نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۰، ص ۸۷-۷۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 1, Mar. – Apr. 2011, p. 78-87

تأثیر فواصل آبیاری و نوع کود بر عملکرد کمی 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: ۸۸/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۵

چکیده

به منظور مطالعه اثر تیمارهای مختلف کود و رژیم آبیاری بر عملکرد کمی اندام های دارویی سه گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا، آزمایشی در قالب طرح کرتهای دوبار خرد شده با سه تکرار، طی سال های زراعی ۸۸-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت از سه سطح آبیاری (فواصل ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ روز) و سه نوع کود در شش سطح شامل: شاهد بدون کود، کود بیولوژیک (نیتروکسین)، کود شیمیایی (N=٪۵۰، P=٪۲۰، K=٪۱۱) در دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود دامی در دوسطح ۱۰و۲۰ تن در هکتار بودند. تیمارهای کود دامی و شیمیایی همزمان با آماده سازی زمین برای انتقال گیاهچه‌ها به زمین اصلی، کاملاً با خاک مخلوط شدند. کود زیستی نیتروکسین نیز همزمان با اولین آبیاری به خاک اضافه شد. برداشت اندام‌های هوایی طی دو چین در هر سال، همزمان با حداکثر گلدهی صورت گرفت. نتایج نشان داد که رژیم آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد خشک و تر اندام هوایی و نسبت برگ به ساقه داشت ($P\leq$۰/۰۰۱)، بطوریکه بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی اسطوخودوس، رزماری و زوفا، به ترتیب۳۹۹۰، ۲۳۸۰ و۷۳۸۰ کیلوگرم در هکتار، در فواصل آبیاری ۱۰ روز مشاهده گردید. مقایسه تأثیر کاربرد انواع کود بر صفات مورد مطالعه نشان داد که بیشترین عملکرد خشک اندام هوایی اسطوخودوس (۳۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) و رزماری (۲۵۳۶ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی حاصل شد، ولی بیشترین عملکرد زوفا به میزان ۶۱۱۷ کیلوگرم در هکتار، حاصل کاربرد۲۰ تن در هکتار کود دامی بود. بیشترین نسبت وزن خشک برگ به ساقه برای هر سه گیاه در هر دو سال آزمایش، نتیجه کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی در فواصل آبیاری۲۰ و ۳۰ روز بود. بر اساس نتایج این تحقیق بهترین شرایط برای استحصال بالاترین عملکرد اقتصادی در هرسه گیاه، کاربرد ۱۰تن در هکتار کود دامی در مدار آبیاری ۲۰ روز بود.

واژه‌های کلیدی: اسطوخودوس، نیتروکسین، کود دامی، رژیم آبیاری، نسبت برگ به ساقه

مقدمه

امروزه اهمیت و نقش داروهایی که منشأ گیاهی دارند رو به افزایش است و با توجه به اثرات جانبی داروهای شیمیایی، مصرف گیاهان دارویی از گسترش روزافزونی برخوردارشده‌است (۲ و۶). در این میان، سه گیاه دارویی اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، رزماری (*Rosemarinus officinalis*) و زوفا (*Hyssopus officinalis*) از خانواده نعناعیان که از گیاهان بومی مناطق گرم و نیمه خشک محسوب می‌شوند (۱۸و ۲۷)، کاربردهای زیادی در ترکیبات ضد باکتری و صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی پیدا نموده‌اند (۲ و ۲۸). اسطوخودوس در درمان بیماری های پوست، اختلالات عصبی و گردش خون کاربرد داشته و گیاه رزماری برای رفع اختلالات گوارشی و درمان رماتیسم به‌کار می‌رود (۷). بعلاوه در سال‌های اخیر از این دو گیاه، بعنوان گیاهان دارویی زینتی، در بوستان‌ها و حواشی خیابان‌ها نیز استفاده می‌شوند. گیاه زوفا بعنوان طعم دهنده در صنایع غذایی کاربرد داشته، جهت رفع قولنج و تقویت دستگاه گوارش، تسهیل هضم غذا، رفع ناراحتی های عصبی و افسردگی، درمان سرماخوردگی و زکام و نیز بعنوان دهان شویه

۱ و ۲- به ترتیب استاد و دانشجوی دکتری (عضو جهاد دانشگاهی مشهد)، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: mozh_st@yahoo.com

استفاده می‌شود (۲ و ۲۸).

از مهمترین مسایل مورد توجه در رابطه با پرورش گیاهان دارویی، تغییر کیفیت و کمیت مواد مؤثره این گیاهان تحت شرایط مختلف محیطی است. در این بین، تنش آب از بزرگترین مشکلات در تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، ازجمله ایران به شمار می‌رود (۶). با افزایش رطوبت، حجم ریشه افزایش یافته، میزان جذب آب و عناصر غذایی بیشتر خواهد شد که نتیجه آن افزایش عملکرد اندام های رویشی گیاه است (۲۶). در حالیکه، برخی گزارشات حاکی است که با افزایش فواصل آبیاری، به سبب کاهش میزان فتوسنتز، از میزان رشد و در نتیجه عملکرد اندام هوایی گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) (۱)، بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) (۸) و علف لیمو (*Cymbopogen winterianus*) (۱۷) کاسته شد. برخی تحقیقات نشان داده است که عملکرد اندام هوایی دو گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis*) (۱۴) و آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) (۵)، با افزایش دفعات آبیاری کاهش یافت. در برخی مطالعات نیز مشاهده شد که تنش خشکی، باعث کاهش عملکرد اندام هوایی در گیاه رزماری (*Rosemarinus officinalis*) (۱۸) و آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus*) (۳) شد.

از آنجا که در یک سیستم خاک- گیاه، محیط ریشه حکم مرکز ثقل انرژی در خاک است، بنابراین تغییر مدیریت حاصلخیزی خاک، تولیدات کشاورزی و پایداری بوم نظام را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۹). باکتری‌های خاکزی تثبیت کننده نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد باعث افزایش رشد ریشه و در نتیجه بهبود جذب آب و عناصر غذایی شده و بر افزایش عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارند (۲۰). کوچکی و همکاران (۱۰) بیان کردند که کاربرد انواع کود بیولوژیک، باعث بهبود رشد گیاه زوفا و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی شد. دلیل این موضوع، بهبود کیفیت خاک و افزایش قابلیت دسترسی ریشه گیاه به عناصر غذایی فراهم شده توسط میکروارگانیزم‌های خاک بیان شده‌است (۱۳و ۲۷). کاربرد مقادیر مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر کیفیت رشد گیاهان، اثرات متفاوتی دارد. نتایج برخی آزمایشات (۲۶ و ۲۷) نشان داد که با افزایش میزان کودهای شیمیایی، عملکرد رویشی گیاه رزماری و زوفا افزایش یافت، بطوریکه دو مرحله محلول پاشی کود شیمیایی منجر به تولید بالاترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی زوفا، به ترتیب به میزان ۱۰/۵ و ۳/۴۵ تن درهکتار شد. لیتی و همکاران (۱۹) اعلام کردند که کاربرد کودهای دامی و آلی علاوه بر افزایش کمی گیاه، باعث بهبود کیفیت خاک شد. سیدالاهل (۲۵) نیز در مطالعه خود بر روی گیاه مرزنجوش، اثرات مثبت افزایش مقادیر مناسب کود، بر عملکرد تر و خشک اندام هوایی را تأیید کرد. مشاهدات لیتی و همکاران (۱۹) نیز بیانگر بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک، در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک بود.

سینگ و رامش (۲۷) اظهار داشتند که بهبود کیفیت و ساختمان خاک، در نتیجه کاربرد کود دامی سبب حفظ رطوبت خاک، افزایش میزان جذب عناصر غذایی و در نتیجه بهبود رشد رویشی گیاه می‌شود که نتیجه آن کاهش نسبت برگ به ساقه خواهدبود. در حالیکه نتایج دانفورد و همکاران (۱۶) بیانگر افزایش نسبت وزن خشک برگ به ساقه گیاه مرزنجوش مکزیکی با افزایش دفعات آبیاری بود. چنین نتایج متناقضی می‌تواند به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی گیاهان مختلف باشد (۱۵).

پژوهش فلاحی و همکاران (۹) در خصوص اعمال تیمار کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه گیاه بابونه، بیانگر استحصال بالاترین عملکرد دانه در تیمار کود نیتروکسین بود. جوادی (۴) اظهار داشت که کاربرد کود نیتروژن بیش از ۴۰ کیلوگرم در هکتار، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه سیاهدانه (*Nigella sativa*) نداشت. رحمانی و همکاران (۲۳) مشاهده کردند که اثر متقابل تیمار کود نیتروژن و آبیاری، بر عملکرد دانه گیاه بابونه معنی‌دار بود.

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در صنایع مختلف، بایستی با انتخاب گونه‌های مناسب گیاهی و در نظر گرفتن شرایط محیطی و مدیریت صحیح نهاده‌ها به عملکرد مطلوب و عاری از مواد آلاینده و مضر، ناشی از کاربرد نادرست کود و سموم شیمیایی، دست یافت (۶ و ۱۲). ازآنجا که در زمینه مقایسه اثر انواع کود شیمیایی و بیولوژیک بر رشد گیاهان دارویی مناطق گرم وخشک تحقیقات کمی انجام شده‌است، لذا این آزمایش به‌منظور انتخاب بهترین نوع کود و مقدار مناسب آن برای استحصال بالاترین عملکرد اندام هوایی این سه گیاه دارویی و نیز استفاده بهینه از منابع آب موجود، در اقلیم نیمه خشک مشهد اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۸-۱۳۸۷در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده، با سه تکرار بود. تیمارهای آزمایش شامل: فواصل آبیاری در سه سطح (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) بعنوان کرت اصلی، سه نوع کود در شش سطح، شاهد بدون کود، ۵ لیتر در هکتار کود بیولوژیک نیتروکسین، کود شیمیایی (N=٪۵۰، P=٪۲۰، K=٪۱۱)، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی کاملاً پوسیده (۱۰و۲۰ تن در هکتار) در کرت فرعی و سه نوع گیاه دارویی یکساله (کرت فرعی فرعی) شامل اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*)، رزماری (*Rosemarinus officinalis*) و زوفا (*Hyssopus officinalis*) بود. اعمال تیمارهای کود شیمیایی و دامی، همزمان با عملیات آماده سازی زمین مورد نظر

انجام شد به این صورت که ابتدا کرت‌های مورد نظر به مساحت (۲/۵× ۳) متر مربع تفکیک و در هر کرت به صورت جوی و پشته‌هایی به فواصل ۷۵ سانتیمتر ایجاد شد. سپس کود دامی و شیمیایی (NPK) در مقادیر مشخص به کرت‌های مورد نظر اضافه و کاملاً با خاک مخلوط گردید. تیمار کود بیولوژیک با نام تجاری نیتروکسین، حاوی باکتری های تثبیت کننده نیتروژن (*Azotobacter* sp.- *Azospirillum* sp.) به مقدار۵ لیتر در هکتار از این کود همزمان با اولین آبیاری به تیمارهای مورد نظر اضافه شد. تراکم کشت هر سه گیاه، ۴ بوته در مترمربع تعیین شد و کشت در پانزدهم فروردین ماه سال ۱۳۸۷صورت گرفت. به منظور استقرار مناسب گیاهچه های کشت شده، کلیه تیمارها بلافاصله پس از کشت و طی دو مرحله (به فاصله ۴ روز) آبیاری شدند. کنترل علف‌های هرز از طریق وجین دستی و طی ۵ مرحله در هر سال انجام شد. برداشت اندام هوایی همزمان با حداکثر گلدهی صورت گرفت، لذا در هردوسال، اولین برداشت (چین اول) ۱۰ تیرماه و چین دوم ۲۰ شهریور ماه، از سطح ۱مترمربع از هر کرت و ۱۰سانتیمتر ارتفاع از سطح زمین انجام شد. نمونه های برداشت شده برای تعیین وزن تر به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین، برای حفظ کمیت و کیفیت مطلوب اندام های هوایی، نمونه‌ها در سایه و دمای محیط خشک شدند. پس از خشک شدن نمونه‌ها، برگ‌ها از ساقه جداشده و جداگانه توزین شدند و بر این اساس نسبت برگ به ساقه در هر تیمار محاسبه گردید. بذور حاصل از گیاهان برداشت شده همزمان با تفکیک برگ از ساقه جدا، بوجاری و توزین شد. با آغاز رشد مجدد گیاهان در فروردین ماه سال ۱۳۸۸ اعمال تیمارهای کودی به صورت سرک تکرارشد.

نتایج حاصل از دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار MINITAB ver.13 و MSTAT-C تحت تجزیه واریانس قرارگرفتند. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمونLSD در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ میانگین صفات مورد بررسی سه گیاه دارویی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر این اساس اثرات ساده و متقابل تیمارهای آبیاری، کود، نوع گیاه و سال بر عملکرد تر و خشک و نسبت برگ به ساقه طی دو مرحله برداشت، اثرات متفاوتی نشان داد ($P\leq ۰/۰۱$).

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس وزن خشک و تر اندام هوایی و نسبت برگ به ساقه سه گیاه دارویی اسطوخودوس،رزماری و زوفا طی دو سال آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک چین اول (گرم درمترمربع)	وزن تر چین اول (گرم درمترمربع)	وزن خشک چین دوم (گرم درمترمربع)	وزن تر چین دوم (گرم درمترمربع)	نسبت برگ به ساقه
سال	۱	۱۳۴۰۸۱۲**	۶۰۲۹۷۵۳**	۷۱۷۷۸۵**	۱۹۳۹۸۳۰**	۲/۸۳۵**
بلوک	۲	۱۴۸۳۹۰**	۱۰۴۸۴۹۸**	۱۳۷۴۳^{ns}	۲۶۶۵۴^{ns}	۰/۱۰۵^{ns}
آبیاری	۲	۶۵۴۱۱۷**	۶۶۴۱۶۶۸**	۲۸۴۴۰۷۸**	۲۲۴۳۳۷۹۸**	۳۰/۲۹۶**
سال× آبیاری	۲	۳۳۹۲۶۰**	۱۶۹۷۸۵۳**	۲۶۲۸۷۸**	۱۱۳۵۳۷۹*	۱/۷۳۰*
کود	۵	۹۱۶۲۴**	۳۳۲۱۰۱*	۱۷۳۴۷۷**	۸۴۰۸۹۷*	۱۰/۶۲۸**
سال×کود	۵	۵۰۷۵۹^{ns}	۱۹۲۶۲۹^{ns}	۵۴۲۰۸^{ns}	۲۴۶۰۲۴^{ns}	۰/ ۲۷۵^{ns}
آبیاری×کود	۱۰	۴۰۹۶۵^{ns}	۲۰۰۶۴۷^{ns}	۱۰۸۰۲۴**	۵۴۰۰۲۶^{ns}	۱۶/۰۲۵**
سال×آبیاری×کود	۱۰	۳۳۸۳۹^{ns}	۱۳۴۰۰۸^{ns}	۳۴۱۱۳^{ns}	۲۷۹۳۴۳^{ns}	۰/۲۹۵**
گونه	۲	۹۴۳۳۷۱۹**	۳۶۵۴۰۴۴۹**	۶۶۸۵۲۳**	۷۷۳۵۱۱۶**	۱۶۲/۹۶۳**
گونه×سال	۲	۴۳۴۷۷۱۰**	۹۵۲۵۷۵۷**	۸۰۹۲۷^{ns}	۱۱۳۷۳۲۳*	۵/۸۸۶**
گونه×آبیاری	۴	۷۳۳۹۲۷**	۵۷۵۷۵۰۵**	۳۰۳۳۸۲**	۲۷۹۴۸۲۲**	۵۰/۴۱۱**
گونه×کود	۱۰	۹۷۱۱۱**	۳۶۳۰۷۹**	۴۴۱۶۸^{ns}	۲۷۵۸۹۲^{ns}	۱۴/۲۶۲**
سال×گونه×کود	۱۰	۴۱۱۱۱^{ns}	۱۴۴۷۲۰^{ns}	۳۹۲۰۵^{ns}	۱۹۲۲۰۰^{ns}	۰/۲۴۴^{ns}
آبیاری×کود×گونه	۲۰	۳۴۲۰۱^{ns}	۱۴۷۴۷۸^{ns}	۸۸۴۷۱*	۴۷۶۹۴۹*	۱۴/۲۱۲**
خطا	۲۳۸	۳۱۵۳۰	۱۴۰۲۹۹	۴۷۳۵۸	۲۹۱۴۸۷	۰/۴۱۸

** معنی دار در سطح اطمینان ۹۹٪

*معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪

ns: غیرمعنی دار

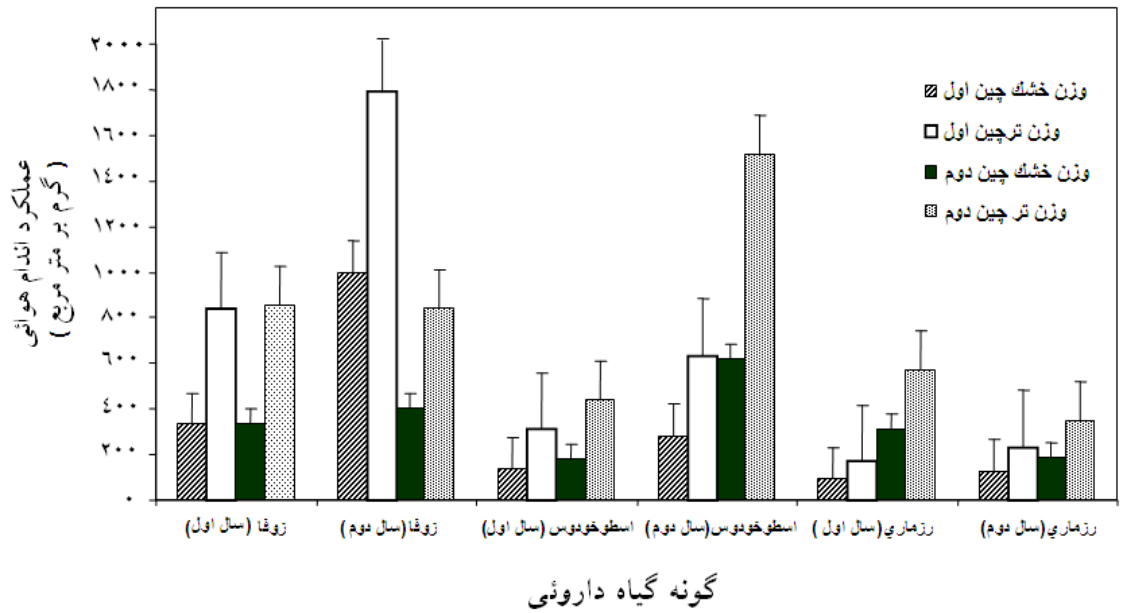
عملکرد تر و خشک اندام هوایی: همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود عملکرد خشک و تر اندام هوایی هر سه گیاه، در هر دو چین سال دوم بیش از سال اول و اختلاف بین آنها معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱). بطوریکه عملکرد تر و خشک سال دوم در چین اول به ترتیب ۳۴ و ۴۸ درصد و در چین دوم ۲۵ و ۱۸ درصد بیشتر از سال اول بود. دلیل این امر، استقرار و رشد بهتر ریشه‌ها در سال دوم نسبت به سال اول و افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک ذکر شده (۲۲) که افزایش رشد رویشی این سه گیاه در سال دوم را می‌توان به مطالب فوق نسبت داد.

شکل ۱ نشان می دهد که عملکرد زوفا در چین اول نسبت به عملکرد اسطوخودوس و رزماری بیشتر بود. عملکرد اسطوخودوس و رزماری، در چین دوم سال دوم نسبت به چین اول به ترتیب ۴۹ و ۷۰ درصد بیش از چین اول این سال بود. تغییرات عملکرد تر و خشک اندام هوایی در گیاه زوفا در دو چین سال اول اختلاف معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)، در حالیکه در چین اول سال دوم، این مقدار به طور معنی داری (P≤۰/۰۱) بیشتر از چین دوم بود. با توجه به اینکه سرعت رشد گیاه زوفا در مقایسه با دو گیاه اسطوخودوس و رزماری بیشتر است (۲۷)، لذا می‌توان اختلاف قابل توجه در عملکرد اندام هوایی این سه گیاه را که حاصل اختلافات ژنتیکی بین این سه گیاه است، توجیه نمود.

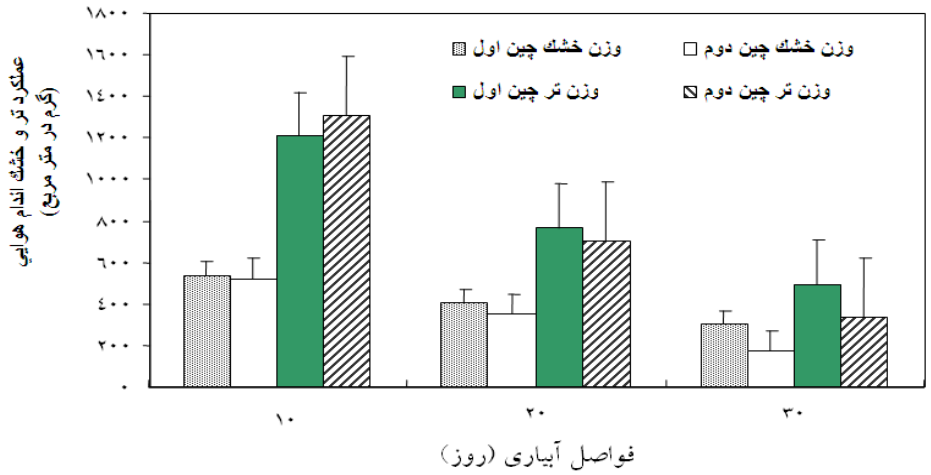
نتایج این آزمایش نشان داد که میانگین عملکرد تر و خشک اندام هوایی متأثر از اعمال رژیم آبیاری بود (شکل های ۲و ۳)، بطوریکه با افزایش فواصل آبیاری از وزن تر و خشک اندام هوایی، به طور معنی‌داری کاسته شد (P≤۰/۰۰۱). در چین اول و دوم هر دو سال آزمایش، عملکرد خشک (۴۵۸/۴ کیلوگرم در هکتار) و تر (۱۰۸۸/۷ کیلوگرم در هکتار) اندام هوایی در مدار ۱۰ روز، به ترتیب ۲۰۹ و ۲۷۷ درصد بیشتر از مقدار آن در فواصل آبیاری ۳۰ روز بود.

جدول۲- تغییرات عملکرد تر و خشک اندام هوایی سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا در دوچین طی دوسال آزمایش

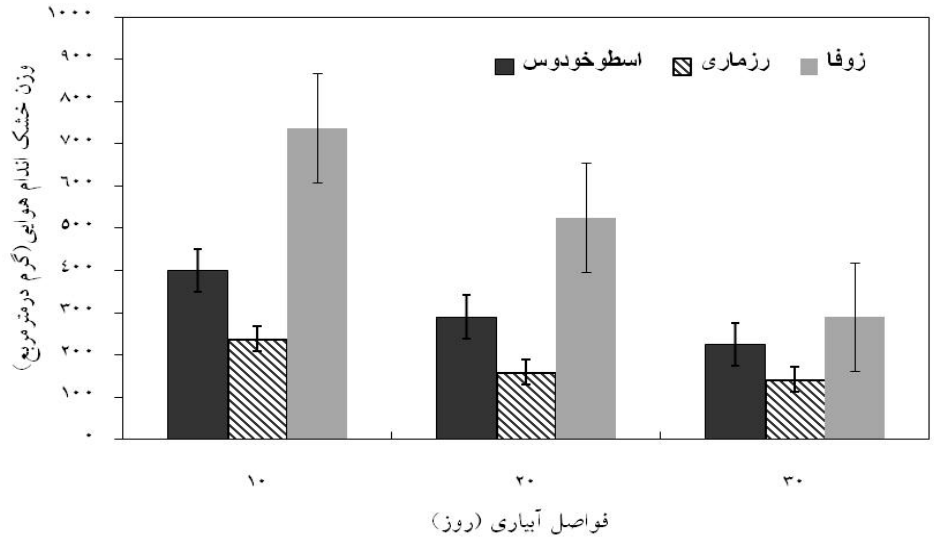
	سال اول		سال دوم	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
وزن تر اندام هوایی (گرم در متر مربع)	۵۲۶/۳۰^{c}	۶۸۳/۱۵^{b}	۷۹۹/۱۴^{a}	۸۳۷/۹۰^{a}
وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	۲۲۶/۶۰^{d}	۲۹۲/۰۴^{c}	۴۳۱/۷۳^{a}	۳۸۶/۱۷^{b}



شکل۱- اختلاف میانگین عملکرد تر و خشک اندام هوایی در مراحل مختلف برداشت طی دو سال آزمایش



شکل۲- اثر فواصل آبیاری بر عملکرد تر و خشک اندام هوایی سه گیاه دارویی در مراحل مختلف برداشت



شکل۳- تغییرات میانگین وزن خشک اندام هوایی سه گیاه دارویی در فواصل مختلف آبیاری

بعلاوه اثر افزایش فواصل آبیاری بر روند تغییرات عملکرد اندام هوایی هر سه گیاه اسطوخودوس، رزماری و زوفا در چین اول و دوم نزولی بوده، بیشترین عملکرد اندام هوایی، در مدار آبیاری ۱۰ روز مشاهده شد (شکل ۲). هرچند که اختلاف معنی داری بین وزن خشک چین اول و دوم در هر تیمار آبیاری مشاهده نشد. با افزایش فواصل آبیاری از ۱۰ به ۳۰ روز، بیشترین کاهش وزن خشک در گیاه زوفا و کمترین تغییرات مربوط به گیاه رزماری بود (شکل ۳)، لیکن میزان این تغییرات در گیاه زوفا معنی‌دار نبود ($P>0/05$)؛ که این امر می‌تواند به دلیل حساسیت بیشتر دو گیاه اسطوخودوس و رزماری در مقایسه با گیاه زوفا نسبت به افزایش فواصل آبیاری باشد.

نتایج سایر مطالعات مشابه نتایج حاصل از این آزمایش بوده و مؤید این است که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد اندام هوایی سایر گیاهان دارویی (۳، ۱۸، ۱۹) نیز شده است. با افزایش رطوبت، حجم ریشه افزایش یافته، میزان جذب آب و عناصر غذایی بیشتر خواهد شد که نتیجه آن افزایش عملکرد اندام‌های رویشی گیاه است (۲۶). نتایج تحقیقات اردکانی (۱)، صفی خانی (۸) و فاطیما (۱۷) بر روی سه گیاه بادرنجبویه، بادرشبی و علف لیمو نیز بیان می‌کند که با افزایش فواصل آبیاری، به سبب کاهش میزان فتوسنتز، از میزان رشد و در نتیجه عملکرد اندام هوایی کاسته شد. هرچند که در مطالعات انجام شده بر روی دو گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) (۱۴) و آویشن (*Thymus vulgaris*) (۵)، افزایش آبیاری سبب کاهش عملکرد اندام هوایی شده بود.

همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود اثر کاربرد انواع مختلف کود بر عملکرد اندام هوایی سه گیاه معنی‌دار بود ($P\leq0/01$)، بطوری که کاربرد کود بیولوژیک منجر به تولید بیشترین عملکرد تر اندام هوایی زوفا شد، هرچند که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با

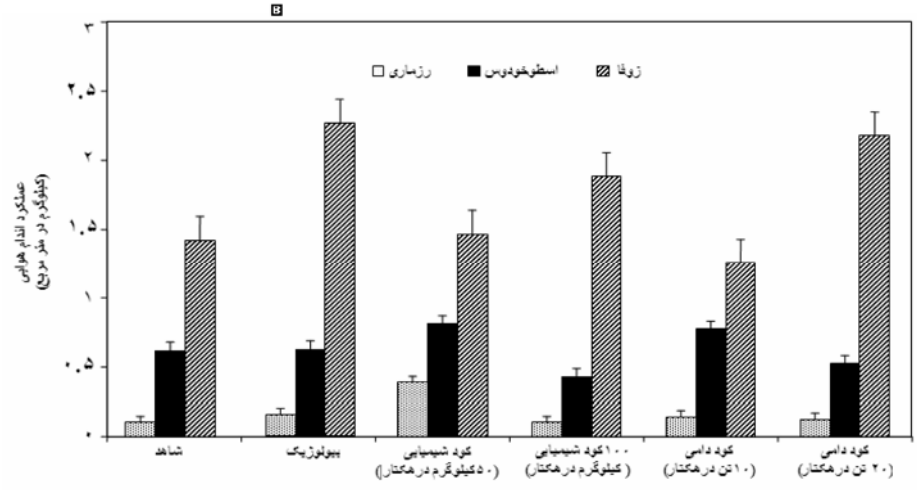
مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). این نتایج بیانگر اثرات متفاوت کاربرد مقادیر مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر کیفیت رشد گیاهان است (۵، ۱۹). بر اساس نتایج شکل ۴ بیشترین عملکرد اندام هوایی در گیاه اسطوخودوس با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی مشاهده شد، هرچند که کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی با تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری در عملکرد اندام هوایی این گیاه نداشت (P>۰/۰۵).

واکنش گیاه رزماری نیز به مصرف انواع کود نشان داد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی منجر به تولید بیشترین عملکرد

اندام هوایی در این گیاه شد. این نتایج بیان می‌کند که گیاه رزماری و اسطوخودوس واکنش‌های مشابهی در پاسخ به کاربرد انواع کود دارند، درحالیکه عکس العمل رشدی گیاه زوفا متفاوت بود. بیشترین عملکرد اندام هوایی گیاه زوفا متأثر از کاربرد کود بیولوژیک و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود. پاسخ بهتر گیاه زوفا به کاربرد کودهای دامی و بیولوژیک می‌تواند به دلیل فعالیت میکروارگانیزم‌های تثبیت کننده نیتروژن در خاک باشد که با بهبود کیفیت خاک و افزایش تولید مواد محرک رشد (۲۰)، باعث توسعه رشد ریشه و در نتیجه بهبود جذب آب و عناصر غذایی (۲۷) شده و در نهایت سبب افزایش عملکرد گیاه زوفا شوند. نتایج تحقیق کوچکی و همکاران (۱۰) در خصوص کاربرد انواع کود بیولوژیک، بیانگر بهبود رشد گیاه زوفا و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی این گیاه در نتیجه مصرف کود نیتروکسین بود. نتایج لیتی و همکاران (۱۹) نیز بیانگر بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه رزماری، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و عملکرد اندام هوایی در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک بود، در حالیکه نتایج سایر محققان (۲۶ و ۲۷) نشان داد که با افزایش میزان کودهای شیمیایی، عملکرد رویشی گیاه رزماری و زوفا افزایش یافت. سیدالاهل (۲۵) نیز در مطالعه خود بر روی گیاه مرزنجوش، اثرات مثبت افزایش مقادیر مناسب کود نیتروژن، بر عملکرد تر و خشک اندام هوایی را تأیید کرد.

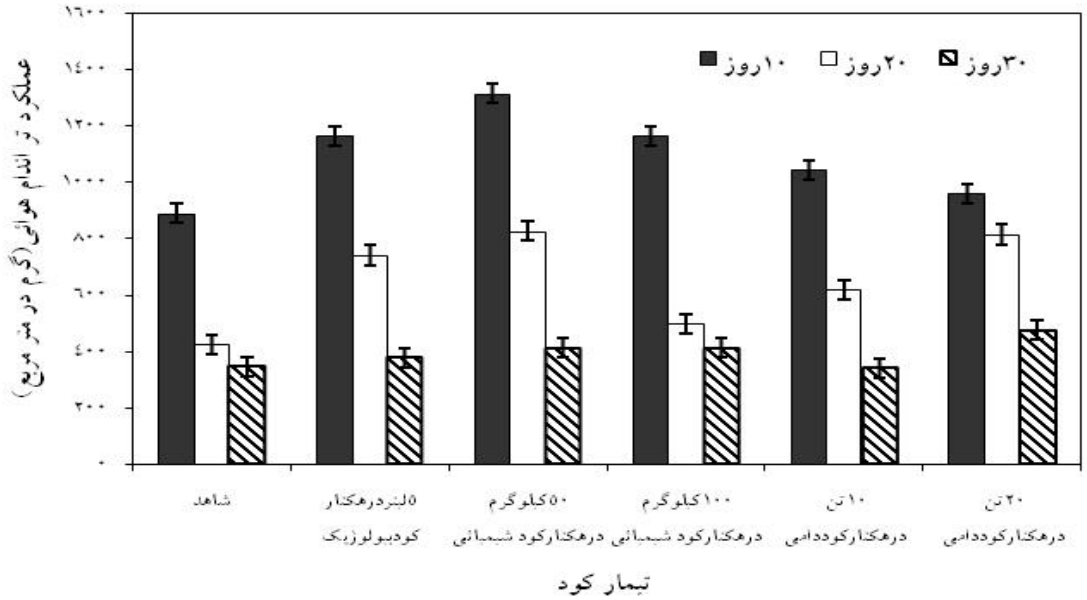
اثر متقابل تیمار آبیاری و کود در دو چین هر دوسال آزمایش معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱)، بطوریکه بیشترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی به ترتیب به میزان ۱۳۱۳ گرم در مترمربع و ۵۵۱ گرم در مترمربع، در مدار آبیاری ۱۰ روز و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی حاصل شد (شکل‌های ۵ و۶)

همانگونه که در شکل های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود در مدار آبیاری ۲۰ روز، بالاترین میزان عملکرد تر (۸۲۵ گرم در مترمربع) و خشک (۴۱۱ گرم در مترمربع) اندام هوایی مربوط به کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بود، که اختلاف آن با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی معنی‌دار نبود. در فاصله آبیاری ۳۰ روز، بالاترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی درتیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی، به ترتیب به میزان ۴۷۴ گرم در مترمربع و ۲۷۷ گرم در مترمربع مشاهده شد. هرچند که اختلاف عملکرد اندام هوایی در مقادیر مختلف کود شیمیایی و بیولوژیک با این تیمار کودی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). این نتایج نشان می‌دهد که میزان جذب عناصر غذایی از خاک، تابع موجودی آب قابل وصول خاک و میزان توسعه ریشه‌ها می باشد (۱۷، ۲۲)، لذا انتخاب فواصل آبیاری متناسب با نوع و مقدار کود، می‌تواند سبب افزایش جذب عناصر غذایی خاک، افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش رشد اندام هوایی گردد (۲۴و ۲۶).

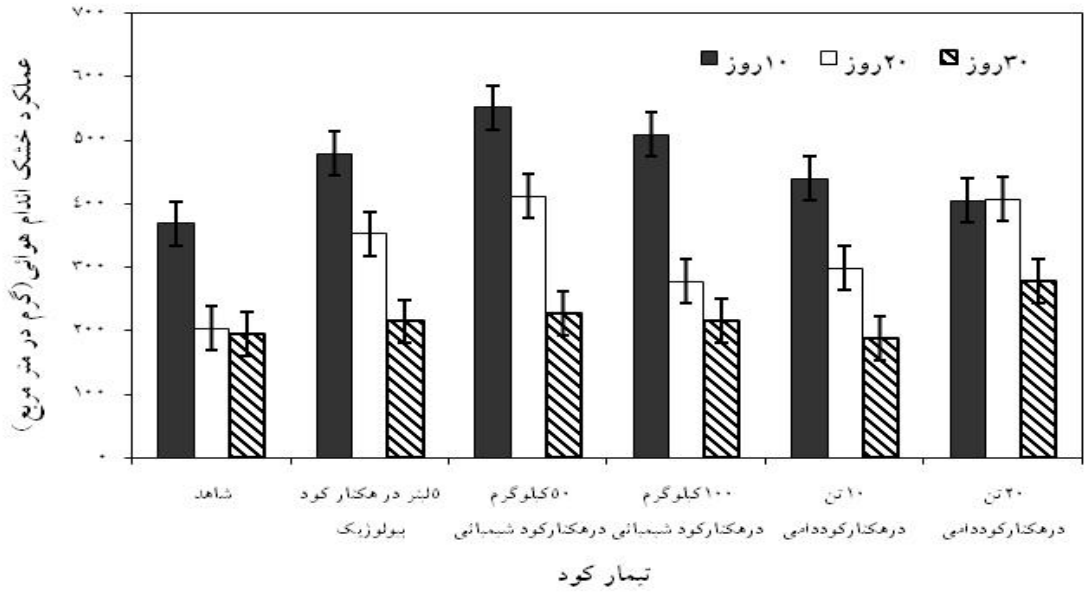


تیمار کود

شکل٤- تغییرات میانگین عملکرد اندام هوایی متأثر از کاربرد انواع کود در سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری وزوفا



شکل ۵- اثر متقابل کاربرد انواع کود و فواصل آبیاری بر تغییرات وزن تر اسطوخودوس، رزماری و زوفا



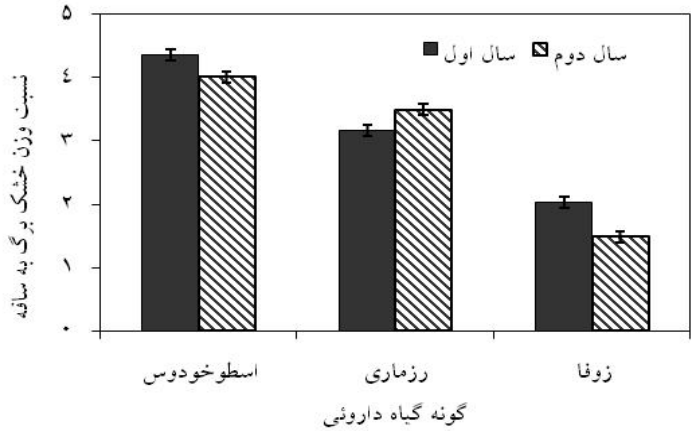
شکل ٦- تأثیر کاربرد انواع کود و فواصل آبیاری بر تغییرات وزن خشک اسطوخودوس، رزماری و زوفا

نسبت برگ به ساقه: نتایج نشان داد (شکل۷) که نسبت وزن خشک برگ به ساقه گیاه اسطوخودوس به طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) بیش از گیاه رزماری و زوفا بود.

نسبت وزن خشک برگ به ساقه اسطوخودوس درسال اول ودوم به ترتیب ۲۸ و۱۲درصد بیشتر از مقدار آن در گیاه رزماری و ۵۳ و ۶۳ درصد بیش از گیاه زوفا بود. نسبت برگ به ساقه دو گیاه اسطوخودوس و زوفا در سال دوم کمتر از سال اول بود، ولی گیاه رزماری در سال دوم نسبت برگ به ساقه بیشتری در مقایسه با سال اول تولید کرده بود. نسبت برگ به ساقه متأثر از سن گیاه، ژنوتیپ، تعداد و سطح برگ می‌باشد (۲، ۱۵، ۲۲). در آزمایش حاضر، این شاخص به طور معنی‌داری متأثر از تیمار آبیاری بود ($P<۰/۰۱$)، بطوریکه بیشترین نسبت وزن خشک برگ به ساقه در فاصله آبیاری۱۰روز تولید شد (جدول۳).

نتایج مطالعه دانفورد و همکاران (۱۶) در خصوص نسبت برگ به ساقه گیاه مرزنجوش نیز مؤید این است که با افزایش دفعات آبیاری،

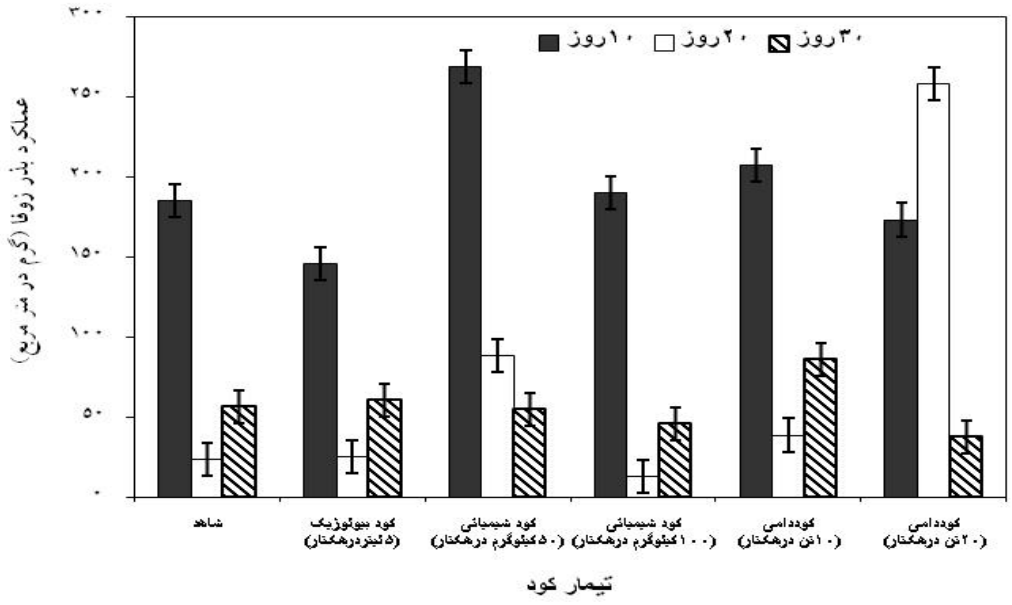
نسبت وزن خشک برگ به ساقه افزایش می‌یابد. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که بیشترین نسبت وزن خشک برگ به ساقه با کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی و کمترین مقدار حاصل کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی است، هرچند که از این نظر با تیمار شاهد (بدون مصرف کود) اختلاف معنی‌داری نداشت.



شکل ۷- تغییرات نسبت برگ به ساقه سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا طی دوسال آزمایش

جدول۳- تأثیر کاربرد انواع کود و فواصل آبیاری بر تغییرات نسبت وزن خشک برگ به ساقه سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا و عملکرد بذر گیاه زوفا طی دوسال آزمایش

	فواصل آبیاری (روز)			تیمار کودی (مقدار در هکتار)					
	۱۰	۲۰	۳۰	شاهد (بدون کود)	نیتروکسین (۵ لیتر)	کود شیمیایی (۵۰کیلوگرم)	کود شیمیایی (۱۰۰کیلوگرم)	کود دامی (۱۰تن)	کود دامی (۲۰تن)
نسبت وزن خشک برگ به ساقه	۲/۵^{b}	۳/۵^{a}	۳/۲^{ab}	۲/۷^{d}	۳/۴^{b}	۲/۶^{d}	۳/۱^{c}	۳/۸^{a}	۳/۰^{c}
عملکرد بذر زوفا (گرم درمتر مربع)	۱۹/۵^{a}	۷/۵^{b}	۵/۷^{bc}	۷/۷^{c}	۸/۷^{c}	۱۳/۸^{ab}	۸/۳^{c}	۱۱/۱^{b}	۱۵/۶^{a}



شکل۸- اثر متقابل تیمار کود و آبیاری بر تولید بذر گیاه زوفا طی دوسال آزمایش

کاربرد کاربرد کود دامی سبب بهبود کیفیت و ساختمان خاک شده، با حفظ رطوبت خاک، میزان جذب عناصر غذایی را افزایش داده، سبب بهبود رشد رویشی گیاه خواهد شد (۲۰). سینگ و رامش (۲۶) بیان کردند که کاربرد کود دامی سبب بهبود ساختمان خاک، حفظ رطوبت خاک، افزایش میزان جذب عناصر غذایی و بهبود رشد رویشی گیاه خواهد شد، لیکن نتیجه آزمایش ایشان مبنی بر کاهش نسبت برگ به ساقه گیاه رزماری در تیمار کاربرد کود دامی با نتایج حاصل از این پژوهش منطبق نبود.

عملکرد دانه: در این آزمایش تنها گیاه زوفا دانه تولید کرد و رشد زایشی دو گیاه اسطوخودوس و رزماری منجر به تولید دانه نشد. نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که بالاترین عملکرد دانه گیاه زوفا به میزان ۱۹/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به رژیم آبیاری ۱۰ روز بود. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی منجر به تولید عملکرد دانه به میزان ۱۵/۶ کیلوگرم در هکتار شد، ولی اختلاف معنی‌داری بین این تیمار کودی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی مشاهده نشد ($P>0/05$). خزاعی و همکاران (۶) نیز بیان کردند که هرچند با افزایش فواصل آبیاری از ۷ به ۲۱ روز از عملکرد دانه اسفرزه (*Plantago ovata*) کاسته شد، لیکن مقدار کاهش عملکرد دانه معنی دار نبود.

اثر متقابل تیمارهای کودی و فواصل آبیاری بر عملکرد دانه نشان داد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی در فواصل آبیاری ۱۰ روز و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی در فواصل آبیاری ۲۰ روز، بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. این دو تیمار از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشتند (شکل۸)، بنابراین به منظور بهبود کیفیت خاک و کاهش هدر رفت آب، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی و فواصل آبیاری ۲۰ روز در شرایط اقلیمی مشهد مناسبتر می‌باشد.

کاربرد کود بیولوژیک و یا مقادیر مناسب کود دامی علاوه بر حفظ رطوبت خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای گیاه (۱۰)، سبب افزایش تولید آسیمیلات‌ها و در نتیجه تولید گل (۲۰) می‌شود. در این شرایط سنتز متابولیت های ثانویه، ازجمله اسانس نیز افزایش می‌یابد (۵ و۱۰). با افزایش تعداد گل‌های معطر، امکان جذب حشرات گرده افشان زیادتر شده و در نتیجه افزایش گل‌های تلقیح شده، تولید دانه بیشتر خواهدشد. فلاحی و همکاران (۹) در بررسی خود بر روی گیاه بابونه مشاهده کردند که بالاترین عملکرد دانه، با کاربرد کود نیتروکسین حاصل شد. نتایج رحمانی و همکاران (۲۳) نیز بیانگر افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گل بابونه، با اعمال تنش خشکی ملایم و افزایش میزان نیتروژن از ۳۰ به ۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. معینی علیشاه و همکاران (۲۱)، اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه ریحان بنفش را غیر معنی‌دار بیان کردند. جوادی (۴) نیز بیان کرد که کاربرد کود نیتروژن بیش از ۴۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه سیاهدانه (*Nigella sativa*) نداشت. هرچندکه استفاده از انواع کود، با افزایش تولیدات فتوسنتزی، سبب افزایش رشد زایشی گیاه می‌شود، لیکن کاربرد بیشتر کود، منجر به افزایش رشد رویشی گیاه و در نتیجه تأخیر در آغاز دوره گلدهی خواهد شد (۲۷و ۲۸). این فرآیند، دوره گلدهی گیاه را کاهش داده و سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (۲۳).

بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می توان گفت که بیشترین عملکرد تر و خشک اندام هوایی در فواصل آبیاری ۱۰ روز یکبار و با کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی تولید شد، لیکن به دلیل کمبود منابع آب در مناطق نیمه خشک کشور و اثر مثبت کاربرد کود دامی در بهبود کیفیت فیزیکوشیمیایی خاک و فعالیت میکروارگانیزم‌های خاکزی و همچنین عدم وجود اختلاف معنی‌دار فواصل آبیاری ۲۰ و ۳۰ روز بر عملکرد خشک اندام هوایی، می‌توان از فواصل آبیاری ۳۰ روز و کاربرد ۲۰ تن درهکتار کود دامی برای دستیابی به عملکرد مناسب اندام هوایی استفاده نمود.

منابع

۱- اردکانی، م.، ب. عباس زاده، ا. شریفی عاشورآبادی، م.ح. لباسچی و ف. پاک نژاد. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود آب بر کمیت و کیفیت گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴ (۲): ۲۶۱-۲۵۱.

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

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. اثرتاریخ 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.، نجفی، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر رژیم های مختلف آبیاری و میزان کاشت بذر بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.). مجله پژوهشهای زراعی ایران. ۵ (۱):۸۴-۷۷.

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

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

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

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

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

۱۳-نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.، رضوانی مقدم، پ.، بهشتی، ع. ۱۳۸۰. اگرواکولوژی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

14- 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.

15- 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.

16- 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.

17- Fatima, S.F., A.H.A. Farooqi and S. Srikant. 2000. Effect of drought stress and plant density on growth and essential oil metabolism in citronella java (*Cymbopogen winterianus* Jowitt). Journal of Medicinal of Aromatic Plant Science. 22: 563-567.

18- 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.

19- 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.

20- Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A.Swarup, 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.

21- 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.

22- 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.

23- 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.

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

25- 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.

26- 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.

27- 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.

28- www.desert-tropicals.com/Plants/Lamiaceae/Hyssopus_officinalis.html. Available online at: 5/7/2009.