت. به‌منظور رگرسیون‌گیری و تعیین توابع پلی-نومیال برای داده‌های مربوط به عدد SPAD از رویه

کاهش نور در کشت مخلوط، گیاه مقدار کلروفیل برگ را افزایش می‌دهد تا از نور رسیده به برگ با کارایی بیشتری استفاده نماید (سینگ و همکاران، ۲۰۱۳).

زوفا شد. دلیل افزایش شاخص کلروفیل در کشت مخلوط را می‌توان به تلاش گیاه برای جذب بیشتر نور در شرایط سایه‌اندازی نسبت داد. بدین معنی که با



شکل ۱- اثر کشت مخلوط و کاربرد کود بر روند شاخص کلروفیل (SPAD) بالنگوی شهری

توضیحات: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین (الف)، کود شیمیایی نیتروژن-دار (اوره) (ب)، کود زیستی نیتروکسین (ج)، عدم کاربرد کود (د)؛ کشت خالص بالنگوی شهری (● - - -)، کشت ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (○)، کشت ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (■ - - - -)، کشت ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (□ - - - -)؛ نقاط و خطوط به ترتیب بیانگر مشاهدات مستقیم و روند رگرسیونی می‌باشند.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته نشان داد که اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود به‌طور

معنی‌داری ($P \leq 0.01$) ارتفاع بوته را متأثر ساخت، در حالیکه اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده، در بین

بنابراین رقابت درون گونه‌ای در این گیاه زیاد است. این موضوع سبب کاهش شدید تعداد شاخه‌های فرعی در این گیاه می‌شود. در تیمارهای کشت مخلوط، با کاهش تراکم بوته بالنگوی شهری در واحد سطح از طریق افزایش فاصله روی ردیف‌ها، فضای خالی بیشتری برای توسعه گیاه فراهم و از رقابت درون گونه‌ای کاسته می‌گردد، به‌طوریکه گیاه می‌تواند با ایجاد شاخه‌های فرعی فضای خالی ایجاد شده را اشغال نماید. مطابق با یافته‌های این آزمایش، محفوظ و شرف الدین (۲۰۰۷) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژن‌دار سبب افزایش تعداد شاخه فرعی رازیانه شد. آن‌ها دلیل این موضوع را تامین مناسب نیتروژن توسط کود شیمیایی و نیز توانایی باکتری‌ها در تثبیت نیتروژن و ساخت و ترشح برخی مواد زیستی فعال مانند اکسین، جیبرلین، بیوتین، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک و ویتامین‌های گروه B دانستند.

درصد موسیلاژ

اثر ساده کاربرد کود بر درصد موسیلاژ بالنگوی شهری معنی‌دار ($P \leq 0.05$) شد، اما اثر ساده سیستم کشت و اثر متقابل سیستم کشت با کاربرد کود معنی‌دار نگردید (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین اثرات ساده، در بین تیمارهای کودی، تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین بیشترین مقدار (۲/۱۷ درصد) و تیمار عدم کاربرد کود کمترین مقدار (۱/۹۶ درصد) موسیلاژ را تولید نمود (جدول ۳). نظری هریس (۲۰۱۳) گزارش کرد که حاصلخیزی خاک درصد موسیلاژ دانه بالنگوی شهری را افزایش داد. یاداو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که درصد و عملکرد موسیلاژ اسفزه بر اثر کاربرد کود نیتروژن‌دار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. آن‌ها اظهار کردند که فراهمی نیتروژن و حاصلخیزی خاک سبب افزایش رشد گیاه، بهبود فتوسنتز، عرضه

تیمارهای سیستم کشت، بیشترین مقدار ارتفاع بوته (۳۰/۲۷ سانتی‌متر) در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه و در بین تیمارهای کودی، بیشترین مقدار این صفت (۲۹/۹۱ سانتی‌متر در سال دوم) در تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۲). نخزری مقدم (۲۰۱۲) گزارش کرد که کشت مخلوط جو و خردل سبب افزایش ارتفاع بوته در این گیاهان گردید. علت افزایش ارتفاع بوته در کشت مخلوط را می‌توان به کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور نسبت داد. به‌طوریکه با افزایش تراکم، نور مستقیم در کانوپی کاهش می‌یابد و بدین ترتیب هورمون اکسین در گیاه تجزیه نمی‌شود و در اثر انباشته شدن این هورمون، ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (اوکپارا ۲۰۰۰). دهقانی مشکانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن‌دار سبب افزایش ارتفاع بوته بابونه شیرازی شد.

تعداد شاخه فرعی

اثر ساده سیستم کشت، اثر ساده کاربرد کود و اثر متقابل آن‌ها به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) تعداد شاخه فرعی بالنگوی شهری را متاثر ساخت (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، تیمار کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین، بیشترین مقدار شاخه فرعی (۳/۳۳ شاخه فرعی در بوته) را تولید کرد (جدول ۵). نتایج نشان داد که با افزایش تراکم بالنگوی شهری از تعداد شاخه فرعی کاسته شد، به‌طوریکه در کشت خالص مقدار این صفت به صفر رسید (جدول ۴). در تایید این نتایج، آقایی قراچورلو (۲۰۱۳) گزارش کرد که افزایش تراکم سبب کاهش شدید تعداد شاخه فرعی در بالنگوی شهری شد. از آنجا که بالنگوی شهری در کشت خالص با تراکم بالا (۵۰۰ بوته در متر مربع) کاشته می‌شود،

بهبتر مواد فتوسنتزی در مخازن و در نتیجه افزایش مقدار موسیلاژ می‌گردد.

عملکرد موسیلاژ

اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود بر عملکرد موسیلاژ بالنگوی شهری معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$) اما اثر متقابل سیستم کشت و کاربرد کود معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین اثرات ساده، بیشترین مقدار عملکرد موسیلاژ (۲/۹۲) گرم بر متر مربع) در تیمار کشت خالص بالنگوی شهری و کمترین مقدار آن (۱/۷۴) گرم بر متر مربع) در تیمار کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به-دست آمد (جدول ۳). همچنین، در بین تیمارهای کودی، بیشترین مقدار عملکرد موسیلاژ (۳/۰۴) گرم بر متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین بود. کمترین مقدار عملکرد موسیلاژ (۱/۷۶) گرم بر متر مربع) نیز در تیمار عدم کاربرد کود مشاهده شد (جدول ۳). سینگ و همکاران (۲۰۰۳) یافته‌های یکسانی را در مورد گیاه دارویی اسفرزه گزارش نمودند. دلیل افزایش عملکرد

موسیلاژ در کشت خالص را می‌توان به عدم وجود رقابت بین گونه‌ای نسبت داد. در کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری و خرفه، بالنگوی شهری به دلیل تراکم اندک، توان رقابتی کمتری با خرفه دارد، بنابراین عملکرد کمتری نیز به‌دست می‌آید. در تیمار کاربرد تلفیقی کود اوره و نیتروکسین، نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل مصرف کود اوره و تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های موجود در کود زیستی به خوبی تامین می‌شود. از سوی دیگر، این باکتری‌ها می‌توانند با ترشح هورمون‌های رشد و مواد ضد قارچی باعث بهبود رشد گیاه شوند. به همین دلیل، تیمار کاربرد تلفیقی کود، عملکرد موسیلاژ بیشتری را نسبت به تیمار مصرف کود اوره تولید کرد. تفاوت بین تیمار کاربرد نیتروکسین و تیمار شاهد معنی‌دار نبود. دلیل این موضوع را می‌توان به عدم تامین مناسب عنصر نیتروژن در تیمار کاربرد نیتروکسین نسبت داد. به عبارت دیگر، کود نیتروکسین به تنهایی نمی‌تواند نیتروژن مورد نیاز گیاه را تامین نماید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف بالنگوی شهری تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	SPAD _{max}	ارتفاع بوته	شاخه فرعی	در صد موسیلاژ	عملکرد موسیلاژ	عملکرد دانه
تکرار	۲	۳/۷۶ ^{ns}	۴/۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۵۲۸ ^{**}	۷۲۳/۷۹۲ ^{**}
سیستم کشت (S)	۳	۵۲/۸۹ ^{**}	۱۴۶/۸۴ ^{**}	۱۸/۰۷ ^{**}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۷۸۳ ^{**}	۶۴۵۲/۳۷۲ ^{**}
کاربرد کود (F)	۳	۷۹/۸۳ ^{**}	۱۶۱/۵۱ ^{**}	۱/۰۰ ^{**}	۰/۱۲۴*	۴/۲۵۲ ^{**}	۶۴۷۲/۲۳۶ ^{**}
S×F	۹	۱/۳۳ ^{ns}	۳/۸۱ ^{ns}	۰/۲۳ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۱۷۷ ^{ns}	۳۰۷/۹۳۷*
خطا	۳۰	۶/۱۷	۵/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۹۲	۳۳۲/۹۹۸
ضریب تغییرات (%)		۶/۰۶	۸/۶۵	۱۱/۲۳	۸/۱۹	۱۲/۷۷	۱۰/۳۲

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

جدول ۳- میانگین صفات مختلف بالنگوی شهری تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

تیمار	SPAD _{max}	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	درصد موسیلاژ	عملکرد موسیلاژ (g. m ⁻²)	عملکرد دانه (g. m ⁻²)
سیستم کشت						
S1	۳۸/۴۰۰c	۲۲/۲۵۵d	۰/۰۰۰d	۲/۰۶۲a	۲/۹۲۱a	۱۴۰/۱۷۸a
S2	۴۰/۳۳۸bc	۲۴/۷۷۰c	۲/۸۰۸b	۲/۰۶۹a	۱/۷۴۸c	۸۴/۲۴۱c
S3	۴۱/۷۸۳ab	۲۷/۸۰۲b	۲/۰۱۶a	۲/۰۵۳a	۲/۴۱۸b	۱۱۶/۷۳۳b
S4	۴۳/۳۲۸a	۳۰/۲۷۰a	۰/۹۵۰d	۲/۰۴۵a	۲/۴۲۶b	۱۱۷/۲۱۵b
کاربرد کود						
F ₁	۴۳/۲۵۸a	۲۹/۹۱۸a	۱/۷۴۱a	۲/۱۷۲a	۳/۰۴۵a	۱۳۹/۸۲۹a
F ₂	۴۲/۸۳۰a	۲۸/۲۷۰a	۱/۶۳۳a	۲/۱۱۳ab	۲/۷۰۰b	۱۲۸/۲۸۹b
F ₃	۴۰/۰۰۵b	۲۵/۳۵۵b	۱/۲۶۶b	۱/۹۸۰bc	۱/۹۹۹c	۱۰۰/۶۱۸c
F ₄	۳۷/۷۵۵c	۲۱/۵۵۵c	۱/۱۳۳b	۱/۹۶۳c	۱/۷۶۹c	۹۰/۱۳۲d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

اختصارات: S₁: کشت خالص بالنگوی شهری، S₂: کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₃: کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₄: کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه؛ F₁: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین، F₂: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره)، F₃: کاربرد کود زیستی نیتروکسین، F₄: عدم کاربرد کود

جدول ۴- میانگین اثرات متقابل صفات مختلف بالنگوی شهری تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

تیمار	SPAD _{max}	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	درصد موسیلاژ	عملکرد موسیلاژ (g. m ⁻²)	عملکرد دانه (g. m ⁻²)
S ₁ F ₁	۴۰/۴۱۰bcdef	۲۴/۱۳۳efg	۰/۰۰۰f	۲/۲۱۰a	۲/۸۱۴a	۱۷۲/۸۰۰a
S ₁ F ₂	۴۰/۲۵۰bcdef	۲۳/۸۷۰fg	۰/۰۰۰f	۲/۱۰۰a	۳/۴۱۳ab	۱۶۲/۹۷۰ab
S ₁ F ₃	۳۶/۸۴۰ef	۲۲/۸۱۰fg	۰/۰۰۰f	۱/۹۸۳a	۲/۳۷۳ef	۱۲۰/۲۷۳ef
S ₁ F ₄	۳۶/۱۰۰f	۱۸/۲۱۰h	۰/۰۰۰f	۱/۹۵۶a	۲/۰۸۵fg	۱۰۶/۶۷۰fg
S ₂ F ₁	۴۲/۸۰۰abc	۲۸/۲۴۰cde	۳/۳۳۳a	۲/۱۳۳a	۱/۹۸۱fgh	۹۲/۷۸۰ghi
S ₂ F ₂	۴۱/۷۱۰abcd	۲۶/۲۰۰def	۳/۲۰۰a	۲/۲۲۳a	۱/۹۹۵fgh	۸۹/۸۲۷ghi
S ₂ F ₃	۳۹/۶۴۰bcdef	۲۳/۲۴۰fg	۲/۴۶۶bc	۱/۹۵۶a	۱/۵۷۸gh	۸۰/۸۰۷hi
S ₂ F ₄	۳۷/۲۰۰def	۲۰/۸۰۰gh	۲/۲۳۳c	۱/۹۶۳a	۱/۴۳۸h	۷۳/۵۵۰i
S ₃ F ₁	۴۳/۶۴۰ab	۳۲/۲۰۰abc	۲/۵۶۶b	۲/۱۷۶a	۳/۱۲۸bcd	۱۴۳/۳۳۷bcd
S ₃ F ₂	۴۳/۵۲۰ab	۳۰/۲۴۰bcd	۲/۳۳۳bc	۲/۰۷۳a	۲/۷۴۳cde	۱۳۲/۳۶۰cde
S ₃ F ₃	۴۱/۶۰۰abcde	۲۶/۴۰۰def	۱/۶۶۶d	۱/۹۹۰a	۲/۰۰۴fgh	۱۰۰/۵۷۷fgh
S ₃ F ₄	۳۸/۳۷۰cdef	۲۲/۳۷۰fg	۱/۵۰۰d	۱/۹۷۳a	۱/۷۹۷fgh	۹۰/۶۶۰ghi
S ₄ F ₁	۴۶/۱۸۰a	۳۵/۱۰۰a	۱/۰۶۶e	۲/۱۷۰a	۳/۲۵۹bc	۱۵۰/۴۰۰bc
S ₄ F ₂	۴۵/۸۴۰a	۳۲/۷۷۰ab	۱/۰۰۰e	۲/۰۵۶a	۲/۶۴۸de	۱۲۸/۰۰۰de
S ₄ F ₃	۴۱/۹۴۰abcd	۲۸/۳۷۰cde	۰/۹۳۳e	۱/۹۹۳a	۲/۰۴۱fg	۱۰۰/۸۱۳fgh
S ₄ F ₄	۳۹/۳۵۰bcdef	۲۴/۸۴۰efg	۰/۸۰۰e	۱/۹۶۰a	۱/۷۵۶gh	۸۹/۶۴۷ghi

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند. اختصارات: S₁: کشت خالص بالنگوی شهری، S₂: کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₃: کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₄: کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه؛ F₁: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین، F₂: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره)، F₃: کاربرد کود زیستی نیتروکسین، F₄: عدم کاربرد کود

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود بر عملکرد دانه بالنگوی شهری در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل سیستم کشت با کاربرد کود در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه (۱۷۲/۸۰) گرم بر متر مربع) در تیمار کشت خالص بالنگوی شهری به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین و کمترین مقدار آن (۷۳/۵۵) گرم بر متر مربع) در تیمار کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه عدم کاربرد کود به‌دست آمد (جدول ۳). رضائی چپانه و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر کشت مخلوط شنبلیله و زنیان گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه شنبلیله در کشت خالص به‌دست آمد. آن‌ها اظهار کردند که کاربرد کود زیستی نیز سبب افزایش عملکرد دانه گردید. اسدی و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژن‌دار عملکرد دانه سورگوم را در شرایط کشت مخلوط با شنبلیله افزایش داد. به نظر می‌رسد که ازتوباکتر موجود در کود زیستی نیتروکسین نقش ویژه‌ای در تولید و ترشح هورمون‌های رشد نظیر اکسین و جیبرلین دارد که همراه با تثبیت نیتروژن، سبب بهبود رشد گیاه می‌شود (کاندیل و همکاران ۲۰۰۴). روستی و همکاران (۲۰۰۶) علت افزایش عملکرد در تلقیح بذر با باکتری‌ها را افزایش فراهمی مواد غذایی موجود در خاک، افزایش وزن ریشه در طول دوره رشد و کنترل پاتوژن‌های ریشه دانستند.

خرفه**کلروفیل نسبی**

بررسی روند تغییرات شاخص کلروفیل در خرفه نشان داد که در بیشتر تیمارها، این شاخص در

روزهای نخست دوره رشد افزایش و پس از رسیدن به مقدار بیشینه، کاهش یافت (شکل ۲). براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) حداکثر شاخص کلروفیل (SPADMax) را متاثر ساخت اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تیمارهای سیستم کشت، بیشترین مقدار SPADMax (۴۵/۳۵) در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه و در بین تیمارهای کودی، بیشترین مقدار این شاخص (۴۵/۱۶) در تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + نیتروکسین مشاهده شد (جدول ۵). حمزه‌ئی (۲۰۱۲) با بررسی کشت مخلوط جو و گاوآنه اظهار کرد که شاخص کلروفیل هر دو گونه در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص آن‌ها افزایش یافت. قوش و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که کشت مخلوط سورگوم و سویا سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ در سورگوم شد. مقصودی و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی سبب افزایش شاخص کلروفیل در ذرت شد.

ارتفاع بوته

اثر ساده سیستم کشت و اثر ساده کاربرد کود به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) ارتفاع نهایی خرفه را متاثر ساخت اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده، در بین تیمارهای سیستم کشت، بیشترین مقدار ارتفاع خرفه (۵۰/۹۹ سانتی‌متر) در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه و کمترین آن (۳۹/۴۰) سانتی‌متر) در تیمار کشت خالص خرفه به‌دست آمد. در بین تیمارهای کودی نیز، بیشترین مقدار ارتفاع (۴۹/۴۳) سانتی‌متر) در تیمار کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین و کمترین آن (۴۰/۵۸) سانتی‌متر) در تیمار عدم کاربرد کود مشاهده

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۵/۶۰ شاخه فرعی در بوته) در تیمار کشت خالص خرفه به همراه کاربرد تلفیقی کود و کمترین مقدار آن (۲/۳۳ شاخه فرعی در بوته) در تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه عدم کاربرد کود مشاهده گردید (جدول ۷). سیدی (۲۰۱۱) با بررسی کشت مخلوط جو و نخود بیان کردند که استفاده از کشت مخلوط تعداد شاخه فرعی نخود را کاهش داد. آن‌ها دلیل این موضوع را کاهش منابع رشد در اثر افزایش رقابت بین گونه‌ای دانستند. آراز و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که کاربرد کود زیستی نیتروکسین در کشت رازیانه سبب افزایش تعداد شاخه فرعی گیاه گردید.

شد (جدول ۵). قلی‌نژاد و رضائی چپانه (۲۰۱۴) با بررسی کشت مخلوط نخود و سیاهدانه گزارش کردند که ارتفاع سیاهدانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. آن‌ها بیان کردند که در کشت مخلوط با افزایش تراکم، از نفوذ نور مستقیم خورشید به بخش‌های پایین کانوپی کاسته و این موضوع سبب کاهش تجزیه هورمون اکسین در گیاه می‌شود. در نتیجه، غلظت اکسین در بافت‌های گیاه افزایش می‌یابد و سرانجام سبب افزایش ارتفاع بوته می‌گردد.

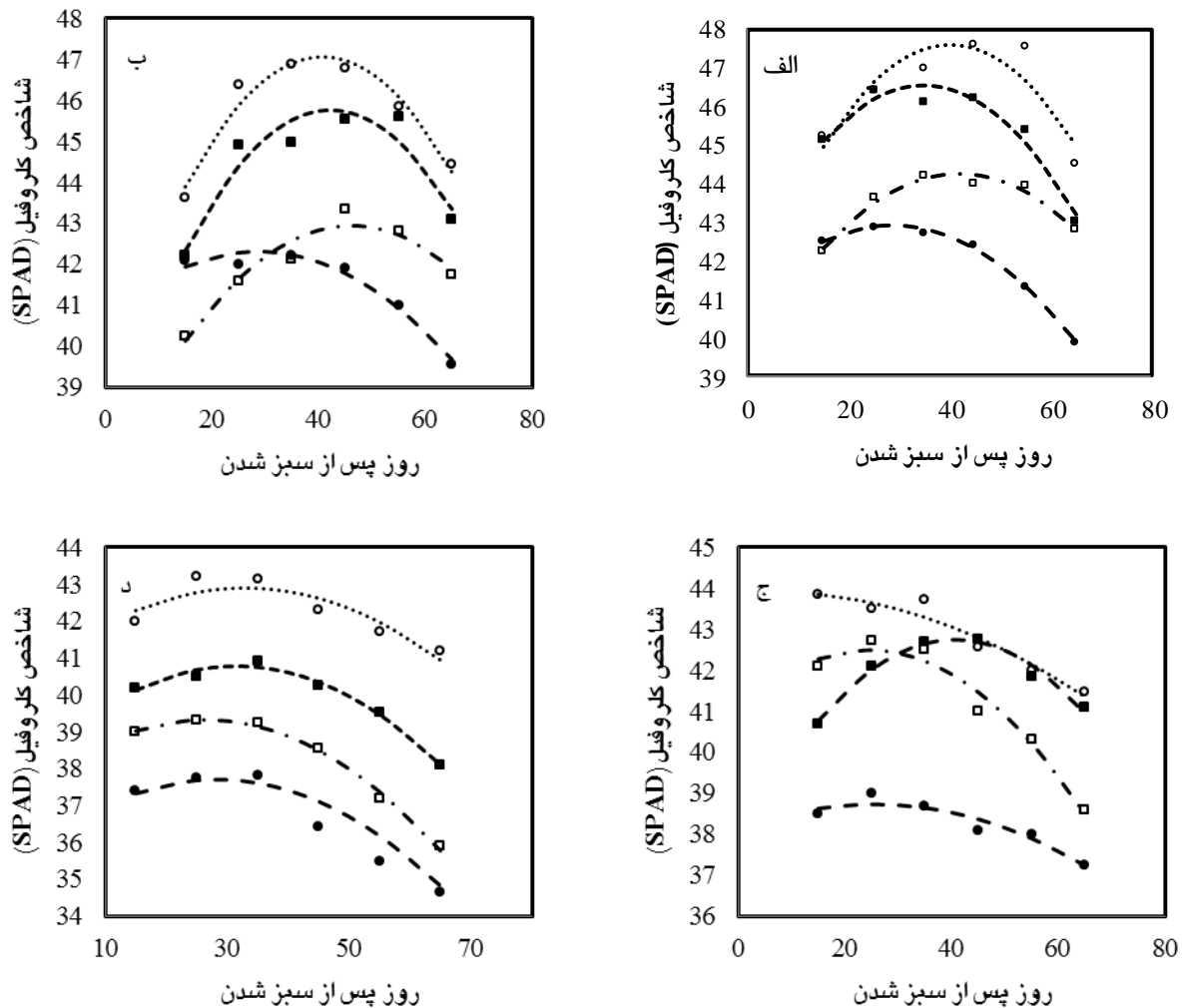
تعداد شاخه فرعی

اثر ساده سیستم کشت، اثر ساده کاربرد کود و اثر متقابل آن‌ها به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) تعداد شاخه فرعی خرفه را متاثر ساخت (جدول ۴). نتایج

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف خرفه تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	SPAD _{max}	ارتفاع	شاخه فرعی	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۱/۱۹۱ ^{ns}	۵۶/۱۶۲ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	۱۸/۸۶۰ ^{ns}
سیستم کشت (S)	۳	۵۱/۶۶۰ ^{**}	۲۹۲/۱۸۹ ^{**}	۸/۷۸۰ ^{**}	۱۰۷۳/۲۰۲ ^{**}
کاربرد کود (F)	۳	۶۴/۲۱۰ ^{**}	۲۰۰/۶۰۶ ^{**}	۷/۶۰۲ ^{**}	۱۰۸۸/۷۳۶ ^{**}
S×F	۹	۱/۸۶۲ ^{ns}	۱/۰۷۶ ^{ns}	۰/۲۳۰ ^{**}	۵۱/۹۲۷ ^{**}
خطا	۳۰	۶/۹۲۵	۳۳/۰۰۵	۰/۱۳۱	۱۵/۸۶۸
ضریب تغییرات (%)		۶/۱۳	۱۲/۷۵	۹/۵۲	۱۰/۵۰

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.



شکل ۲- اثر کشت مخلوط و کاربرد کود بر روند شاخص کلروفیل (SPAD) خرفه

توضیحات: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین (الف)، کود شیمیایی نیتروژن دار (اوره) (ب)، کود زیستی نیتروکسین (ج)، عدم کاربرد کود (د)؛ کشت خالص خرفه (●- - -)، کشت ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (○.....)، کشت ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (■- - - -)، کشت ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه (□- - -)؛ نقاط و خطوط به ترتیب بیانگر مشاهدات مستقیم و روند رگرسیونی می باشند.

عملکرد دانه

اثر ساده سیستم کشت، اثر ساده کاربرد کود و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد به طور معنی داری عملکرد دانه را متاثر ساخت (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار عملکرد دانه (۶۰/۵۱ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کشت خالص خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار + کود زیستی نیتروکسین بود. همچنین،

تیمار کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه عدم کاربرد کود کمترین مقدار عملکرد (۲۰/۴۶ گرم بر متر مربع) را تولید کرد (جدول ۷). کوچکی و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی کشت مخلوط سیاهدانه، نخود و لوبیا گزارش کردند که در کشت مخلوط عملکرد دانه هر سه گونه کاهش یافت. اثر مفید و مثبت کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ریحان نیز گزارش شده است (اردوخانی و همکاران ۲۰۱۱). با توجه به

جدول ۶- میانگین صفات مختلف خرفه تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

عملکرد دانه (g.m ⁻²)	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته (cm)	SPAD _{max}	تیمار
سیستم کشت				
۴۸/۵۹۳a	۴/۸۹۱a	۳۹/۴۰۶c	۴۰/۴۷۳c	S ₁
۴۰/۸۱۲b	۴/۰۲۵b	۴۳/۲۰۳bc	۴۲/۲۱۸bc	S ₂
۳۶/۳۷۸c	۳/۴۴۱c	۴۶/۶۲۱ab	۴۳/۶۲۰ab	S ₃
۲۵/۹۳۴d	۲/۸۹۱d	۵۰/۹۹۳a	۴۵/۳۵۸a	S ₄
کاربرد کود				
۴۷/۱۰۲a	۴/۷۳۵a	۴۹/۴۳۲a	۴۵/۱۶۳a	F ₁
۴۵/۰۱۸a	۴/۲۱۶b	۴۷/۴۵۱ab	۴۴/۳۸۳a	F ₂
۳۱/۴۶۸b	۳/۲۹۱c	۴۲/۷۵۲bc	۴۲/۰۵۵b	F ₃
۲۸/۱۲۹c	۳/۰۱۶c	۴۰/۵۸۸c	۴۰/۰۶۸b	F ₄

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

اختصارات: S₁: کشت خالص خرفه، S₂: کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₃: کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₄: کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه؛ F₁: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین، F₂: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره)، F₃: کاربرد کود زیستی نیتروکسین، F₄: عدم کاربرد کود

و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژن‌دار عملکرد دانه سورگوم را در شرایط کشت مخلوط با شنبلیله افزایش داد. نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی کشت مخلوط ذرت و خنجر بیان کردند که استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و شیمیایی، عملکرد دانه خنجر را افزایش داد. باکتری‌های محرک رشد گیاه، در منطقه ریزوسفر از طریق مکانیسم‌های مختلفی سبب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند. مکانیسم‌های تأثیر گذار این باکتری‌ها مانند تثبیت زیستی نیتروژن، تولید هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد گیاه (اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها) و افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاه، کنترل عوامل بیماری‌زا، تغییر در مورفولوژی ریشه و تولید ویتامین به اثبات رسیده است (گوررو-مولینا و همکاران ۲۰۱۲).

جدول ۶ ملاحظه می‌شود که با افزایش تراکم بالنگوی شهری به تدریج عملکرد دانه خرفه کاهش یافت. در حقیقت، افزایش تراکم بالنگوی شهری در کشت مخلوط با خرفه، سبب افزایش رقابت برای دستیابی به منابع رشد (نور، آب و عناصر غذایی) می‌شود و از دسترسی خرفه به این منابع می‌کاهد. کمبود منابع رشد، سبب تغییر در رشد گیاه و کاهش شاخص سطح برگ می‌گردد و زمینه را برای کاهش فتوسنتز و آسیمیلاسیون فراهم می‌آورد. این موضوع، اثر زیان‌باری بر تشکیل، باروری و رشد گل‌ها دارد و به دنبال آن عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. میویابانتو و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی در کشت مخلوط ذرت و سویا ضمن افزایش عملکرد دو گونه، سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی شد. اسدی

جدول ۷- میانگین صفات مختلف خرفه تحت تاثیر توام الگوهای مختلف کشت و کاربرد کود

عملکرد دانه (g.m ⁻²)	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته (cm)	SPAD _{max}	تیمار
۶۰/۵۱۰a	۵/۶۰۰a	۴۳/۱۰۲bcdef	۴۲/۸۵۰abcd	S ₁ F ₁
۵۹/۸۹۰a	۵/۳۳۳ab	۴۱/۲۸۰cdef	۴۲/۲۱۰bcd	S ₁ F ₂
۳۸/۴۳۷cd	۴/۶۰۰cd	۳۷/۴۰۷ef	۳۹/۰۰۰cd	S ₁ F ₃
۳۵/۵۳۳de	۴/۰۳۳d	۳۵/۸۳۳f	۳۷/۸۳۰d	S ₁ F ₄
۵۰/۹۹۲b	۵/۰۰۰abc	۴۷/۳۵۲abcde	۴۴/۰۰۰abc	S ₂ F ₁
۴۷/۱۷۰b	۴/۷۳۳bc	۴۵/۷۷۷abcdef	۴۲/۸۲۰abcd	S ₂ F ₂
۳۴/۰۱۰de	۳/۱۶۶ef	۴۰/۹۵۰cdef	۴۲/۷۴۰abcd	S ₂ F ₃
۳۱/۰۷۳ef	۳/۲۰۰e	۳۸/۷۳۳def	۳۹/۳۱۰cd	S ₂ F ₄
۴۷/۲۸۳b	۴/۳۶۶cd	۵۱/۱۲۳abc	۴۶/۲۰۰ab	S ₃ F ₁
۴۴/۳۱۰bc	۴/۴۰۰d	۴۹/۲۴۷abcd	۴۵/۶۰۰ab	S ₃ F ₂
۲۸/۴۷۰ef	۲/۹۰۰efg	۴۴/۵۴۷bcdef	۴۲/۷۶۰abcd	S ₃ F ₃
۲۵/۴۵۰fg	۲/۵۰۰fg	۴۱/۵۶۷cdef	۳۹/۹۲۰cd	S ₃ F ₄
۲۹/۶۲۰ef	۲/۹۳۳d	۵۶/۱۴۷a	۴۷/۶۰۰a	S ₄ F ₁
۲۸/۷۰۳ef	۲/۸۰۰efg	۵۳/۵۰۰ab	۴۶/۹۰۰ab	S ₄ F ₂
۲۴/۹۵۳fg	۲/۵۰۰fg	۴۸/۱۰۳abcde	۴۳/۷۲۰abc	S ₄ F ₃
۲۰/۴۶۰g	۲/۳۳۳g	۴۶/۲۰۰bcdef	۴۳/۲۱۰abc	S ₄ F ₄

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

اختصارات: S₁: کشت خالص خرفه، S₂: کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₃: کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₄: کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه؛ F₁: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین، F₂: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن‌دار (اوره)، F₃: کاربرد کود زیستی نیتروکسین، F₄: عدم کاربرد کود

ارزیابی کشت مخلوط

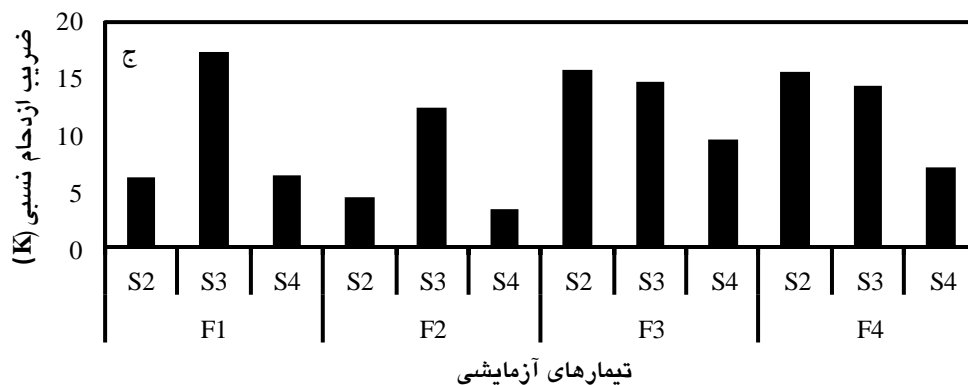
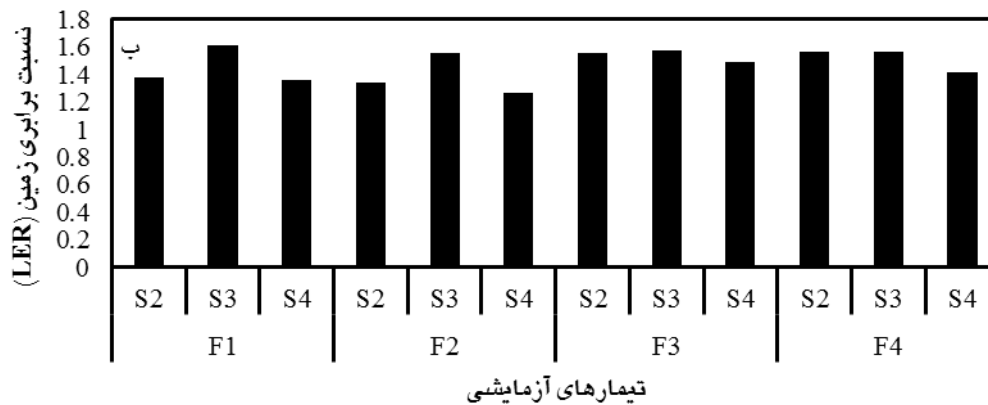
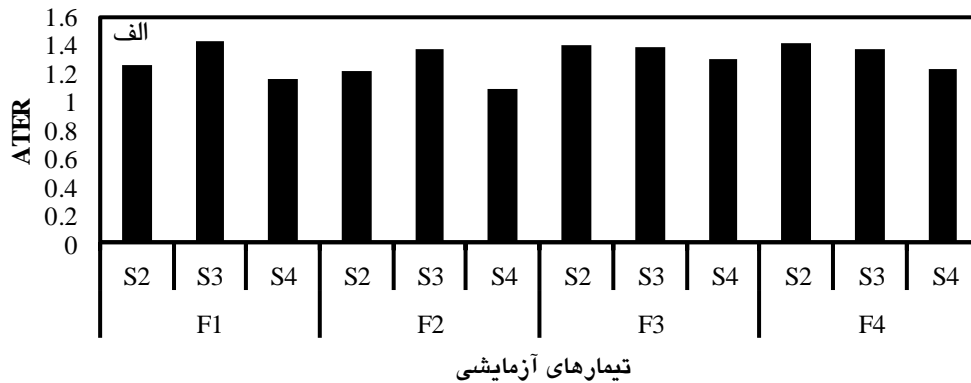
نسبت برابری سطح زیر کشت و زمان (ATER)

مقدار ATER در تمام تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از ۱ بود. بیشترین مقدار این شاخص (۱/۴۲)، در تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد (شکل ۳-الف). سینگ و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی کشت مخلوط شمعدانی عطری و سیر گزارش کردند که در همه تیمارهای کشت مخلوط مقدار ATER بیش از ۱ بود. مشاهده مقدار $ATER < 1$ در همه تیمارهای کشت

مخلوط، بیانگر سودمندی کشت مخلوط در ارتباط با زمان است. تفاوت‌های مورفولوژیکی، یکسان نبودن زمان گل‌دهی و رسیدگی خرفه و بالنگوی شهری، ممکن است باعث جدایی آشیان اکولوژیکی این دو گونه شده و زمینه را برای تولید رقابتی فراهم کرده باشد.

نسبت برابری زمین (LER)

همه تیمارهای کشت مخلوط، مقدار LER بیشتری نسبت به تیمارهای کشت خالص داشتند (شکل ۳). این موضوع بیانگر برتری کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص در تمام تیمارها است. بیشترین نسبت برابری زمین با مقدار ۱/۶۱ در تیمار کشت



شکل ۳- عملکرد نسبی، نسبت برابری سطح و زمان (الف) و نسبت برابری زمین (ب) خرفه و بالنگوی شهری

تحت تاثیر سیستم کشت و کاربرد کود

اختصارات: S₂: کشت مخلوط ۲۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₃: کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه، S₄: کشت مخلوط ۷۵٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه؛ F₁: کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن دار (اوره) + کود زیستی نیتروکسین، F₂: کاربرد کود شیمیایی نیتروژن دار (اوره)، F₃: کاربرد کود زیستی نیتروکسین، F₄: عدم کاربرد کود

مواد آلی از ریشه‌ها در ریزوسفر ممکن است فعالیت-های میکروارگانیزم‌های مفید خاک را افزایش دهد.

ضریب تراکم نسبی (K)

نتایج ارزیابی داده‌های آزمایشی نشان داد که مقدار ضریب تراکم نسبی (K) در همه کشت‌های مخلوط بیش از یک بود (شکل ۳-ج). این موضوع، بیانگر برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. آگنهو و همکاران (۲۰۰۶) نیز با استفاده از شاخص ضریب ازدحام نسبی، سودمندی کشت مخلوط جو و باقالا را نسبت به کشت خالص این دو گونه گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد تلفیقی کود اوره و نیتروکسین سبب افزایش عملکرد در هر دو گیاه شد. کشت مخلوط عملکرد دانه گونه‌ها را کاهش داد. با این حال، شاخص-های ارزیابی سودمندی کشت مخلوط، برتری کشت مخلوط را نسبت به کشت خالص تایید کردند، به‌طوری‌که در تمام تیمارهای کشت مخلوط LER بزرگتر از یک بود. با توجه به این شاخص‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در بین تیمارهای کشت مخلوط، تیمار کشت مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین، از کارایی بیشتری برخوردار بود.

مخلوط ۵۰٪ بالنگوی شهری + ۱۰۰٪ خرفه به همراه کاربرد تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی نیتروژن‌دار + کود زیستی نیتروکسین مشاهده شد (شکل ۳-ب). یاسین و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که در کشت مخلوط گیاه *Vetiveria zizanioides* با ریحان و تربچه، نسبت برابری زمین، معادل ۱/۵۴ بود. رضائی‌چپانه و دباغ محمدی نسب (۲۰۱۴) نیز با بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نتایج مشابهی را گزارش کردند. جداسازی آشیان‌های اکولوژیکی و استفاده از راهکارهای کاهش رقابت، می‌تواند توضیحی برای سودمندی کشت مخلوط خرفه و بالنگوی شهری نسبت به کشت خالص آن‌ها باشد. از آنجا که بالنگوی شهری تقریباً در اوایل دوره گلدهی خرفه برداشت می‌شود لذا این پدیده سبب کاهش چشمگیر رقابت بین دو گیاه خواهد شد. در کشت مخلوط سطح برگ در واحد سطح افزایش می‌یابد که افزون بر بهره‌برداری بیشتر از نور، از طریق سایه-اندازی، دمای خاک و به دنبال آن تبخیر را کاهش میدهد و بدین ترتیب نور و آبی را که در کشت خالص به هدر می‌رفت، وارد چرخه تولید می‌کند. در خاک نیز تفاوت-های مورفولوژیکی ریشه، باعث بهره‌برداری بهتر و بیشتر از عناصر غذایی در افق‌های مختلف خاک می‌شود. افزایش بیوماس ریشه در خاک و ترشح برخی

منابع مورد استفاده

- Abdel-Aziez SM, Eweda WE, Girgis MGZ and Abdel Ghany BF, 2014. Improving the productivity and quality of black cumin (*Nigella sativa*) by using Azotobacter as N₂ biofertilizer. *Annals of Agricultural Science* 59(1): 95-108.
- Agegehu G, Ghizaw A and Sinebo W, 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *European Journal of Agronomy*, 25: 202-207.
- Aghaei Gharachorlou P, 2013. Effect of different irrigation treatments and plant density on yield and effective substances of Dragon's hean (*Lallemantia iberica* Fish. et Mey.). MSc thesi of agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz University.
- Alexandratos N, 2003. World agriculture: towards 2015-30. In proceeding of congress on global food Security and Role of Sustainable Fertilization, 26-28 March 2003. Rome. Italy.

- Asadi S, Chayichi MR, Abasdokhot H, Asghari HR and Gholipoor M, 2013. Evaluation of forage qualitative characteristics of Sorghum and Fenugreek affected by nitrogen fertilizer (biological, chemical and integrated) in additive intercropping. Iranian Journal of Crop Science, 44 (3): 479-493. (In Persian).
- Azzaz NA, Hassan EA and Hamad EH, 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic Applied Science. 3(2): 579-87.
- Bagheri Shirvan M, 2012. Evaluation of intercropping of soybean with sweet basil and borage. MSc thesis of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Environmental and Agricultural Science of Sari.
- Barbosa-Filho JM, Alencar AA, Nunes Tomaz AC, Sena Filho JG and Athayde Filho PF, 2008. Sources of alpha, beta, gamma, delta and epsilon-carotenes: A twentieth century review. Revista Brasileira de Farmacognosia. 18: 135-54.
- Carrubba A, Torre R, Saiano F and Aiello P, 2008. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. Agronomy and Sustainable Development. 28: 247-256.
- Chan K, Islam MW, Kamil M, Radhakrishna R, Zakaria MN and Habibullah M, 2000. The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. Journal of Ethnopharmacology. 73: 445-51.
- Chapagain T and Riseman A, 2014. Barley-pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research. 166: 18-25.
- Dehghani Meshkani MR, Naghdibadi H, Darzi MT, Mehrafarin A, Rezazadeh S and Kadkhoda Z, 2010. Effect of biological and chemical fertilizers on quality and quantity yield of *Matricaria recutita* L. Journal of Medicinal Plants, 10 (2): 35-48.
- Fekri N, Khayami M, Heydari R and Javadi MA, 2008. Isolation and identification of monosaccharide of Mucilage in Dragon's head by thin layer chromatography. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research, 24 (2): 207-216.
- Garousi H, Hemati K and Habibi D, 2013. The impact of growth promoting bacteria, vermicompost, compost and waste on growth indices, chlorophyll, essential oil and some secondary compounds of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Ecophysiological Research, 31 (3): 58-66. (In Persian).
- Gholi Nejad A and Rezayi Chiyaneh A, 2014. Evaluation of seed yield and quality of *Nigella sativa* L. with intercropping of pea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Agronomy Science, 16 (3): 236-249. (In Persian).
- Ghosh PK, Manna MC, Bandyopadhyay K, Ajay K, Tripathi AK, Wanjari RH, Hati KM, Misra AK, Acharya CL and Subba Rao A, 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. Agronomy Journal. 98: 1097-1108.
- Guerrero-Molina MF, Winik B, Pedraza RO, 2012. More than rhizosphere colonization of strawberry plants by *Azospirillum brasilense*. Applied Soil Ecology. 61: 205-212.
- Habibi A, Heydari G, Sohrabi Y and Mohammadi K, 2012. Effect of chemical and biological fertilizers on yield and yield components of Medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. Convar. pepo Var. styriaca). Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 28 (4): 604-615. (In Persian).
- Hamzei J and Najari S, 2013. Evaluation of the possibility of reducing nitrogen fertilizer application using nitroxin biofertilizer in the production of anise (*Pimpinella anisum* L.) medicinal plant. Sustainable Agriculture, 23 (4): 57-70. (In Persian).
- Hamzei J, 2012. Evaluation of yield, SPAD, land equivalent ration and land efficiency in intercropping of barley and bitter vetch. Journal of Crop Production, 2 (4): 79-91.
- Jahan M, Amiri MB, Dehghanipoor F and tahami MK, 2013. Effect of application of biofertilizer and winter summer crops on production, essential oil and some agroecological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Agronomy Research, 10 (4): 751-763. (In Persian).

- Kandil AA, Badawi MA, EL-Moursy SA and Abdou MA, 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on growth attributes of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). Basic Applied Science. 5(2): 227-237.
- Katayoun MS, 2006. Essential oil composition of *Lallemantia iberica* Fisch. et C.A. Mey. Journal of Essential Oil Research. 18(2): 164-165.
- Koochaki A, Nasiri Mahalati M, Boroumand Rezazadeh Z, Jahani M and Jafari L, 2014. Evaluation of yield of *Nigella sativa* L. in intercropping with pea (*Cicer arietinum* L.) and dry bean (*Phaseoluse vulgaris* L.). Iranian Journal of Agronomy Research, 12 (1): 1-8. (In Persian).
- Maghsoudi A, Ghalavand A and Aghaalikhani M, 2014. The effect of different levels of fertilizer (organic, biological and chemical) on morphological traits and yield of corn single-cross 7. Journal of Agronomy, 104: 129-135.
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of International Agrophysics. 21(4): 361-366.
- Mehdi D, Turan N and Issa K, 2015. Evaluation of aloe vera intercropping on quantitative and qualitative characteristics of roselle. Bulgar. Journal of Agricultural Science. 21(4): 779-783.
- Muyayabantu GM, Kadiata BD and Nkongolo KK, 2013. Assessing the effects of integrated soil fertility management on biological efficiency and economic advantages of intercropped maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) in DR Congo. American Journal of Experimental Agriculture. 3(3): 520-541.
- Naghizadeh M, Ramroudi M, Golavi M, Siyahsar B, Heydari M and Maghsoudi Mood AA, 2012. Effect of a variety of biological and chemical phosphorus fertilizer on yield and yield components of corn and green pea in intercropping systems. Iranian Journal of Crop Science, 43 (2): 203-215. (In Persian).
- Nakhzari Moghadam A, 2012. Intercropping forage yield and quality of forage barley and mustard in different planting dates. Journal of Crop Production, 5 (4): 173-189.
- Nazari Haris A, 2013. Effect of organic and chemical fertilizers on the yield and essential oil of Dragon's head under limited irrigation conditions. MSc thesis of agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz University.
- Nori-Shargh D, Kiaei SM, Deyhimi F, Mozaffarian V, Yahyaei H, 2009. The volatile constituents analysis of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer from Iran. Natural Product Research. 23, 546-548. (In Persian).
- Okpara DA, 2000. Growth and yield of maize and vegetable cowpea as influenced by intercropping and nitrogen fertilizer in the lowland humid tropics. Journal of Sustainable Agriculture and the Environment, 2(2):188-194.
- Ordooghani K, Sharafzadeh S and Zare M, 2011. Influence of PGPR on Growth, Essential Oil and Nutrients Uptake of Sweet Basil. Advances in Environmental Biology. 5(4): 672-677.
- Palaniswamy UR, Bible BB, McAvoy RJ, 2004. Oxalic acid concentrations in Purslane (*Portulaca oleraceae* L.) is altered by the stage of harvest and the nitrate to ammonium ratios in hydroponics. Science of Horticulture 102: 267-275.
- Rezayi Chiyaneh A and Dabbagh Mohammadi Nassab A, 2014. Evaluation of application of biological and chemical fertilizers on quality and quantity yield of ammi. Agricultural Ecology, 6 (3): 582-594. (In Persian).
- Rezayi Chiyaneh A, Taj bakhsh M and Fotouhi Chiyaneh S, 2014. Yield and yield components of *Trigonella foenum-graecum* L. with strip intercropping with *Carum copticum* L. under application of biological and chemical fertilizer. Agricultural Science and Sustainable Production, 24 (4): 1-15. (In Persian).

- Roesty D, Gaur R and Johri BN, 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. *Soil Biological and Biochemistry*, 38: 1111-1120
- Seyedi M, 2011. Effect of intercropping of pea and barley on seed yield and weed control in Hamadan. MSc thesis of agronomy, Faculty of Agriculture, Buali Sina university of Hamadan.
- Singh D, Chand S, Anvar M and Patra D, 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. *Jouranal of Medicinal and Aromatics Plant Science*. 25: 414-419.
- Singh M, Singh UB, Ram M, Yadav A and Chanotiya CS, 2013. Biomass yield, essential oil yield and quality of geranium (*Pelargonium graveolens* L. Her.) as influenced by intercropping with garlic (*Allium sativum* L.) under subtropical and temperate climate of India. *Industrial Crops and Products*. 46: 234-237.
- Veisi H, Liaghati H and Alipour A, 2016. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). *Ecological Indicators*. 60: 644-654.
- Yadav RD, Keshwa GL and Yadva SS, 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Medicinal and Aromatics Plant Science*. 25: 668-671.
- Yassein M, Singh M and Ram D, 2014. Growth, yield and economics of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) under intercropping system. *Industrial Crops and Products*. 61: 417-421.