نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۴۹۴-۴۸۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2012, p. 485-494

تأثیر فواصل آبیاری، نوع کود و مرحله برداشت بر درصد و عملکرد اسانس سه گیاه دارویی: اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، رزماری (*Rosemarinus officinalis*) و زوفا (*Hyssopus officinalis*) در شرایط مشهد

علیرضا کوچکی[۱] - مژگان ثابت تیموری[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۹/۱۳

چکیده

مدیریت صحیح آب و خاک و انتخاب گونه گیاهی متناسب با شرایط مختلف محیطی از مهمترین راهبردها برای تولید عملکرد مطلوب است. در این آزمایش اثر فواصل آبیاری و کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کیفی اندام هوائی سه گیاه داروئی اسطوخودوس، رزماری و زوفا، طی دو سال زراعی ۸۸-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد مطالعه قرارگرفت. آزمایش در قالب طرح کرت‌های دوبار خرد شده و در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از فواصل آبیاری در سه سطح (۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ روز) ، مقادیر مختلف انواع کود در شش سطح (شاهد بدون کود، کود بیولوژیک نیتروکسین، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، کود دامی ۱۰ و۲۰ تن در هکتارکود دامی) و سه گونه دارویی (اسطوخودوس، رزماری و زوفا) بود. نتایج نشان داد که درصد و عملکرد اسانس متأثر از اعمال تیمار آبیاری، کود و تاریخ برداشت بود. بطوریکه با افزایش فواصل آبیاری بر درصد اسانس به طور معنی داری افزوده شد. بیشترین درصد اسانس در مدار آبیاری ۳۰ روز و کاربرد کود بیولوژیک تولیدشد. از میان سه گیاه مورد مطالعه بالاترین درصد اسانس مربوط به گیاه رزماری (۱/۳ درصد) و کمترین درصد اسانس مربوط به گیاه زوفا (۰/۸ درصد) بود. بیشترین عملکرد اسانس در هر دوسال مربوط به چین دوم گیاه اسطوخودوس بود. بیشترین عملکرد اسانس برای سه گیاه اسطوخودوس (۱۰ کیلوگرم در هکتار)، رزماری (۷ کیلوگرم در هکتار) و زوفا (۱۲ کیلوگرم در هکتار)، در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک حاصل شد. مقایسه میانگین عملکرد اسانس تولید شده در هر سه گیاه دارویی نشان داد که بیشترین مقدار اسانس به میزان ۱۲ کیلوگرم در هکتار در فواصل آبیاری ۱۰ روز یک‌بار تولید شد. بنابراین در مزرعه‌ای که هرسه گیاه را تحت مدیریت واحد تولید نماید بهترین تیمارهای آبیاری و کود برای استحصال بالاترین عملکرد اسانس، استفاده از فواصل آبیاری ۲۰ روز و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اقتصادی، کودبیولوژیک، کود دامی، متابولیت‌های ثانویه، مدیریت آب

مقدمه

گیاهان در طول زندگی خود در معرض تنش های گوناگون قرار دارند و در این میان کمبود آب از بزرگترین مشکلات در تولید محصولات زراعی مناطق خشک و نیمه خشک، ازجمله ایران می‌باشد (۶). مدیریت آب می‌تواند تغییرات قابل توجهی در مقدار مواد مؤثره گیاهان دارویی ایجاد نماید (۱). عملکرد اقتصادی یک گیاه داروئی زمانی مقرون به صرفه است که مقدار متابولیت‌های آن به حد مطلوب رسیده باشد (۲)، لذا با انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب و مدیریت صحیح نهاده‌های خارجی، می‌توان به حداکثر محصول اقتصادی دست یافت (۴). برخی تحقیقات نشان داده است که با افزایش فواصل آبیاری بر تولید متابولیت های ثانویه و درصداسانس مرزه (*Satureja hortensis*) (۱۷)، رزماری (*Rosemarinus officinalis*)(۲۰) افزوده شد و از عملکرد اندام هوائی و اسانس کاسته شد. لیتی و همکاران (۲۱) گزارش کردند که افزایش فواصل آبیاری به ۲۱ روز منجر به کاهش درصد اسانس در چین اول رزماری شد. نجفی (۱۵) اعلام کرد، هرچند که بیشترین عملکرد کمی و کیفی در گیاه پونه سای بینالودی در چین دوم و بالاترین درصد اسانس در سال دوم تولیدشد، ولی روند تغییرات، در سطوح مختلف آبیاری متأثر از سن گیاه نبود.

۱-استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، پژوهشگر جهاددانشگاهی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mozh_st@yahoo.com)

لباسچی (۱۴) نیز بیان کرد که عملکرد کمی و کیفی گل راعی متأثر از نوبت برداشت بوده و عملکرد چین اول نسبت به چین دوم به طور معنی‌داری بیشتر بود.

امروزه کاربرد نهاده‌های بهبود دهندهٔ خاک نظیر انواع کود دامی، بیولوژیک و شیمیایی، در افزایش عملکرد محصولات زراعی اهمیت زیادی پیدا کرده است. با توجه به اینکه برقراری رابطه صحیح آب، خاک و گیاه سبب بهبود تولید محصولات زراعی خواهدشد. بنابراین، تغییر مدیریت حاصلخیزی خاک، تولیدات کشاورزی و پایداری بوم نظام را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۸و ۲۲). هرچند که کاربرد مقادیر مناسب کودهای شیمیائی می‌تواند به افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان در کوتاه مدت کمک کند (۱۶)، ولی استفاده از مقادیر زیاد کود شیمیایی نه تنها واکنش در مقابل کودها را کاهش می‌دهد، بلکه باعث تجمع این مواد در خاک و از بین رفتن برخی موجودات خاکزی، نفوذ به منابع آب زیرزمینی و آلودگی آن خواهد شد (۱۳). مصرف کودهای شیمیائی سبب از بین رفتن ارتباط طبیعی باکتری‌های تجزیه‌کننده و محیط ریشه شده و در نتیجه پویائی خاک را کاهش داده، آن را به یک بستر غیر زنده تبدیل می‌کند (۱۱). کودهای دامی یکی از منابع غنی از مواد آلی و معدنی هستند که کاربرد آنها در اراضی کم بازده باعث افزایش قابلیت نگهداری آب، تعدیل دمای خاک، عرضه مناسب تر مواد غذائی در خاک، افزایش فعالیت میکروبی و بهبود ویژگی های کیفی و فیزیکی آن در دراز مدت می‌شود (۱۲، ۱۴و ۲۲). تحقیقات نجفی (۱۵) نشان داد که عملکرد کیفی پونه‌سای بینالودی، متأثر از کاربرد مقادیر مختلف کود دامی نبود. چاوز (۱۸) نیز اعلام کرد که با افزایش مقادیر کود دامی، درصد اسانس و عملکرد اندام هوائی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) افزایش معنی‌داری نداشت. حبیبی (۵) بیان کرد که کاربرد کودهای بیولوژیک و افزودن۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه، باعث افزایش میزان و عملکرد اسانس آویشن شیرازی شد ولی افزایش میزان نیتروژن تأثیری بر افزایش درصد اسانس آویشن باغی نداشت. لیتی و همکاران (۲۱) اثر کاربرد کود آلی ازتوباکتر را بر افزایش درصد اسانس رزماری مثبت ارزیابی کردند. برخی مطالعات نشان داده‌اند که افزایش مقادیر کود دامی و شیمیائی به دلیل افزایش رشد رویشی گیاه و رقیق شدن غلظت اسانس برگ ها، باعث کاهش درصد اسانس می‌شود ولی افزایش وزن برگ، باعث افزایش عملکرد اسانس خواهد شد (۱۴و ۲۲).

امروزه کاربرد داروهای با منشأ گیاهی، به دلیل اثرات جانبی داروهای شیمیائی، گسترش روزافزونی یافته است (۲و ۶). سه گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، رزماری و زوفا (*Hyssopus officinalis*) از گیاهان دارویی بومی مناطق گرم و نیمه خشک بوده و کاربرد زیادی در ترکیبات ضدباکتری و صنایع غذائی، آرایشی و بهداشتی دارند (۲و ۳۵). اسطوخودوس در طب سنتی، جهت درمان اختلالات عصبی و گردش خون استفاده می‌شود. روغن رزماری جهت درمان رماتیسم و رفع اختلالات گوارشی استفاده می‌شود (۷). علاوه بر آن در سال‌های اخیر، این دو گیاه داروئی بعنوان گیاه زینتی، در بوستان‌ها و حواشی خیابان‌ها کشت می‌شود. گیاه زوفا در صنایع غذایی بعنوان طعم دهنده کاربرد داشته، مقوی دستگاه گوارش است. بعلاوه از این گیاه جهت درمان سرماخوردگی، رفع ناراحتی‌های عصبی و ضدعفونی دهان استفاده می‌شود (۲و ۳۶).

با توجه به نقش گیاهان داروئی در صنایع مختلف، با مدیریت صحیح نهاده‌ها می‌توان به عملکرد مطلوب و عاری از مواد آلاینده و مضر، ناشی از کاربرد نادرست نهاده‌های شیمیائی، دست یافت. با توجه به اینکه بزرگترین مشکل مناطق گرم و خشک، برای تولید مطلوب عملکرد کیفی و کمی گیاهان دارویی، مدیریت صحیح نهاده‌های کشاورزی از جمله آب و کود می باشد، هدف از این آزمایش انتخاب بهترین نوع و مقدار کود و میزان آب برای تولید بیشترین مقدار ماده مؤثره در سه گیاه دارویی بود.

مواد و روش ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، در سال‌های زراعی۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. طرح آزمایشی کرت‌های دوبار خرد شده با سه تکرار بود. تیمارهای اعمال شده عبارت از فواصل آبیاری بعنوان کرت اصلی در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز)، شش سطح کود (شاهد بدون کود، ۵ لیتر در هکتار کود بیولوژیک، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، ۱۰ و۲۰ تن در هکتار کود دامی) کرت فرعی و سه نوع گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا، کرت فرعی فرعی بود. آماده سازی زمین و اعمال تیمار کود دامی و شیمیایی در اسفندماه سال ۱۳۸۶ پس از خاک‌ورزی زمین مورد نظر انجام شد. مساحت کرت‌های فرعی ۲۱/۵ مترمربع بود. تیمار کود شیمیایی کامل با ترکیب ۵۰ درصد نیتروژن، ۲۰ درصد فسفر و ۱۱ درصد پتاسیم و کود دامی، همزمان با آماده سازی زمین به صورت جوی و پشته با فواصل ردیف ۷۵ سانتیمتر، در مقادیر تعیین شده، به هر کرت اضافه شد. اعمال تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین به میزان ۵ لیتر در هکتار، حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* با غلظت 10^{12} باکتری زنده در هر میلی لیتر محلول کودی)، همزمان با اولین آبیاری پس از انتقال نشا صورت گرفت. به این منظور و برای اطمینان از اختلاط کامل کود در کل کرت، پس از اینکه سطح آب جاری در جوی ها یک سوم ارتفاع پشته را مرطوب نموده و در جریان بود، مقدار مناسب کود به آب در جریان اضافه شد. تراکم کشت، ۴ بوته در مترمربع و انتقال گیاهچه ها به زمین اصلی در فروردین ماه سال ۱۳۸۷ انجام شد. کلیه کرتها بلافاصله پس از کشت آبیاری شدند. به منظور استقرار بهتر گیاهچه‌ها، دو مرحله آبیاری به

فاصله ۴ روز، قبل از اعمال تیمار آبیاری، صورت گرفت. به منظور حفظ کیفیت اسانس این سه گیاه دارویی، کنترل علف‌های هرز، بدون کاربرد علف کش و از طریق وجین دستی، طی ۵ مرحله، در فصل بهار و تابستان انجام شد. جهت استحصال بیشترین درصد اسانس، برداشت اندام‌های هوائی، همزمان با حداکثر گلدهی صورت گرفت. در هردوسال، چین اول (۱۰ تیرماه) و چین دوم (۲۰ شهریور ماه)، از ردیف میانی هرکرت به مساحت ۱ متر مربع و از فاصله ۱۰ سانیتمتری بوته‌ها از سطح زمین انجام شد. برای حفظ کمیت و کیفیت مطلوب اسانس، نمونه‌های برداشت شده در سایه و دمای محیط خشک و توزین شدند. برای استخراج اسانس اندام های هوائی خشک شده، از دستگاه کلونجر (روش تقطیر با بخار آب) استفاده شد. مدت اسانس گیری ۳/۵ ساعت بود و پس از آن مقدار اسانس روغنی زرد رنگ و شفاف، تعیین و پس از رطوبت زدائی، در ظروف شیشه ای درب بسته به یخچال (دمای ۴ درجه سانتیگراد) منتقل شد. با آغاز رشد مجدد گیاهان در فروردین ماه سال ۱۳۸۸ اعمال تیمارهای کودی تکرارشد.

تجزیه آماری نتایج حاصل از دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار MINITAB Ver. 13 و MSTAT-C انجام شده، جهت مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد، از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج آنالیز واریانس درصد و عملکرد اسانس را در سه گیاه دارویی مورد بررسی را نشان می‌دهد. بر این اساس اثرات ساده و متقابل تیمارهای آبیاری، کود، نوع گیاه و سال بر درصد و عملکرد اسانس طی دو مرحله برداشت، اثرات متفاوتی نشان داد ($P\leq ۰/۰۱$).

درصد اسانس: همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در هر سه گیاه دارویی، درصد اسانس تولید شده در سال دوم (در مرحله برداشت مشابه) بیش از سال اول بوده، اختلاف بین آنها معنی‌دار بود($p\leq ۰/۰۱$). در مجموع دوسال آزمایش، بیشترین درصد اسانس مربوط به گیاه رزماری (۱/۳ درصد) بوده و کمترین درصد اسانس از گیاه زوفا (۰/۸ درصد) حاصل شد. میانگین درصد اسانس تولید شده در چین دوم هر دو سال ۴۵/۴ درصد بیش از چین اول و در سال دوم ۱۶/۳ درصد بیش از سال اول بود. این نتایج نشان داد که گیاه رزماری با تولید ۱/۶۴ درصد اسانس در چین دوم سال دوم بیشترین و گیاه زوفا با ۰/۶۲ درصد تولید اسانس، دارای کمترین درصد اسانس بودند (جدول۲).

جدول۱- نتایج آنالیز واریانس اثر آبیاری، کود و گونه بر صفات مورد بررسی متأثر از تیمارهای اعمال شده

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد اسانس چین اول	عملکرد اسانس چین اول	درصد اسانس چین دوم	عملکرد اسانس چین دوم
سال	۱	۲/۰۴**	۱۵۳۱۲۱۴**	۱۱/۸۸**	۱۷۱۱۸۸۱**
بلوک	۲	۰/۰۳^{ns}	۱۴۸۲۶۱^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۱۳۶۵۸^{ns}
آبیاری	۲	۰/۲۸^{ns}	۵۷۸۶۰^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۳۶۲۷۱۰۵**
سال× آبیاری	۲	۰/۰۰^{ns}	۸۶۳۴۸^{ns}	۰/۷۳^{ns}	۱۷۵۸۳۵^{ns}
کود	۵	۱/۱۵**	۴۸۶۵۰۸**	۱۲/۰۶**	۶۶۶۸۲۴**
سال×کود	۵	۰/۱۰^{ns}	۱۰۰۴۵۸^{ns}	۲/۰۳^{ns}	۱۰۱۲۵۵^{ns}
آبیاری×کود	۱۰	۰/۴۹**	۳۴۵۷۵^{ns}	۴/۹۲**	۱۳۰۸۲۳^{ns}
سال×آبیاری×کود	۱۰	۰/۰۷^{ns}	۴۸۸۴^{ns}	۱/۱۷^{ns}	۴۹۲۵۵^{ns}
گونه	۲	۵/۶۲**	۲۷۳۳۶۴۰**	۶۲/۸۵**	۱۸۱۲۳۰۴**
گونه×سال	۲	۰/۲۶^{ns}	۱۶۹۹۱۷۳**	۰/۲۹^{ns}	۱۵۵۸۱۷^{ns}
گونه×آبیاری	۴	۰/۹۴**	۱۰۸۴۳۰^{ns}	۸/۱۳**	۴۵۹۰۸۶**
سال× آبیاری×گونه	۴	۰/۰۰^{ns}	۲۱۱۴۷۶**	۰/۵۱^{ns}	۸۰۰۰^{ns}
گونه×کود	۱۰	۰/۹۹**	۳۸۴۵۷۷**	۷/۴۳**	۲۴۶۹۷۲^{ns}
سال×گونه×کود	۱۰	۰/۰۹^{ns}	۶۷۴۲۶^{ns}	۰/۹۶^{ns}	۶۵۸۷۶^{ns}
آبیاری×کود×گونه	۲۰	۰/۴۶**	۸۲۷۱۸^{ns}	۴/۳۵**	۲۳۰۸۹۱^{ns}
سال× آبیاری×کود×گونه	۲۰	۰/۱۲^{ns}	۴۱۲۱۱^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۴۳۷۱۳^{ns}
خطا	۲۱۴	۰/۱۷۹	۵۱۳۳۸	۱/۱۸۴	۱۲۴۸۵۱

** وns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد و غیرمعنی دار

جدول ۲- تغییرات میانگین درصد و عملکرد اسانس سه گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا طی دو سال آزمایش

	سال اول				سال دوم				مجموع دوسال
	چین اول		چین دوم		چین اول		چین دوم		دوچین
	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم‌درمترمربع)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم‌درمترمربع)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم‌درمترمربع)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
اسطوخودوس	۰/۷۵	۶/۴۲	۱/۲۸	۱۳/۷۷	۰/۹۶	۵/۹۷	۱/۳۹	۲۰/۴۱	۱/۰۹	۱۱/۶۴
رزماری	۰/۹۹	۳/۳۹	۱/۴۵	۹۸/۷۷	۱/۲۱	۳/۴۰	۱/۶۴	۱۴/۲۵	۱/۳۲	۲۹/۹۵
زوفا	۰/۶۲	۶/۲۹	۰/۸۱	۸/۴۰	۰/۶۷	۱۹/۱۰	۰/۹۹	۱۰/۴۸	۰/۷۷	۱۱/۰۷
میانگین	۰/۷۹	۵/۳۷	۱/۱۸	۴۰/۳۱	۰/۹۴	۱۳/۱۱	۱/۳۴	۱۱/۴۳	۱/۰۶	۱۷/۵۵
LSD 0.05	۰/۰۰۲**	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۴**	۰/۲۱۹**	۰/۰۲۶**	۳/۲۶۱**	۰/۰۸۸**	۰/۶۷۷**	–	–

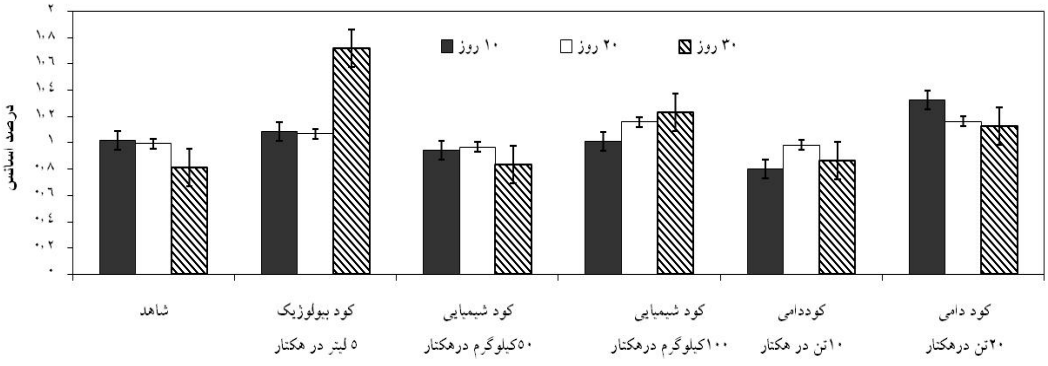
** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

نتایج نجفی (۱۵) نشان داد که تاریخ برداشت و سن گیاه پونه سای بینالودی سبب افزایش درصد اسانس در چین دوم و سال دوم شد که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد، در حالیکه نتایج لباسچی (۱۴) نشان داد که هرچند عملکرد کیفی گل راعی متأثر از نوبت برداشت بود، ولی درصد اسانس چین اول نسبت به چین دوم به طور معنی‌داری بیشتر بود. به نظر می‌رسد که درصد اسانس گونه‌های مختلف گیاهان دارویی در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده و بیشتر تابع اختلافات ژنتیکی (۱۸)، شرایط محیطی و اندام حاوی اسانس می‌باشد.

شکل ۱ نشان می‌دهد که تغییرات درصد اسانس هر سه گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا، متأثر از تیمار کود و فواصل آبیاری بود ($p\leq$۰/۰۱)، ولی روند تغییرات درصد اسانس با افزایش فواصل آبیاری در تیمارهای مختلف کودی مشابه نبود. بطوریکه بیشترین درصد اسانس در تیمار کود بیولوژیک و فاصله آبیاری ۳۰ روز و کمترین درصد اسانس در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی و فواصل آبیاری ۱۰ روز مشاهده شد. نوع کود بر کارایی جذب آب تأثیر گذاشته و سبب تغییر در مقدار جذب آب شد. با توجه به اینکه سرعت رشد گیاه تا حدی متأثر از افزایش آماس سلولی بوده و این امر نیز تنها با جذب آب بیشتر و رقیق شدن محتوای سلولی ممکن است، لذا افزایش میزان آبیاری و در نتیجه جذب آب بیشتر، سبب کاهش درصد متابولیت های ثانویه (درصد اسانس) خواهدشد.

نتایج این آزمایش نشان داد (جدول ۳) که درصد اسانس تولید شده در چین اول، در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی و در چین دوم در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشتند. این نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسانس در هر دو چین مربوط به تیمار کود بیولوژیک و کمترین مقدار در چین اول و تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی تولید شد.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که با افزایش فواصل آبیاری درصد اسانس افزایش یافت، بطوریکه بالاترین درصد اسانس در فاصله آبیاری ۳۰ روز و به مقدار ۰/۸۱ درصد، حاصل شد. ولی روند تغییرات، در سطوح مختلف آبیاری متأثر از سن گیاه نبود.



شکل ۱- اثر متقابل فواصل آبیاری و انواع کود بر تغییرات درصد کل اسانس

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.

جدول ۳- میانگین تأثیر فواصل آبیاری و نوع کود بر درصد و عملکرد اسانس سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا

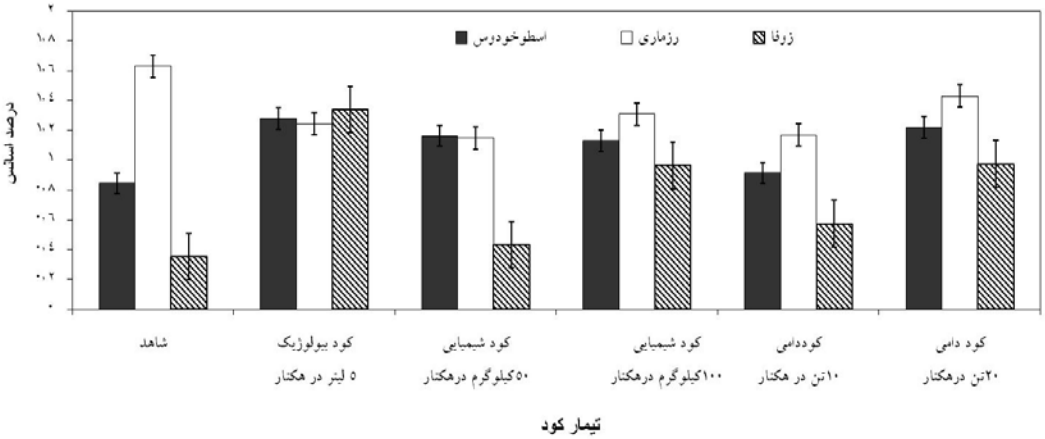
تیمار	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
	چین اول		چین دوم	
فواصل آبیاری				
۱۰ روز	۰/۸۱^{c*}	۷/۶۹^{ab}	۱/۲۵^{b}	۱۸/۶۴^{a}
۲۰ روز	۰/۸۸^{b}	۷/۹۵^{a}	۱/۲۴^{b}	۱۲/۲۶^{b}
۳۰ روز	۰/۹۱^{a}	۶/۶۴^{b}	۱/۲۹^{a}	۷/۶۹^{c}
نوع کود				
شاهد(بدون کود)	۰/۸۰^{cd}	۳/۹۰^{e}	۱/۰۹^{c}	۸/۲۸^{e}
نیتروکسین(۵ لیتر در هکتار)	۱/۰۶^{a}	۱۱/۸۳^{a}	۱/۵۲^{a}	۱۶/۶۷^{a}
۵۰ کیلوگرم درهکتار کودشیمیائی	۰/۷۸^{d}	۶/۹۳^{d}	۱/۰۶^{d}	۱۳/۷۸^{c}
۱۰۰ کیلوگرم درهکتار کودشیمیائی	۰/۸۷^{c}	۷/۸۵^{c}	۱/۴۰^{b}	۱۳/۷۸^{c}
۱۰ تن در هکتارکوددامی	۰/۶۸^{e}	۵/۰۳^{de}	۱/۰۹^{c}	۹/۳۵^{d}
۲۰ تن در هکتارکوددامی	۱/۰۱^{b}	۹/۰۱^{b}	۱/۴۰^{b}	۱۵/۳۲^{b}

* میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون و برای هر تیمار، تفاوت معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

بالاترین درصد اسانس در گیاه رزماری و در چین دوم هر دو سال مشاهده شد و کمترین درصد اسانس مربوط به گیاه زوفا در فواصل آبیاری ۱۰ روز و چین اول حاصل شد. روند تغییرات درصد اسانس گیاه زوفا در هر دو چین دو سال آزمایش متفاوت با اسطوخودوس و رزماری بوده و با افزایش فواصل آبیاری از ۱۰ روز به ۳۰ روز افزایش یافت (جدول ۳). نتایج حاصل از مطالعات سایر محققان درخصوص اثر فواصل آبیاری بر تولید متابولیت‌های ثانویه و درصداسانس مرزه (*Satureja hortensis*)، رزماری (*Rosemarinus officinalis*) نیز مؤید نتایج این آزمایش است، بطوریکه با افزایش فواصل آبیاری بر درصد اسانس این گیاهان نیز افزوده شده است (۱۷، ۲۰و ۲۱).

بالاترین میانگین درصد اسانس به میزان ۱/۳ درصد، حاصل اعمال تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین بود و کمترین درصد اسانس در سطح ۱۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (جدول۳)، درحالیکه اثر متقابل کود و گونه گیاهی بیانگر تولید حداکثر درصد اسانس در گیاه رزماری و در شرایط بدون کود (تیمار شاهد) بود (شکل ۳).

شکل ۲ نشان می‌دهد که واکنش گیاه زوفا به کاربرد کود بیولوژیک بیش از سایر تیمارهای کودی بود، بطوریکه گیاه زوفا بیشترین درصد اسانس را در این تیمار تولید نمود. واکنش گیاه اسطوخودوس نسبت به کاربرد مقادیر مختلف انواع کود، مثبت ارزیابی شد و بیشترین درصد اسانس در این گیاه نیز مربوط به کاربرد کود بیولوژیک و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود، هرچند که درصد اسانس تولید شده در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی نداشت.



شکل ۲- تأثیر نوع و سطوح کودی مختلف بر درصد اسانس سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.

در مقابل گیاه رزماری عکس العمل متفاوتی به کاربرد انواع کود بروز داد، بطوریکه بیشترین درصد اسانس در تیمار شاهد بدون کود تولید شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد بررسی داشت ($p \leq ۰/۰۱$) و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی بیشترین درصد اسانس را پس از شاهد در گیاه رزماری تولید نمود. با توجه به اینکه کاربرد کود دامی سبب بهبود بافت خاک و افزایش کارایی جذب آب می‌شود میتوان از مزایای کاربرد کود دامی استفاده نمود. ولی در مجموع کود بیولوژیک نیتروکسین بیشترین درصد اسانس را در هر سه گیاه تولید نموده است لذا در صورت مدیریت یکپارچه و یا کشت مخلوط این سه گیاه و نیز هزینه کمتر نسبت به کودهای دامی و شیمیایی، کود بیولوژیک می تواند گزینه مناسبی برای افزایش درصد اسانس این سه گیاه دارویی باشد.

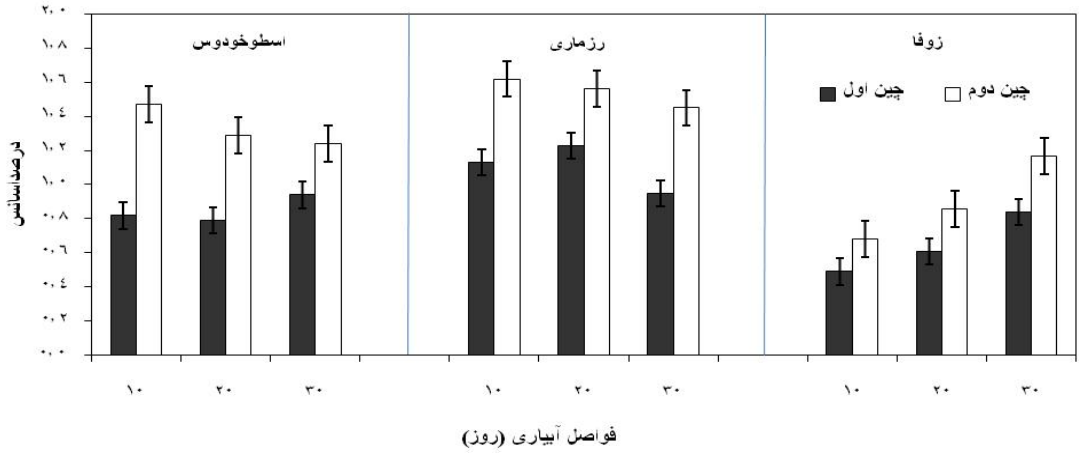
شکل ۳ نشان می دهد که بیشترین درصد اسانس این سه گیاه دارویی در فواصل آبیاری ۳۰ روز و کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین حاصل شده است. با توجه به روند متفاوت تغییرات درصد اسانس در تیمارهای مختلف کودی، برای استحصال درصد اسانس مطلوب، مدیریت منابع آب متناسب با نوع کود ضروری به نظر می رسد.

درصد اسانس چین اول این تیمار ۱/۱ درصد و در چین دوم ۱/۶ درصد بود که در مقایسه با شاهد (۰/۳ درصد در چین اول و ۰/۴درصد در چین دوم افزایش معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۱$) داشت.

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود بیشترین درصد اسانس در فواصل آبیاری ۱۰ روز با کاربرد ۲۰ تن کود دامی در هکتار و در فواصل آبیاری ۲۰ روز در تیمارهای ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی حاصل شده است. در حالیکه در شرایط حاصل از اعمال فواصل آبیاری ۳۰ روز، بالاترین درصد اسانس در سطح ۵ لیتر در هکتار کود بیولوژیک حاصل شده است که به نظر می رسد با توجه به کارایی میکروارگانیزم‌های خاکزی در بهبود کیفی خاک و افزایش نیتروژن قابل جذب توسط ریشه گیاه، این امر دور از انتظار نیست. سایر مطالعات (۵، ۹، ۱۲، ۲۳و ۲۴) نیز نتایج مشابهی را درخصوص اثر کاربرد انواع مختلف کود بر درصد و عملکرد اسانس گیاهان داروئی بیان کردند.

رام و همکاران (۲۹) اثر کاربرد مقادیر کم کودهای شیمیائی بر افزایش درصد اسانس نعناع را مثبت ارزیابی کردند، اما کاربرد کودهای بیولوژیک بر افزایش درصد وعملکرد اسانس، مؤثرتر از سایر تیمارهای کودی دانست. کوچکی و همکاران (۱۲) نیز اثر افزایشی کاربرد کود نیتروکسین در مقایسه با سایر کودهای بیولوژیک را بر درصد اسانس گیاه زوفا تأیید کرده‌اند. دلیل این امر بهبود کیفیت خاک و افزایش قابلیت دسترسی ریشه گیاه به عناصر غذائی فراهم شده توسط میکروارگانیزم‌های کود در داخل خاک می‌باشد. این فرآیند به طور مستقیم یا غیر مستقیم متأثر از افزایش میزان اسیمیلات‌ها در گیاهان می‌باشد. این نتایج با یافته های سایر محققان (۲۲و ۲۶) نیز مطابقت دارد. نتایج آزمایش فلاحی و همکاران (۹)، بیانگر تأثیر مثبت کاربرد کود نیتروکسین در مقایسه با سایر کودهای بیولوژیک، بر افزایش تولید اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) بود.

عملکرد اسانس: به طورکلی روند تغییرات عملکرد اسانس، مشابه تغییرات عملکرد اندام هوائی بود، بعبارت دیگر، عملکرد اسانس بیشتر تحت تأثیر عملکرد ماده خشک بوده و کمتر متأثر از تغییرات درصداسانس بود.



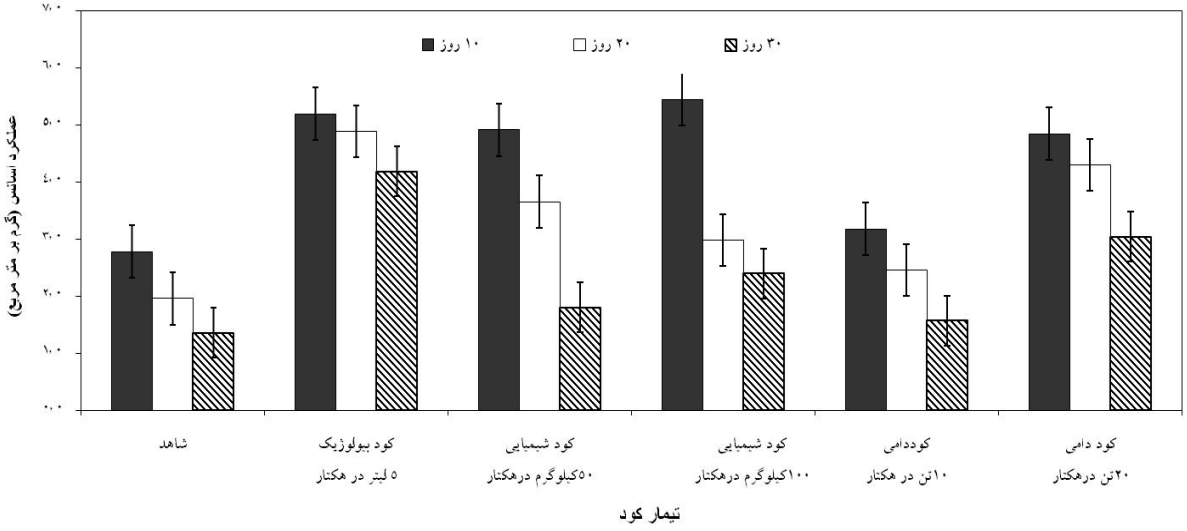
شکل ۳- اثر متقابل مرحله برداشت و فواصل مختلف آبیاری بر درصد اسانس سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.

در مجموع، عملکرد اسانس سال دوم در هردو چین بیش از سال اول بود (جدول۱). با افزایش فاصله آبیاری، عملکرد اسانس هرسه گیاه مورد مطالعه کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<0/01$) و در سال دوم، شدت کاهش عملکرد اسانس بیشتر بود (شکل۳).

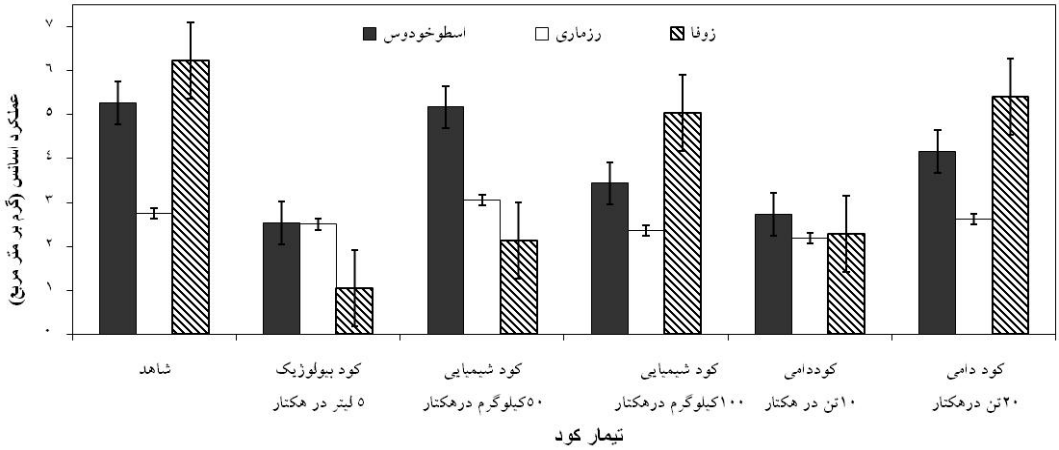
محققان دیگر نیز نتایج مشابهی در این خصوص گزارش نمودند، بطوریکه اعمال تنش خشکی در گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) (۱)، آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) (۳)، بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) (۸)، رزماری (۲۱) و انیسون (*Pimpinella anisum* L.) (۳۴)، نیز باعث کاهش عملکرد اسانس اندام هوائی شده‌است.

اعمال تیمارهای مختلف کود اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس داشتند ($p\leq0/01$). بطوریکه بیشترین و کمترین عملکرد اسانس در هر دو چین، به ترتیب در تیمار کود بیولوژیک نیتروکسین و ۱۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده شد (جدول۲). کاربرد کود بیولوژیک، منجر به تولید بیشترین عملکرد اسانس، در چین دوم سال دوم شد.



شکل ٤- اثر متقابل فواصل آبیاری و تیمار کود بر تغییرات میانگین عملکرد اسانس (مجموع سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا)

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.



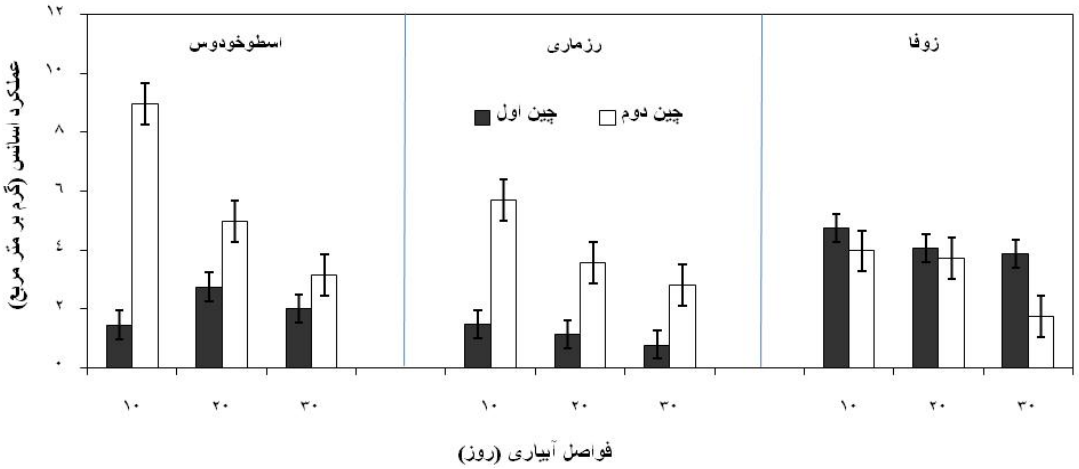
شکل۵- تأثیر نوع و سطوح کودی مختلف بر درصد اسانس سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.

لیتی و همکاران (۲۱) عملکرد اسانس گیاه رزماری را بـه کـارایی بیشتر کودهای بیولوژیک در بهبود جذب عناصر غذائی توسـط ریشـه گیاه دانسته و بیان کردند که این فرآیند منجر به افزایش فتوسنتز گیاه شده و در نتیجه تولید ماده خشک و عملکرد اسانس در گیـاه افـزایش یافت (۲۴).

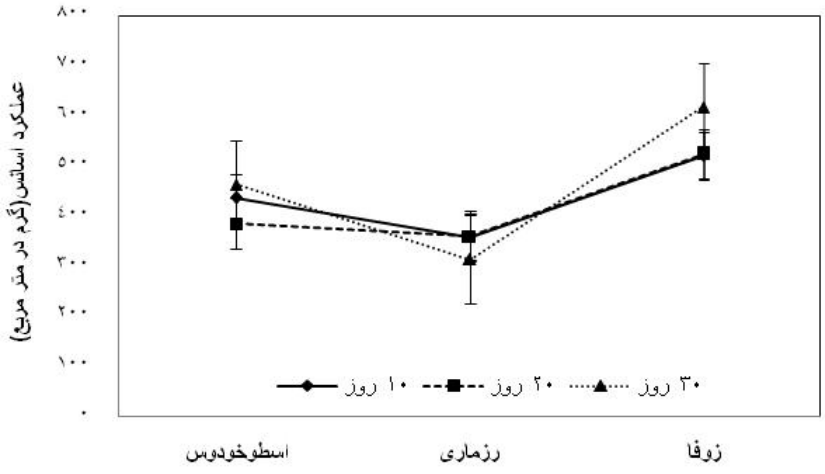
بیشترین عملکرد اسانس این سه گیـاه در چـین اول، مربـوط بـه مدار آبیاری ۱۰ روز و از گیاه زوفا بدست آمد، درحالیکه در چـین دوم، بیشترین عملکرد اسانس از گیاه اسطوخودوس حاصل شد (شـکل ۶).

دلیل افزایش درصـد اسـانس اسـطوخودوس و رزمـاری، در کمتـرین دفعات آبیاری با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی، بهبود خصوصـیات کیفی خاک، قابلیت حفظ رطوبت آن در شرایط کمبود آب و در نتیجـه افزایش دسترسی به عناصر غـذائی، جهـت تولیـد مـواد فتوسـنتزی و متابولیت های ثانویه می‌باشد (۲۲). روند تغییرات عملکرد اسانس طی دو سال آزمایش و در هر دوچین مشـابه تغییـرات وزن خشـک انـدام هوائی بود (شکل ۷).



شکل٦- اثر فواصل آبیاری، گونه دارویی و مرحله برداشت بر میانگین عملکرد اسانس (میانگین دوسال آزمایش)

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.



شکل ۷- روند تغیرات عملکرد اسانس سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا در فواصل مختلف آبیاری

خطوط عمودی روی میانگین ها، مقدار خطای استاندارد است.

کاربرد کود دامی در مقادیر مناسب سبب حفظ رطوبت خاک و افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذائی شده و در نتیجه وزن خشک اندام هوائی گیاه و عملکرد اسانس را افزایش می‌دهد. نتایج سایر محققان (۱۵و ۲۵) بیانگر این مطلب است که کاربرد مقادیر مختلف کود دامی، اختلاف معنی‌داری در عملکرد کمی و کیفی پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis*) و ریحان نداشت. حبیبی (۵) و لیتی و همکاران (۲۱) نیز بیان کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک و کود نیتروژن، باعث افزایش عملکرد اسانس آویشن شیرازی و رزماری شد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج این مطالعه بیانگر کاهش عملکرد اندام هوائی سه گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا در شرایط کم آبیاری است. افزایش مقدار نهاده‌ها، سبب افزایش رشد رویشی گیاه، رقیق شدن غلظت اسانس برگ ها و در نتیجه کاهش درصد اسانس می‌شود، هرچند که با افزایش وزن برگ، عملکرد اسانس افزایش خواهد یافت (۱۰و ۲۷)، لیکن باید کیفیت ماده مؤثره داروئی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابر نتایج این آزمایش و با توجه به اینکه ایجاد شرایط تنش در گیاه مسن باعث افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به ساقه و اندام‌های ذخیره‌ای شده و نتیجه این امر، کاهش تخصیص این مواد به تولید برگ و متابولیت های ثانویه است، بنابراین به نظر می‌رسد برای حصول بالاترین درصد اسانس در گیاهان مسن تر، به آب بیشتری نیاز باشد (۲۶و ۲۸). در گیاهان جوان، تنش خشکی باعث افزایش تولید متابولیت های ثانویه و در نتیجه افزایش درصد اسانس و در گیاهان مسن کاهش دفعات آبیاری، باعث کاهش متابولیت های ثانویه و در نتیجه کاهش درصد اسانس می‌شود (۲۹)، بیشترین عملکرد اسانس سه گیاه داروئی اسطوخودوس و رزماری، در فواصل آبیاری ۲۰ روز و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد.

منابع

۱- اردکانی، م.ر.، عباس زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی م.ح.، و پاک نژاد، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران۲۴(۲): ۲۶۱-۲۵۱.

۲- امید بیگی، ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان داروئی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی.۳۹۷ صفحه.

۳- تبریزی، ل. ۱۳۸۶. ارزیابی ویژگی های اکولوژیکی گونه آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) در عرصه های طبیعی و امکان سنجی اهلی‌سازی آن در نظام زراعی کم نهاده. رساله دکترای زراعت(اکولوژی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- جوادی، ح. ۱۳۸۷. اثر تاریخ کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa*). مجله پژوهش های زراعی ایران ۶(۱): ۶۶-۵۹.

۵- حبیبی، ح. ۱۳۸۵. ارزیابی چگونگی تأثیر منابع آلی(بیولوژیک) و معدنی نیتروژن دار(اوره) بر عملکرد و میزان متابولیت های ثانویه دوگونه وحشی و زراعی گیاه آویشن (*Thymus* spp.). رساله دکتری زراعت(اکولوژی گیاهان زراعی). دانشکده علوم زراعی و دامی، دانشگاه تهران.

۶- خزاعی، ح.ر.، ثابت تیموری، م. و نجفی، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری و میزان کاشت بذر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت گیاه داروئی اسفرزه (*Plantago ovata* L.). مجله پژوهشهای زراعی ایران ۵(۱): ۸۴-۷۷.

۷- خسروشاهی، س.، م.، ثابت تیموری، گ.، ثابت تیموری، ف.، نبی، م.، صفائی خرم، س. جعفرنیا، ۱۳۸۵. داروسازی گیاهی. انتشارات سخن گستر.۱۶۸ صفحه.

۸- صفی خانی، ف.، ح.، حیدری شریف آباد، ع.، سیادت، ا.، شریفی عاشورآبادی، م. سیدنژاد و ب. عباس زاده، ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی بر درصد و عملکرد اسانس و ویژگیهای فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۳(۱): ۹۹-۸۶

۹- فلاحی، ج.، کوچکی، ع. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه داروئی بابونه آلمانی(*Matricariia chamomolla*).مجله پژوهش های زراعی ایران ۷(۱): ۱۳۵-۱۲۷.

۱۰- کرم زاده، س. ۱۳۸۲. خشکی و تولید مواد مؤثره در گیاهان داروئی و معطر. مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی ۷: ۹۵-۹۰.

۱۱- کلوندی، ر. ۱۳۸۴. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی بررسی تأثیر رویشگاه بر عملکرد ماده مؤثره دو گونه داروئی آویشن (*Thymus fallax*) و مریم نخودی (*Teucrium polium*) در استان همدان. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان.

۱۲- کوچکی، ع.، ل. تبریزی، و ر. قربانی، ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه داروئی زوفا (*Hyssopus officinlis*). مجله پژوهشهای زراعی ایران ۶(۱):۱۳۷-۱۲۷.

۱۳- کوچکی، ع.، ا.، غلامی، ع. مهدوی دامغانی، و ل. تبریزی، ۱۳۸۴. اصول کشاورزی زیستی(ارگانیک). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۴- لباسچی، م.ح.، ا.، قلاوند، ا.، متین، غ. امین و ح. حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰. تأثیر کودهای آلی و شیمیائی و تراکم بر عملکرد و مواد مؤثره گل راعی. مجله پژوهش و سازندگی ۱۴: ۲۴-۱۸.

۱۵- نجفی، ف. ۱۳۸۵. ارزیابی خصوصیات اکولوژیکی گونه داروئی پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis*) جهت اهلی‌سازی آن در نظام‌های زراعی کم نهاده. رساله دکترای زراعت (اکولوژی). دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۶- نصیری محلاتی، م.، ع.، کوچکی، پ. رضوانی مقدم، و ع.ر. بهشتی، ۱۳۸۰. اگرواکولوژی(ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.۴۵۹ صفحه.

17- Baher, Z.F., M., Mirza, M. Ghorbani, and M.B. Rezaii. 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour Fragrance Journal 17:275-277.

18- Chavez, M.M., J.P., Maroco, and S. Periera. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. Functional Plant Biology 30: 239-264.

19- Dunford, N.T., and R.S. Vazquez, 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentration in Mexican Oregano grown under controlled conditions. Journal of Applied Horticulture 7:20-22.

20- Kandeel, M. 2001. Effect of irrigation intervals on the growth and active ingredients of *Rosemarinus officinalis* L. plants. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences 9:825-838.

21- Leithy, S., T.A., El-Meseiry, and E.F. Abdallah. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research 2:773-779.

22- Mandal, A., A.K., Patra, D., Singh, A., Swarup, and R., Ebhin Masto, 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology 98: 3585-3592.

23- Mazzanti, G., G., Salvatore, and L., Batinellil. 1998. Antimicrobial properties of the linalol-rich essential oil of *Hyssopus officinalis* var. decombens (Lamiaceae). Flavour and Fragrance Journal 13: 289-294.

24- Migahed, H.A., A.E., Ahmed, and B.F. Abd El-Ghany, 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences 12: 511-525.

25- Moeini Alishah, H., R., Heidari, A., Hassani, and A. Asadi Dizaji. 2006. Effect of water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Biological Science 6(4): 763-767.

26- Omer, E.A., A.A., Elsayed, A., El-Lathy, A.M.E., Khattab, and A.S. Sabra. 2008. Effect of the nitrogen fertilizer forms and time of their application on the yield of herb and essential oil of *Ocimum americanum* L. Herba Polonica 54(1): 34-46.

27- Rahmani, N., J., Daneshian, and H. Aliabadi Farahani, 2009. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation regimes on seed yield of calendula (*Calendula officinalis* L.). Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development 1(1): 24-28.

28- Ram, D., M., Ram, and R. Singh, 2006. Optimizing of water and nitrogen application to Menthol mint (*Mentha arvensis* L.) through sugarcane trash mulch in a sandy loam soil of semi arid subtropical climate. Bioresource Technology 97:886-893.

29- Ram, M., and S. Kumar, 1997. Yield improvement in the regenerated and transplanted Mint (*Mentha arvensis* L.) by the recycling the organic wastes and manures. Bioresource Technology 59:141-149.

30- Said-Al Ahl, H.A.H., E.A., Omer, and N.Y. Naguib. 2009. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. Int. Agrophysics 23: 269-275.

31- Singh, M., and S. Ramesh. 2000. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water-use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. Journal of Medicinal of Aromatic Plant Sciences 22: 659-662.

32- Tilak, K.V.B.R., N., Ranganayaki, K.K., Pal, R., De, A.K., Saxena, C., Shekhar Nautiyal, S., Mittal, A.K., Tripathi, and B.N. Johri, 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science 89: 136-150.

33- Tinca, G., N., Munteanu, A., Padurariu, M., Podaru, and G. Teliban, 2007. Optimization of certain technological measures for hyssop (*Hyssopus officinalis)* crops in the ecological conditions. financed by the Ministry of Education Research and Youth 1059: 132-134.

34- Zehtab-Salmasi, S., A., Javanshir, R., Omidbaigi, H., Aly-Ari, and K. Ghassemi-Golezani. 2001. Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pimpinella anisum* L.). Acta Agronomy. Hung 49(1): 75-81.

35- www.desert-tropicals.com/Plants/Lamiaceae/Hyssopus_officinalis.html.

36- www.gardenguides.com/465-hyssop-hyssopus-officinalis.html.