نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۷۷-۳۶۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 2, Summer. 2015, p. 369-377

مقایسه عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی زیست‌توده رازیانه تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی

مینا آقابابادستجردی[1*]- مجید امینی‌دهقی[2]- محمدرضا چایی‌چی[3]- زینب بساق‌زاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف کوددهی بر عملکرد و کیفیت زیست‌توده رازیانه، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی در برگیرنده‌ی سطوح مختلف کودی شامل: ۱- شاهد (عدم کوددهی)، ۲- کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲)، ۳- کود تلفیقی (کود زیستی+ ۵۰٪ کود شیمیایی)، ۴- کود شیمیایی (سوپر فسفات تریپل براساس آزمون خاک) و کرت‌های فرعی در برگیرنده‌ی تعداد دفعات برداشت در چهار سطح (۱- چین اول، ۲- چین دوم، ۳- چین سوم و ۴- چین چهارم) بودند. نتایج نشان داد که اثر کود، دفعات برداشت و برهم‌کنش آنها بر کلیه صفات مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، عملکرد علوفه و عملکرد اسانس با کاربرد کود تلفیقی در چین اول حاصل شد. بیشترین نسبت برگ به ساقه از تیمار عدم کوددهی در چین چهارم به‌دست آمد. بالاترین درصد اسانس با دریافت کود تلفیقی در چین دوم حاصل شد. با توجه به نتایج پژوهش استفاده از کودهای تلفیقی می‌تواند بالاترین کیفیت علوفه مورد نظر را تأمین نماید که مبین اثر مثبت کود تلفیقی در تولید علوفه‌دارو با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، چین‌برداری، علوفه‌دارو، کود زیستی

مقدمه

توجه به تغذیه دام با هدف ایجاد مقاومت به بیماری، اثرات اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را در درازمدت به دنبال خواهد داشت. در این راستا، گیاهانی که ترکیب‌های ثانویه تولید می‌کنند، می‌توانند اثرات مفیدی روی تغذیه و سلامتی دام داشته باشند. در مقادیر زیاد، متابولیت‌های ثانویه می‌توانند تأثیر منفی بر فرآیندهای سلولی و سوخت و ساز بگذارند و موجب کاهش مصرف زیست‌توده و کم شدن وزن دام شوند (۳۱). با این حال، این ترکیبات اثرات نامطلوبی بر باکتری‌ها، انگل‌ها و قارچ‌های مضر ساکن بدن دام‌ها که عامل کاهش سلامتی هستند، دارند (۲۷). به این ترتیب در غلظت خاص و در مخلوط مناسب، متابولیت‌های ثانویه می‌توانند اثرات مفیدی روی دام‌ها داشته باشند (۳۰). در تولید علوفه‌دارو بسیاری از گیاهانی که خصوصیات دارویی دارند، معمولاً به‌عنوان علوفه در نظر گرفته نمی‌شوند. یک راه حل این است که این گیاهان در ردیف‌هایی به‌صورت کشت مخلوط در مجاورت محصول اصلی، کشت شوند که در آن حیوانات چرا کنند. این تنوع در ترکیب گیاهی، ضمن تضمین ارتقاء کیفیت علوفه تولیدی می‌تواند از فشار بیش از حد از محصول علوفه‌ای اصلی بکاهد و به پایداری و سازگاری آن کمک کند. غلظت بالای متابولیت‌های ثانویه، سلامت و بهره‌وری حیوانات را به چالش می‌کشد. مصرف این ترکیبات در مقادیر بالا، می‌تواند سلول‌ها و فرآیند متابولیک بدن را تحت تأثیر قرار دهد. به همین دلیل زمانی‌که این گیاهان در مخلوط با گیاهان علوفه‌ای مصرف شوند، از سمیت این ترکیبات کاسته می‌شود (۳۱).

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill. گیاهی علفی،

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: minadastjerdi@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران
۳- استاد اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود

معطر و چندساله از خانواده‌ی چتریان است. مهم‌ترین ترکیب اسانس رازیانه را آنتول تشکیل می‌دهد که اهمیت فراوانی در صنایع داروسازی و عطرسازی دارد. ترکیبات مهم دیگر شامل فنکون، لیمونن، استراگول و آلفاپنین می‌باشند. تمامی پیکر رویشی گیاه حاوی اسانس است که در صنایع داروسازی از مواد مؤثره آن به‌عنوان ضد سرفه، ضد نفخ و شیرافزا استفاده می‌شود (۲۲). به‌نظر می‌رسد مصرف علوفه رازیانه بتواند ضمن برطرف نمودن نیازهای غذایی دام با تأمین متابولیت‌های ثانویه در جهت ارتقاء سطح سلامتی دام بدون نیاز به استفاده از داروهای شیمیایی، مؤثر باشد. همچنین می‌تواند اثرات نامطلوب تغذیه از گیاهان علوفه‌ای خانواده پروانه‌آسا را تعدیل نموده و روی افزایش تولید شیر دام اثرات مثبت داشته باشد. بدیهی است که اثرات مثبت و کیفی فرآورده‌های دامی حاصل از تغذیه با این نوع علوفه روی مصرف‌کنندگان نیز قابل توجه خواهد بود (۲۳).

اگرچه تولید متابولیت‌های ثانویه تحت کنترل ژن‌ها هستند، ولی میزان تولید آنها به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد که ازجمله مهم‌ترین این عوامل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف هستند (۳۲). در نیم قرن گذشته مصرف کودهای شیمیایی عملکرد بسیاری از محصولات زراعی را افزایش داده، ولی ثبات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بیش از حد این کودها و عدم واکنش اغلب این محصولات به مصرف مقادیر بیشتر کودها، تولیدات مواد غذایی را در دهه‌های آینده با مشکل مواجه خواهد ساخت. توجه به کودهای زیستی به‌عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی، به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک در کشاورزی پایدار به‌عنوان یک رویکرد جدید مطرح شده است (۱۸). کودهای زیستی بر مبنای گزینش طبیعی انواع موجودات مفید خاک برای اهداف متفاوتی تهیه می‌شوند که حداکثر کارایی و بازدهی را از نظر تولید عوامل محرک رشد و فراهم‌سازی عناصر غذایی، به شکل قابل جذب برای گیاه داشته باشند. کودهای زیستی از باکتری‌ها و همچنین قارچ‌های مفیدی تشکیل شده‌اند که هر یک به‌منظور خاصی ازجمله تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول، تولید می‌شوند. این باکتری‌ها با استقرار در منطقه ریشه، گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند (۲۴). نتایج حاصل از پژوهش روی گیاه دارویی رازیانه بیانگر آن بود که کاربرد کودهای بیولوژیک موجب افزایش عملکرد بیولوژیک، درصد و عملکرد اسانس در مقایسه با عدم مصرف کود گردید (۱۵). کاربرد کود فسفات زیستی در رازیانه موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و میزان اسانس در مقایسه با عدم مصرف گردید (۷ و ۸). در رابطه با نقش کودهای زیستی روی گیاه دارویی، نتایج نشان داد که بالاترین زیست‌توده و عملکرد اسانس رازیانه در تیمار تلفیق ۵۰ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به همراه آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس حاصل می‌شود (۲۸). آزاز و همکاران (۲۰) امکان استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی را در گیاه رازیانه بررسی کرده و نتیجه گرفتند که رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه در تیمارهای کود زیستی افزایش یافت.

علاوه بر نقش عناصر غذایی بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی، تأثیر شرایط کاشت، مرحله رشد و زمان برداشت نیز غیر قابل انکار است (۱۱). برخی از محققان یک روند کاهش تدریجی در میزان اسانس و برخی از اجزای اسانس را در طی برداشت‌های متوالی در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) گزارش کردند (۲۶). نتایج بررسی تأثیر مصرف ریزمغذی‌ها بر عملکرد و اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) نشان داد که گیاه در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مناسب‌تری برخوردار بود، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد اسانس را در چین اول تولید نمود، اما میزان اسانس بوته در چین اول نسبت به چین دوم کمتر بود (۵).

با توجه به ضرورت تولید سالم گیاهان دارویی و عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص برداشت‌های متوالی در گیاهان دارویی دوساله یا چندساله، لزوم تحقیقات بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. هدف از این تحقیق، تعیین مناسب‌ترین ترکیب کودی طی نوبت‌های مختلف برداشت جهت افزایش کیفیت زیست‌توده دارویی سالم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران واقع در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی سالیانه‌ی ۲۳۸/۹ میلی‌متر به اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. کرت‌های اصلی دربرگیرنده‌ی نظام‌های مختلف کودی در چهار سطح شاهد (عدم کوددهی)، کود زیستی (نیتروکسین و فسفات بارور ۲)، کود تلفیقی (کود زیستی+ ۵۰٪ کود شیمیایی)، کود شیمیایی توصیه‌شده براساس آزمون خاک (سوپر فسفات تریپل) و کرت‌های فرعی دربرگیرنده‌ی چهار سطح چین (چین اول، چین دوم، چین سوم و چین چهارم) بودند.

نتایج آزمون خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. مطابق نیاز مزرعه براساس آزمون خاک کود اوره به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت، در سطح مزرعه پخش شد. براساس آزمون خاک کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به میزان ۴۱ کیلوگرم در هکتار به‌صورت شیاری در کنار پشته‌ها مصرف گردید. تیمار کود بیولوژیک حاوی کود نیتروکسین به میزان دو لیتر در هکتار و فسفات بارور ۲ به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

ردیف	عمق	بافت	هدایت الکتریکی $dS\ m^{-1}$	واکنش گل اشباع (pH)	نیتروژن کل ٪	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	آهن ($mg\ kg^{-1}$)	روی ($mg\ kg^{-1}$)	مس ($mg\ kg^{-1}$)	منگنز ($mg\ kg^{-1}$)
۱	۰-۳۰	L	۴/۹۶	۷/۹	۰/۰۸۹	۶/۳	۵۲۰	۲/۸	۲/۴	۲/۶	۱۴
۲	۳۰-۶۰	CL	۴/۶۵	۷/۹	۰/۰۶۲	۵	۲۶۰	۴/۸	۰/۵	۱/۴	۷/۸
حدمعمول	-	L	<۴	۶-۷	>۰/۲	۱۲-۱۵	۳۰۰-۳۵۰	۸-۱۰	۱-۲	۰/۸-۱	۸-۱۰

بذور در تیمارهای مربوط به کود بیولوژیک قبل از کشت تلقیح شد. عملیات کاشت رازیانه پس از مناسب شدن شرایط اقلیمی در اواخر اسفند ۱۳۸۹ انجام شد. پس از ایجاد جوی و پشته کرت‌هایی به ابعاد ۴×۲ متر، شامل ۸ ردیف کشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر ایجاد شد. مقادیر بذر مصرفی برای کشت علوفه‌ای رازیانه ۱۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. بذور به‌صورت دستی، به‌طور یکنواخت در عمق دو سانتی‌متر کشت شدند. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری به روش جوی پشته‌ای انجام گرفت. آبیاری مزرعه تا زمان جوانه‌زنی بذور هر سه روز یک‌بار و پس از آن هفته‌ای یک‌بار انجام گرفت. وجین علف‌های هرز در سه نوبت به‌صورت دستی تا زمان برداشت اولین چین و یک نوبت بعد از برداشت چین اول، در اوایل مرحله رویشی گیاهان که بوته‌ها ارتفاع کمی داشتند و احتمال تسلط علف‌های هرز می‌رفت، انجام گرفت. در طول دوره رشد آفت و بیماری خاصی مشاهده نشد.

در این آزمایش، برداشت علوفه در مرحله ۱۵-۱۰ درصد گل‌دهی رازیانه و از ارتفاع ۵ سانتی‌متری از سطح خاک انجام شد. در تاریخ ۹۰/۳/۲۰، اولین چین علوفه با حذف اثر حاشیه‌ای و از دو خط میانی هر کرت برداشت گردید و بلافاصله وزن تر علوفه هر کرت، در مزرعه اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌های یک کیلوگرمی از هر کرت به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد آون خشک شده و سپس توزین شد. با توجه به تأثیر شرایط دمایی بر دوره رشد گیاه در هر چین و به تبع آن ظهور مرحله گل‌دهی، بین فواصل زمانی هر برداشت روال منظم و مشخصی وجود نداشت. بنابراین، چین دوم در تاریخ ۹۰/۵/۵ و چین سوم در تاریخ ۹۰/۶/۲۰ برداشت شد. چین چهارم مصادف با فصل پاییز شد و به‌دلیل کاهش دمای هوا بوته‌ها به گل نرفت و در تاریخ ۹۰/۸/۵ برداشت انجام گرفت. جهت استخراج اسانس، بوته‌های برداشت شده رازیانه در سایه و جریان هوای آزاد خشک شدند. ۴۰ گرم از بوته رازیانه در هر تیمار پس از آسیاب، براساس روش توصیه‌شده در فارماکوپه اروپا (۱۹) به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت در کلونجر قرار داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر مبنای مدل آماری آزمایش کرت‌های خردشده در زمان با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. میانگین تیمارها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد، مورد مقایسه قرار گرفت. رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel 2007 انجام گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، تأثیر تیمارهای مختلف کودی و سطوح مختلف چین بر کلیه صفات مورد بررسی از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اگر چه برهمکنش این دو عامل بر تعداد شاخه فرعی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، ولی برهمکنش آنها بر سایر صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که تیمارهای مختلف کودی از لحاظ تأثیر بر ارتفاع گیاه در دو گروه آماری متفاوت قرار گرفتند. به‌طوری‌که تیمارهای کود تلفیقی و شیمیایی به‌ترتیب با میانگین ارتفاع بوته ۵۱/۷۳ و ۵۱ سانتی‌متر، بیشترین و تیمار کود زیستی و عدم کوددهی به‌ترتیب با میانگین ۴۳/۳۳ و ۴۳/۶۳ سانتی‌متر، کمترین ارتفاع بوته را به‌خود اختصاص دادند. در بین چین‌ها نیز بیشترین ارتفاع گیاه از چین اول حاصل شد (جدول ۳). در برهمکنش کود و چین، بیشترین ارتفاع بوته از تیمارهای کود تلفیقی و شیمیایی در چین اول حاصل شد و پس از برداشت اول، ارتفاع بوته به میزان چشمگیری کاهش یافت (شکل ۱). به نظر می‌رسد یکی از دلایل بالاتر بودن اثر کود تلفیقی در چین اول نسبت به سایر چین‌ها این است که احتمالاً برداشت در چین اول در زمان حداکثر فعالیت ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه اتفاق افتاده است (۲). از سوی دیگر، افزایش دمای هوا و بلند شدن طول روز نیز بر رکود رشد گیاه پس از چین اول مؤثر بوده و باعث کاهش ارتفاع گیاه شده است (۲۹). از آنجایی که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در کاهش ارتفاع گیاه است، به نظر می‌رسد که تیمار عدم کوددهی به

علت کمبود مواد غذایی از رشد کمتری برخوردار بود (۱۵). با این وجود، نتایج تحقیقات درزی و همکاران (۶) روی رازیانه نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، تیمارهای کود زیستی تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشتند.

جدول ۲- میانگین مربعات اثر کود و چین بر خصوصیات کمی و کیفی رازیانه

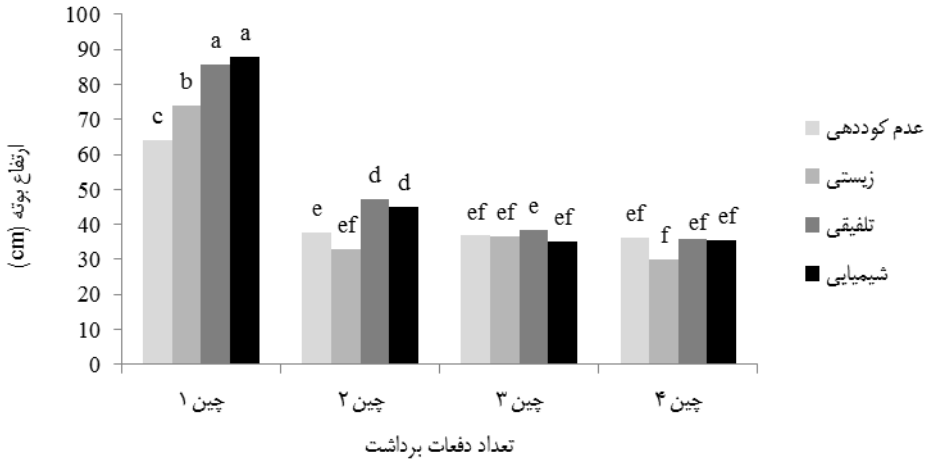
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۲۰/۳۰ ns	۰/۲۸ ns	۰/۰۶ ns	۳۰۲۷۹/۴ ns	۰/۰۱ ns	۳۵/۵۳ ns
کود	۳	۲۴۹/۸۳ **	۱/۵۴ **	۰/۱۷ **	۸۳۲۱۶۶۲/۲ **	۰/۲۱ **	۱۹۱/۷۸ **
خطای اصلی	۶	۳۶/۰۰	۰/۳۲	۰/۰۴	۲۶۶۲۹/۴	۰/۰۱	۲۲/۳۲
چین	۳	۵۰۳۳/۶۹ **	۱۴/۴۴ **	۲۹/۰۹ **	۶۲۷۵۵۶۳۳/۸ **	۰/۶۱ **	۱۹۵۱/۶۵ **
کود× چین	۹	۹۴/۸۷ **	۰/۴۳ *	۰/۱۳ **	۱۰۲۸۳۲۴۴/۲ **	۰/۱۲ **	۴۳۹/۶۵ **
خطای فرعی	۲۴	۱۳/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۳	۳۵۴۲۰/۴	۰/۰۱	۱۹/۱۷
ضریب تغییرات (٪)		۷/۶۱	۱۱/۳۵	۱۷/۸۲	۸/۰۷	۱۴/۱۳	۲۶/۱۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد

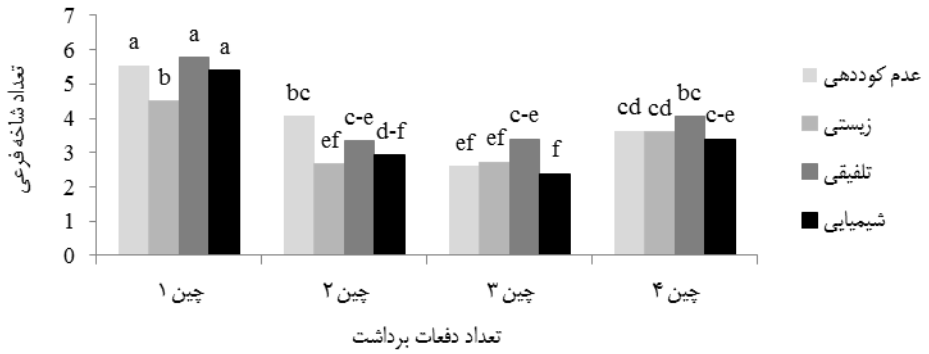
جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و چین بر خصوصیات کمی و کیفی رازیانه

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی در بوته	نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه ($kg\ ha^{-1}$)	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس ($l\ ha^{-1}$)
سطوح کودی						
عدم کوددهی	۴۳/۶۳ b	۳/۹۵ ab	۱/۱۴ a	۱۲۴۹/۵۴ d	۰/۹۶ a	۱۲/۴۲ c
زیستی	۴۳/۳۳ b	۳/۳۷ b	۰/۹۲ b	۲۶۰۶/۰۱ b	۰/۸۸ a	۱۸/۷۷ ab
تلفیقی	۵۱/۷۳ a	۴/۱۴ a	۰/۸۹ b	۳۲۴۰/۰۸ a	۰/۷۳ b	۲۱/۲۸ a
شیمیایی	۵۱/۰۰ a	۳/۵۳ b	۱/۰۶ ab	۲۲۳۷/۰۸ c	۰/۶۷ b	۱۴/۶۲ bc
سطوح چین						
چین ۱	۷۷/۸۹ a	۵/۳۰ a	۰/۲۳ b	۵۷۵۹/۷۵ a	۰/۶۵ c	۳۵/۱۲ a
چین ۲	۴۰/۶۹ b	۳/۲۵ c	۰/۲۸ b	۱۳۳۴/۵۱ b	۱/۱۳ a	۱۵/۵۵ b
چین ۳	۳۶/۷۲ c	۲/۷۸ d	۰/۱۵ b	۱۱۵۶/۸۳ c	۰/۸۱ b	۹/۳۸ c
چین ۴	۳۴/۳۷ c	۳/۶۷ b	۳/۳۳ a	۱۰۸۱/۶۳ c	۰/۶۵ c	۷/۰۳ c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارها می‌باشد.



شکل ۱- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر ارتفاع بوته رازیانه



شکل ۲- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر تعداد شاخه فرعی در بوته رازیانه

تعداد شاخه فرعی

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین تعداد شاخه فرعی بوته با دریافت کود تلفیقی حاصل شد، هرچند بین این تیمار و تیمار عدم کوددهی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین با افزایش دفعات برداشت تعداد شاخه فرعی که قسمتی از عملکرد بیولوژیک می‌باشد، نیز کاهش می‌یابد (جدول ۳). در چین اول تیمارهای کود تلفیقی، شیمیایی و عدم کوددهی تفاوت معنی‌داری نداشتند و بیشترین تعداد شاخه فرعی را نسبت به سایر چین‌ها تولید نمودند (شکل ۲). در بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی بابونه آلمانی مشخص شد که تیمارهای کودی مورد بررسی از نظر تعداد شاخه فرعی نسبت به عدم کوددهی تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (۱۴). به نظر می‌رسد، اثر هورمونی القاشده در گیاه توسط تیمارهای حاوی کود زیستی (تثبیت‌کننده‌های نیتروژن)، ممکن است یا به‌صورت مستقیم تغییراتی در مورفولوژی ساقه گیاهان تلقیح‌شده، ایجاد کند و یا با تحریک رشد ریشه و به تبع آن افزایش زمینه دسترسی به آب و عناصر غذایی، موجب افزایش رشد بخش هوایی گیاه شود (۱۲). از سوی دیگر، افزایش دمای هوا و بلند شدن طول روز پس از چین اول، احتمالاً منجر به کوتاه شدن طول دوره رویشی گیاه، کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و در نهایت تسریع در ورود گیاه به فاز زایشی شده است که با نتایج رضوانی‌مقدم و مرادی (۹) مطابقت دارد.

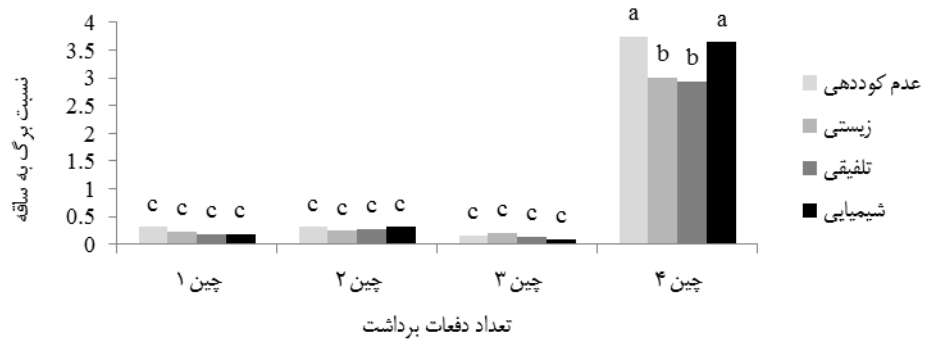
نسبت برگ به ساقه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین نسبت برگ به ساقه از تیمار عدم کوددهی حاصل شد، هرچند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی نداشت. در بین چین‌ها نیز، چین چهارم بیشترین نسبت برگ به ساقه را داشت (جدول ۳). در برهمکنش کود و چین، بیشترین نسبت برگ به ساقه از تیمارهای عدم کوددهی و کود شیمیایی در چین چهارم به‌دست آمد (شکل ۳). سادات‌اسیلان و حاجیلویی (۱۰) اظهار داشتند احتمالاً کوتاه بودن طول عمر گیاه و در نهایت پایین بودن عملکرد باعث افزایش نسبت برگ به ساقه شده است. با وجود این که در تیمارهای کود زیستی و تلفیقی، رشد برگ و ساقه گیاه به‌طور هم‌زمان افزایش یافت، ولی تغییری در الگوی تخصیص مواد و عناصر غذایی در گیاه ایجاد نشد، لذا نسبت برگ به ساقه در بین این تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (۱). از سوی دیگر، گیاهان در چین اول ارتفاع بیشتری داشتند و کانوپی وسیع‌تری را اشغال کردند که باعث افزایش ارتفاع و تعداد شاخه‌های فرعی شد، بنابراین درصد وزن ساقه در این چین بیشتر بود. در چین‌های بعدی، به علت گرمای هوا و تابش شدید نور خورشید بوته‌ها در مرحله گل‌دهی کوچک‌تر شده و حجم کمتری از فضا را اشغال کردند. به همین دلیل سهم ساقه‌ها در ماده خشک کل کاهش یافت و نسبت برگ به ساقه افزایش یافت (۴).

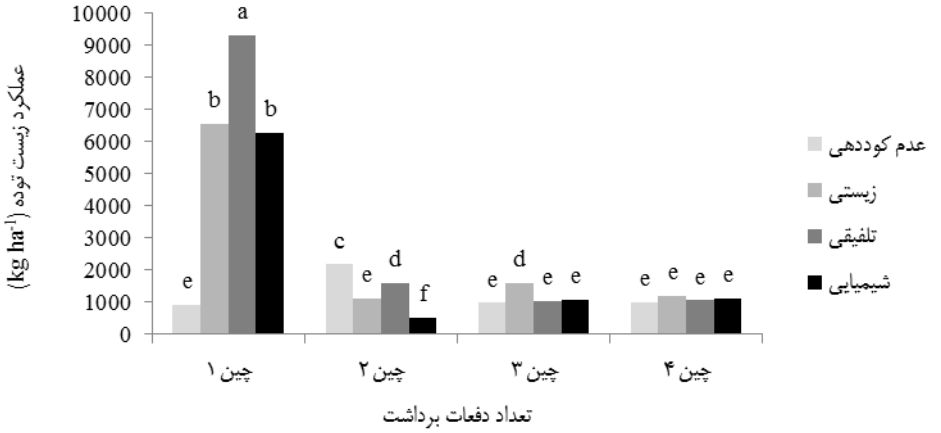
عملکرد زیست‌توده

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد زیست‌توده رازیانه از تیمار کود تلفیقی به‌دست آمد. نتایج عملکرد در رابطه با واکنش رازیانه در چین‌های مختلف نشان داد که این گیاه در چین اول نسبت به چین‌های بعدی از رشد مناسب‌تری برخوردار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش کود و چین نشان داد که بیشترین عملکرد رازیانه از تیمار کود تلفیقی در چین اول به‌دست آمد (شکل ۴).

بالاتر بودن عملکرد ماده خشک در تیمار کود تلفیقی می‌تواند با بیان این موضوع که مصرف توام کود زیستی و شیمیایی شرایط مناسبی برای رشد و تولید گیاه فراهم کرده است، توجیه شود. این دستاورد با نتایج تحقیقی مبنی بر برتری روش‌های تلفیقی از نظر تولید وزن خشک نسبت به روش‌های شیمیایی و آلی مطابقت دارد (۱۳).



شکل ۳- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر نسبت برگ به ساقه در بوته رازیانه



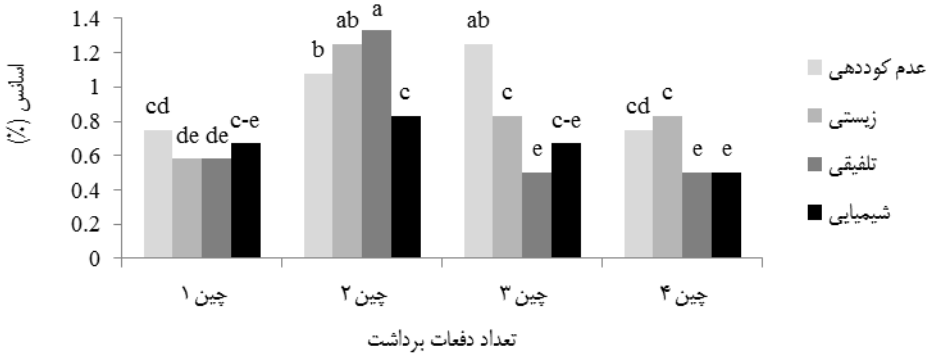
شکل ٤- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر عملکرد زیست‌توده رازیانه

از سوی دیگر، رازیانه در چین اول نسبت به چین‌های بعدی از رشد مناسب‌تری برخوردار بود که علت آن علاوه بر طول دوره رشد زیاد گیاه، می‌تواند روزهای آفتابی با دمای هوای مناسب باشد که سبب فتوسنتز بیشتر و در نهایت تولید زیست‌توده بیشتر شد (۵).

درصد اسانس

نتایج نشان داد تیمارهای مختلف کودی از لحاظ تأثیر بر درصد اسانس در دو گروه آماری متفاوت قرار گرفتند، به‌طوری‌که تیمارهای عدم کوددهی و کود زیستی بیشترین و تیمار کود تلفیقی و شیمیایی کمترین درصد اسانس را به‌خود اختصاص دادند. در بین چین‌ها نیز بیشترین درصد اسانس از چین دوم حاصل شد (جدول ۳). در برهمکنش کود و چین، بیشترین درصد اسانس از تیمار کود تلفیقی در چین دوم حاصل شد که با تیمار کود زیستی در چین دوم و تیمار عدم کوددهی در چین سوم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۵).

از آنجایی که اسانس‌ها جزیی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی میزان متابولیت‌های ثانویه را در اندام خود افزایش می‌دهد، افزایش درصد اسانس زیست‌توده در تیمارهای کودی و چین دوم می‌تواند مربوط به افزایش متابولیت‌های ثانویه در شرایط نامساعد محیطی و کمبود عناصر غذایی باشد (۱۶). هرچند، نتایج تحقیقی نشان می‌دهد که کاربرد کودهای بیولوژیک و آلی با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های رشدی گیاه باعث افزایش تولید اسانس در گیاهان شده است (۳۳). در این رابطه، نتایج بررسی روی رازیانه و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) حاکی از آن بود که درصد اسانس هم در تیمار شاهد و هم در تیمارهای کود آلی افزایش یافت، ولی این افزایش در گیاهان تحت تیمار شاهد بیشتر بود که در این آزمایش با نتایج چین‌های اول و سوم مطابقت دارد (۳ و ۱۵). گرم‌تر بودن هوا و تابش شدیدتر نور خورشید در طی رشد گیاهان می‌تواند از دیگر عوامل تأثیرگذار بر افزایش درصد اسانس در چین دوم بوده باشد (۱ و ۲۵).

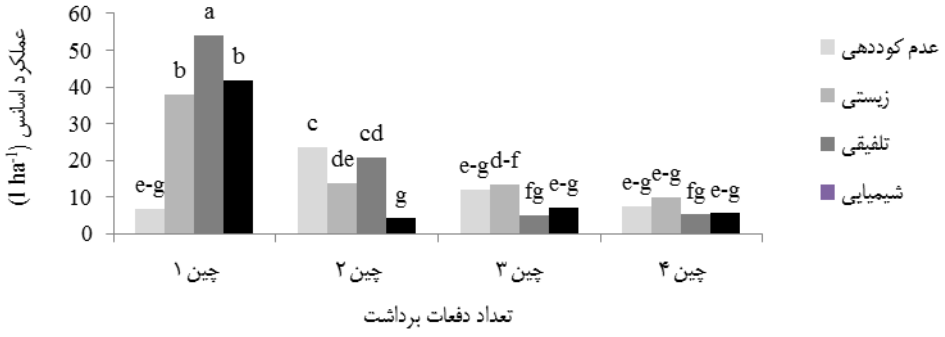


شکل ۵- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر درصد اسانس زیست‌توده رازیانه

عملکرد اسانس

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین عملکرد اسانس از تیمار کود تلفیقی حاصل شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با کود زیستی نداشت. مقایسه میانگین مربوط به چین نشان می‌دهد که عملکرد اسانس درچین دوم نسبت به چین اول کاهش یافته است. زیرا به رغم این که اسانس بیشتری در چین دوم حاصل می‌شود، اما به‌دلیل تولید زیست‌توده بیشتر در چین اول، عملکرد اسانس بیشتری در چین اول به‌دست آمد (جدول ۳). در برهمکنش کود و چین، تیمار کود تلفیقی در چین اول بیشترین عملکرد اسانس را تولید کرد (شکل ۶).

مقایسه درصد اسانس (شکل ۵) و عملکرد اسانس (شکل ۶) در چین‌های مختلف نشان می‌دهد، اگرچه درصد اسانس در برداشت‌های دوم و سوم بیشتر از برداشت اول بود، ولی نتایج این تحقیق گویای کاهش عملکرد اسانس در چین‌های دوم و سوم می‌باشد که با نتایج تحقیقی در مورد اسانس نعناع فلفلی مطابقت دارد (۵). از آنجایی که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و هم‌چنین عملکرد بیولوژیک می‌باشد، لذا هرگونه افزایشی در این دو مورد بر عملکرد اسانس مؤثر است (۱۷). از طرفی، تغییرات عملکرد اسانس در تیمارهای مختلف کودی مشابه تغییرات عملکرد بیولوژیک می‌باشد که بیانگر تأثیر زیاد تغییرات عملکرد بیولوژیک روی عملکرد اسانس است. مطالعات سایر پژوهشگران نیز این نتایج را تأیید می‌کند (۲۱ و ۳۴). اگرچه در نتیجه کاربرد کود تلفیقی، درصد اسانس نسبت به سایر تیمارها اندکی کاهش یافت، اما عملکرد ماده خشک در اثر کاربرد این تیمار کودی در بالاترین مقدار خود بود. به عبارت دیگر، کاهش اندک در غلظت اسانس در تیمار کود تلفیقی با عملکرد بالای ماده خشک کاملاً جبران شد. نتایج مشابهی در مورد اسانس بابونه (*Matricaria chamomilla*) گزارش شده است (۱۴). به هر حال، کود تلفیقی در مقایسه با کود زیستی و شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در خاک مهیا کرده و از طریق جذب عناصر غذایی توسط ریشه رازیانه، موجب تشدید فتوسنتز، ازدیاد رشد و متعاقب آن افزایش زیست‌توده گیاهی می‌شود (۶).



شکل ٦- برهمکنش نوع کود و دفعات برداشت بر عملکرد اسانس رازیانه

از سوی دیگر، به‌دلیل طولانی‌تر بودن طول دوره رشد و مساعد بودن دمای هوا برای رشد، بیشترین عملکرد خشک و به تبع آن عملکرد اسانس در چین اول حاصل شده است (۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، کاربرد کودهای تلفیقی در چین اول باعث بهبود صفات زراعی، عملکرد زیست‌توده و عملکرد اسانس شد. از سوی دیگر، با افزایش تعداد دفعات برداشت، درصد اسانس به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. اگرچه در نتیجه کاربرد کود تلفیقی، درصد اسانس اندکی کاهش یافت، اما عملکرد زیست‌توده و عملکرد اسانس در اثر کاربرد این ترکیب کودی در بالاترین مقدار خود بود. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کودهای تلفیقی می‌تواند بالاترین کیفیت زیست‌توده مورد نظر را تأمین نماید که مبین اثر مثبت کود زیستی در تولید علوفه‌دارو با توجه به جنبه‌های زیست‌محیطی می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از سرکار خانم مهندس شفیعی‌ادیب به جهت همکاری صمیمانه در طول اجرای آزمایش، شرکت آسیا زیست مهر و زیست فن‌آور سبز به جهت در اختیار گذاشتن کود زیستی نیتروکسین و فسفات بارور ۲، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱- تهامی‌زرندی، م. ک.، پ. رضوانی‌مقدم، و م. جهان. ۱۳۸۹. مقایسه تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی ۲:۷۴-۶۳.

۲- جهان، م.، م. نصیری‌محلاتی، م. د. سالاری، و ر. قربانی. ۱۳۸۹. اثرات زمان استفاده از کود دامی و کاربرد انواع کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کدوپوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.). پژوهشهای زراعی ایران ۸:۷۳۷-۷۲۶.

۳- جهان، م.، ف. امیری، م. ب. دهقانی‌پور، و م. ک. تهامی. ۱۳۹۱. اثر کودهای بیولوزیک و گیاهان پوششی زمستانه بر تولید اسانس و برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در یک سیستم زراعی ارگانیک. پژوهشهای زراعی ایران ۱۰: ۷۶۰-۷۵۱.

۴- حسن‌زاده‌اول، ف.، ع. کوچکی، ح. ر. خزاعی، و م. نصیری‌محلاتی. ۱۳۸۹. اثر تراکم بر خصوصیات زراعی و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis* L.) و شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.) در کشت مخلوط. پژوهش‌های زراعی ایران ۸:۹۲۹-۹۲۰.

۵- حیدری، ف.، س. زهتاب‌سلماسی، ع. جوانشیر، ه. آلیاری، و م. ر. دادپور. ۱۳۸۷. تاثیر تراکم بوته بر عملکرد و تولید اسانس گیاه دارویی نعناع‌فلفلی (*Mentha piperita* L.). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲:۵۱۰-۵۰۱.

۶- درزی، م. ت.، ا. قلاوند، ف. رجالی، و ف. سفیدکن. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲:۲۹۲-۲۷۶.

۷- درزی، م. ت.، ا. قلاوند، و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه دارویی رازیانه. علوم زراعی ایران ۱۰:۱۰۹-۸۸.

۸- درزی، م. ت.، ا. قلاوند، ف. سفیدکن، و ف. رجالی. ۱۳۸۷. تاثیر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست وکود فسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۴:۴۱۳-۳۹۶.

۹- رضوانی‌مقدم، پ. و ر. مرادی. ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. علوم گیاهان زراعی ایران ۴۳:۲۳۰-۲۱۷.

۱۰- سادات‌اسیلان، ک. و س. حاجیلویی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش کم‌آبی بر صفات کمی و کیفی ازقام یونجه (*Medicago sativa* L.). اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۲:۵۱-۴۱.

۱۱- عبادی، م. ت.، م. عزیزی، ا. امیدبیگی، و م. حسن‌زاده خیاطی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تاریخ کاشت و نوبت برداشت بر عملکرد گل، درصد و اجزای اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) رقم پرسو (Persov). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۶: ۲۲۶-۲۱۳.

۱۲- عموآقایی، ر. و ا. مستاجران. ۱۳۸۶. همزیستی (سیستم‌های همیاری گیاه و باکتری). انتشارات دانشگاه اصفهان. اصفهان.

۱۳- فاتح، ا.، م. ر. چایی‌چی، ا. شریفی‌عاشورآبادی، د. مظاهری، و ع. اشرف‌جعفری. ۱۳۸۸. تاثیر روش‌های مختلف حاصلخیزی خاک (آلی، تلفیقی و

شیمیایی) روی کمیت و کیفیت علوفه گیاه کنگرفرنگی (*Cynara scolymus*). علوم گیاهان زراعی ایران ۱۶۸:۴۰-۱۵۵.
۱۴- فلاحی، ج.، ع. کوچکی، و پ. رضوانی‌مقدم. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). پژوهشهای زراعی ایران ۱۳۵:۷-۱۲۷.
۱۵- مرادی، ر.، پ. رضوانی‌مقدم، م. نصیری‌محلاتی، و ا. لکزیان. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). پژوهشهای زراعی ایران ۶۳۵:۷-۶۲۵.
۱۶- مرادی، ر.، م. نصیری‌محلاتی، پ. رضوانی‌مقدم، ا. لکزیان، و ع. نژادعلی. ۱۳۹۰. تاثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.). علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۳۳:۲۵-۲۵.
۱۷- میرهاشمی، م.، ع. کوچکی، م. پارسا، و م. نصیری‌محلاتی. ۱۳۸۸. بررسی مزیت کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در سطوح مختلف کود دامی و آرایش کاشت. پژوهشهای زراعی ایران ۲۷۹:۷-۲۶۹.
18- Alikhan, A., G. Jilani, M. Saleem Akhtar, S. M. Saqlan Naqvi, and M. Rasheed. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and thir role in crop production. Agricultural and Biological Science 1: 48-58.
19- Anonymous. 1983. European Pharmacopoeia. Maisonneuve, California.
20- Azzaz, N. A., E. A. Hassan, and E. H. Hamad. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Basic and Applied Science 3: 579-587.
21- Bettaieb, I., N. Zakhama, W. Aidi Wannes, M. E. Kchouk, and B. Marzouk. 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. Scientia Horticulturae 120: 271-275.
22- Damjanovic, B., Z. Lepojevic, V. Zivcovic, and A. Tolic. 2005. Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical Co2: Comparison with hyrodistillation. Food Chemistry 92: 143-149.
23- Fateh, F., M. R. Chaichi, E. Sharifi Ashorabadi, D. Mazaheri, A. A. Jafari, and Z. Rengel. 2009. Effects of organic and chemical fertilizers on forage yield and quality of Globe artichoke (*Cynara scolymus*). Crop Sciences 1: 40-48.
24- Han, H., S. Supanjani, and K. D. Lee. 2006. Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilising bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant Soil Environment 52: 6-13.
25- Kumar Verma, R., A. Chauhan, R. Swaroop Verma, L. U. Rahman, and A. Bisht. 2013. Improving production potential and resources use efficiency of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with geranium (*Pelargonium graveolens* L. Heritex Ait) under different plant density. Industrial Crops and Products 44: 577-582.
26- Letchamo, W. and R. Marquard. 1993. The pattern of active substances accumulation in chamomile genotypes under different growing condition and harvesting frequencies. Acta Horticulture 331: 357-361.
27- Lozano, G. A. 1998. Parasitic stress and self-medication in wild animals. p. 291–317. In A. L. Page et al. (ed.) Advances in the Study of Behavior. Part 27. 1nd ed. London.
28- Mahfouz, S. A., and M. A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Agrophysics 21: 361-366.
29- Nezami, A. and A. Bagheri. 2002. Evaluation of chickpea (*Cicer areitinum* L.) for autumn-planting in the highlands of west Asia. In Pulse days 2002 Proceeding of the 3rd International Crop Science Congress. Saskatoon 1-7. 2002.
30- Provenza, F. D. 2008. What does it mean to be locally adapted and who cares anyway? Animal Science 86: 271-284.
31- Provenza, F. D., and J. J. Villalba. 2010. The role of natural plant products in modulating the immune system: An adaptable approach for combating disease in grazing animals. Small Ruminant Research 89: 131-139.
32- Sharifi Ashourabadi, E., M. R. Ardakani, F. Paknejhad, D. Habibi, and M. Adraki. 2006. Effect of solid nitrogen application on biological yield, essential oil percentage and essential oil yield of balm (*Melissa officinalis* L.) under greenhouse condition. p. 147. Proceeding of 18th World Congress of Soil Science, 9-14 Jul. 2006. Philadelphia-Pennsylvania. USA.
33- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting Rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 255: 271-586.
34- Zhu, Z. B., Z. S. Liang, R. L. Han, and J. E. Dong. 2008. Growth and saikosaponin production of the medicinal herb Bupleurum chinense DC. Under different levels of nitrogen and phosphorus. Industrial Crops and Products 29: 96-101.