نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۴ ، سال ۱۳۹۰، ص ۶۷۷-۶۷۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No.4, 2012, p. 670-677

تأثیر سطوح تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)

محمد فروزنده[۱]، علیرضا سیروس مهر*[۲]، احمد قنبری[۳]، محمد رضا اصغری پور[۲]، عیسی خمری[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۲۲

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع فلفلی، آزمایشی در سال ۱۳۸۸، در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زابل بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل سه سطح آبیاری: کامل درحد ظرفیت مزرعه‌ای (شاهد)، ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه ای (تنش ملایم) و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای (تنش شدید) و چهار سطح کود کمپوست زباله شهری شامل شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی و کمپوست)، T_1:۱۰ ، T_2:۲۰ و T_3:۳۰ تن در هکتار بودند. نتایج حاصل نشان داد که افزایش سطوح کمپوست باعث بهبود معنی دار صفات عملکرد تر و خشک بوته، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، وزن تر و خشک ریشه، درصد و عملکرد اسانس در گلدان می شود. اثر سطوح مختلف آبیاری با برتری تیمار شاهد (عدم تنش)، درتمامی صفات معنی دار شد. مطابق نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد کاربرد تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری و شرایط آبیاری عدم تنش بیشترین عملکرد خشک (۴/۵۱ گرم در گلدان) و عملکرد اسانس (۸/۴۲ گرم در گلدان) در تولید نعناع فلفلی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: نعناع فلفلی، تنش خشکی، کمپوست زباله شهری، کمیت، کیفیت

مقدمه

نعناع فلفلی با نام علمی (*Mentha piperita* L.) از تیره Lamiaceae از جمله گیاهان دارویی و معطر است که اسانس آن مصارف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد. مهم‌ترین ماده شیمیایی نعناع فلفلی اسانس آن است (بیش از ۱/۵ درصد) که از۲۰ نوع ماده مختلف تشکیل شده است. ترکیبات اصلی اسانس نعناع فلفلی را منتول (۳۵ تا ۵۵ درصد)، منتون (۱۰تا۴۰ درصد) و متیل استات (۱ تا ۳ درصد) تشکیل می‌دهند. مواد دیگری مانند فلاونوئید و اسید فنولیک هم در گیاه وجود دارد (۱۰).

کمبود آب در ایران همواره به عنوان عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی و باغی به شمار می رود. در این بین تأثیر آن بر رشد، نحوه جذب عناصر غذایی و انجام فرآیندهای متابولیسمی گیاهان متفاوت است. کمبود آب تغییرات زیادی در رشد گیاه به وجود می‌آورد که می‌تواند سبب کاهش آن گردد. این در حالی است که میزان این کاهش رشد همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان زراعی و باغی و از جمله گیاهان دارویی همراه است. هرچند یکی از راه‌های مقابله با کمبود آب، استفاده از گیاهان مقاوم است اما در این بین می بایست ارزش اقتصادی گونه گیاهان را نیز در فرآیند تولید در نظر گرفت (۱۳). بنابراین گمان می‌رود با به کارگیری کودهای مختلف از جمله کمپوست بتوان هم بر میزان تولید گیاه نعناع فلفلی افزود و هم سبب افزایش میزان ماده موثره آن در شرایط بروز تنش خشکی شد. از آن‌جا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد، در مدیریت صحیح استفاده از کمپوست علاوه بر تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باید جنبه های زیست محیطی، امکان تجمع در بافت‌های گیاه و آلوده شدن خاک به غلظت بالای فلزات سنگین نیز مورد توجه قرار گیرد (۱۶). با توجه به تأثیر احتمالی کمپوست بر خصوصیات خاک و رشد و نمو گیاهان و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دارویی، به

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار، استادیار و مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشگاه زابل
(*- نویسنده مسئول: Email: a_sirousmehr@yahoo.com)

ویژه به روش ارگانیک، این تحقیق به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش گلدانی در سال ۱۳۸۸ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زابل بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. در این تحقیق فاکتور تنش آبی شامل سه سطح: آبیاری کامل درحد ظرفیت مزرعه‌ای (شاهد)، ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه ای (تنش ملایم) و ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه ای (تنش شدید) و فاکتور مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری در چهار سطح: شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و کمپوست)،۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار می‌باشد. برای آماده‌سازی محیط کشت از گلدان‌هایی با قطر ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری استفاده شد.بعد از اینکه نشاها به یک اندازه ۴ تا ۶ برگی رسیدند به گلدان انتقال داده شد. روش اعمال تیمارها به صورت وزنی بود. به منظور تعیین منحنی رطوبتی، سه نمونه از خاک مورد نظر به آزمایشگاه برده شده، نمونه های خاک اشباع و روی صفحات اشباع شده دستگاه صفحات فشاری قرار داده شد. با ایجاد مکش توسط دستگاه صفحات فشاری، خاک تحت تنش قرار گرفت. بدین ترتیب در سه نمونه خاک پتانسیل‌های آبی مد نظر ایجاد گردید. بعد از ۲۴ ساعت نمونه‌ها به دستگاه آون برده شده و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد. بدین گونه در هر سه پتانسیل، درصد رطوبت وزنی خاک (θ_m) با استفاده از فرمول $\%\theta_m = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100$ (w_1 = جرم نمونه مرطوب و w_2 جرم نمونه خشک) تعیین خواهد گردید. با این اندازه‌گیری‌ها امکان این فراهم خواهد گردید که مقدار رطوبت خاک و وزن هر گلدان در پتانسیل‌های مختلف بدست می‌آید. در یک دستگاه محور مختصات مقادیر رطوبت و پتانسیل نسبت به یکدیگر رسم و بدین طریق منحنی رطوبتی خاک ترسیم گردید (علیزاده ،۱۳۸۵). جهت اعمال تیمارهای آبیاری، گلدان‌ها هر روز بوسیله ترازوی حساس (دقت در حد گرم) توزین و با اضافه نمودن آب مصرفی (کاهش وزن هر کدام از گلدان‌ها) تیمارها اعمال گردید. هر گلدان در وزن تیمار مربوطه ثابت نگه داشته شد. برای اعمال تیمار میزان کمپوست در واحد گلدان، ابتدا وزن یک هکتار خاک با عمق ۳۰ سانتی متر از فرمول $\rho = \frac{M\ (gr)}{V\ (m^3)}$ محاسبه گردید و سپس به واحد گلدان (۸ کیلوگرم) تعمیم داده شد (۱۱). نتایج حاصل از آنالیز نمونه خاک آزمایشی و کمپوست زباله در جدول ۱ منعکس است. در مرحله ۲۵ درصد گلدهی در تاریخ ۱۳۸۸/۵/۱۱ اقدام به برداشت نمونه جهت اسانس گیری گردید.

اسانس‌گیری توسط دستگاه کلونجر مدل فارماکوپه بریتانیا با استفاده از روش تقطیر با آب انجام شد. در این آزمایش صفاتی مانند عملکرد تر و خشک بوته، درصد و عملکرد اسانس،وزن تر و خشک ریشه و ارتفاع بوته محاسبه گردید.

از نرم‌افزار MSTAT-C جهت تجزیه واریانس و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال۵ درصد جهت اختلاف میانگین ها استفاده شد.

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز کمپوست و خاک

نمونه	pH	EC (ds/m)	N (%)	P (%)	K (%)
خاک	۷	۶/۹	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۵۸
کمپوست زباله	۷	۴/۵	۰/۴	۱/۲۲	۱/۵

نتایج

عملکرد تر و خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثرات تنش خشکی، کمپوست و تنش خشکی×کمپوست زباله تأثیر معنی‌داری بر عملکرد تر بوته در نعناع فلفلی دارند.

مقایسه میانگین نتایج مربوط به اثرات متقابل خشکی و کمپوست نشان داد که بیشترین میزان عملکرد تر بوته در آبیاری کامل(شاهد) و در طی استفاده از تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست بدست آمد (جدول۴). همچنین در سطح بالای تیمار خشکی (۶۰درصد رطوبت زراعی مزرعه)، تأثیر تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست بر عملکرد تر تک بوته تولیدی، بیشتر بود (جدول۴).

نتایج تجزیه واریانس داده های حاصل از این آزمایش نشان داد که اثر تنش خشکی ،کمپوست زباله شهری و اثر متقابل آنها بر عملکرد خشک بوته معنی دار است (جدول۲). با مقایسه میانگین داده ها مشخص شد که با افزایش سطح تنش خشکی از میزان عملکرد خشک بوته در هر گیاه به میزان ۱/۹۸ گرم در گلدان کاسته شد (جدول۳).

در طی استفاده از سطوح کمپوست زباله مشخص گردید تیمار ۳۰تن در هکتار بیشترین تأثیر را بر عملکرد خشک بوته داشت (جدول۳). اثر متقابل تنش خشکی و کمپوست در این آزمایش نشان داد در زمان نبود خشکی (تیمار شاهد)، تیمار ۳۰ تن در هکتار بیشترین عملکرد خشک (۴/۵۱ گرم در گلدان)را دارد (شکل۲). همچنین در طی بروز تنش خشکی و کاهش میزان آب تا حد ۶۰ درصد ظرفیت زراعی، سطح چهارم کاربرد کمپوست زباله(۳۰تن زباله در هکتار) بیشترین عملکرد (۲/۴۹ گرم در گلدان) را دارد (جدول ۴).

کاهش عملکرد در طی افزایش سطح تنش خشکی بر اساس نظر سروالی و همکاران (۲۶) می تواند مربوط به افزایش اختصاص مواد

فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد. یکی از اولین نشانه های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول ها خصوصا در ساقه و برگ ها است. با کاهش رشد سلول ،اندازه اندام محدود می شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می توان از روی اندازه کوچکتر برگ ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد. به علاوهدر شرایط کم آبی ،جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ ها محدود می گردد. متعاقب کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می یابد و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب ، رشد گیاه و نها یتا عملکرد آن دچار نقصان می شود (۱۸).

وزن تر و خشک ریشه

اثر تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر وزن تر و خشک ریشه معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده ها نشان داد با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد به ۶۰ درصد ظرفیت زراعی از میزان وزن تر و خشک ریشه تولیدی در هر گیاه به ترتیب به میزان ۳۱/۵۸ و ۹/۱۱ گرم در گلدان کاسته شد (جدول۳). در مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی × کمپست، وزن تر و خشک ریشه در بوته به ترتیب ۶۸/۴۸ و ۲۱/۲۹ گرم در گلدان در تیمار شاهد و در طی استفاده از ۳۰ تن در هکتار کمپوست آمد (جدول ۴). جدول ۴ همچنین نشان می دهد که در غیاب تنش خشکی با افزایش مقدار کمپوست زباله شهری، هر دو صفت مذکور افزایش یافته اند. به ترتیب از ۵/۷۱ به ۲۱/۲۹ و از ۳۱/۸۸ به ۶۸/۴۸ گرم در گلدان که در هر دو مورد این روند معنی دار بوده است. با افزایش تخلیه رطوبت خاک از شاهد به ۶۰ درصد ،هم وزن خشک و هم وزن تر ریشه به طور معنی داری کاهش یافتند. روند تغییرات این صفات کاملا منطقی به نظر می رسد و علت افزایش این صفات در حضور ۳۰ تن در هکتار گمپوست زباله شهری با وجود افزایش تنش را می توان این گونه توجیه کرد که در میزان تنش شدید کمپوست سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک گردیده و گیاه همان میزان رطوبت را مورد استفاده قرار می دهد. نتایج این آزمایش با نتایج قلی زاده (۹) بر گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)، ظریف کتابی (۱۳۷۹) بر یونجه (*Medicago sativa*) و نجفی (۱۲) بر اسفرزه (*Plantago ovata*) مطابقت وجود دارد.

تنش خشکی سبب کاهش ماده خشک ریشه گردید. در شرایط بدون تنش ریشه ها قطور تر هستند در صورتیکه در شرایط تنش با اینکه ریشه دارای طول مناسبی می باشد اما به دلیل اینکه نازک هستند، دارای وزن کمی می باشند که موجب کاهش عملکرد ریشه نسبت به شرایط بدون تنش می شوند. این نتیجه در آزمایش های قلی زاده و همکاران (۹) روی گیاه بادرشبی نیز بدست آمده است.

سازگاری و تحمل تنش خشکی دو مقوله جدا در گونه های گیاهی هستند. از نظر فیزیولوژیکی ،تحمل ممکن است با توانایی گیاه به رشد همراه با ریسک در تحت تنش و تکمیل دوره رشد همراه باشد. از طرف دیگر ممکن است بعضی گیاهان یک روش سازگاری را نشان دهند که به موجب آن رشد خودرا تحت شرایط تنش محدود کنند. در حالی که کمبود رطوبت در منطقه ریشه هنوز وجود دارد ،رشد ریشه کمتر از قسمت های هوایی به کمبود آب حساس است. با توجه به این امر، کمبود آب منجر به افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی می گردد. بدین ترتیب ظرفیت گیاه برای جذب مواد غذایی و آب از خاک افزایش می یابد (۲۵).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس نعناع فلفلی.

		میانگین مربعات							
منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد خشک بوته	عملکرد تر بوته	ارتفاع	تعداد پنجه در گیاه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۳	۰/۰۶۶ ns	۲/۳۵ ns	۲/۹۴ ns	۱/۰۱ ns	۶/۵۰ ns	۱/۱۱ ns	۰/۰۲۶ ns	۰/۰۱۲ ns
کمپوست	۳	۱۰/۸۲ **	۱۵۴/۴۲ **	۲۰۰/۵۱ **	۸۱/۵۷ **	۱۸۹۲/۶۸ **	۱۵۸/۷۱ **	۰/۲۸۵ **	۵۷/۵۶۸ **
تنش خشکی	۲	۱۷/۱۶۹ **	۲۹۹/۱۹ **	۲۷۳/۹۶ **	۱۸۴/۲۱ **	۴۷۴۹/۸۷ **	۳۶۵/۸۳ **	۱/۳۱۸ **	۳۵/۱۷۵ **
× تنش کمپوست	۶	۰/۶۸۵ **	۵/۴۵ **	۱۰/۹۸ **	۲۶/۲۷ **	۱۲۷/۳۸ **	۳۳/۴۳ **	۰/۰۶۰ ns	۳/۶۲۴ **
خطا	۳۳	۰/۰۲۷	۱/۳۳	۱/۷۵	۰/۳۹	۷/۴۹۷	۱/۰۹	۰/۰۲۴	۰/۴۰۹
ضریب تغییرات	–	۷/۳۲	۱۳/۱	۶/۸۹	۱۱/۹۴	۸/۰۶	۱۷/۲۳	۷/۸۰	۱۴/۵۷

ns،* و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

T1= ۱۰تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T2 =۲۰تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T3 = ۳۰تن در هکتار کمپوست زباله شهری.

ارتفاع و تعداد پنجه در بوته

نتایج ارایه شده در جدول آنالیز واریانس این صفت (جدول ۲) حاکی از تأثیر معنی‌دار آبیاری بر ارتفاع بوته و تعداد پنجه در سطح احتمال ۵ درصد است. در مقایسه اثر متقابل کمپوست و تنش خشکی بر ارتفاع بوته و تعداد پنجه تأثیر معنی داری مشاهده شد (جدول ۴). بطوریکه در زمان نبود تنش خشکی (تیمار شاهد)، تیمار ۳۰ تن در هکتاربیشترین ارتفاع بوته (۲۸/۷۳ سانتی متر)(شکل ۳) و بیشترین تعداد پنجه ۱۴/۸۰ را داشت (شکل ۴ و جدول ۴). همچنین در سطوح دیگر تنش خشکی،با کاهش مقدار آب آبیاری (شاهد،۸۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی) روند کاهشی ارتفاع بوته و تعداد پنجه افزایش نشان داد ولی با افزیش کاربرد کمپوست زباله ، این روند کاهش نشان داد بطوریکه کمترین کاهش ها در سطوح کمبود آب مربوط به بیشترین کاربرد کمپوست (۳۰ تن در هکتار) بود.

کارتر و همکاران (۱۴) گزارش کردند کمبود آب سبب کاهش عملکرد دانه و همچنین کاهش تعداد و قطر ساقه، طول میانگره و اندازه برگ در گیاه یونجه می شود. صفی خانی (۶) در تحقیقات خود بر روی گیاه دارویی بادرشبو گزارش کرد تنش خشکی در حد ۴۰ ٪ ظرفیت زراعی موجب کاهش ارتفاع،طول و عرض برگ ،طول میانگره،عملکرد اندام هوایی و عملکرد اسانس می شود. شاخه دهی زیاد تحت شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می آید زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می گردد. اوگبونایا و همکاران (۱۹۸۸)، محدود شدن شاخه دهی تحت شرایط خشکی در گیاه کنف (*Hibiscus cannabinus*) را به عنوان یک مکانیسم سازگاری در نظر گرفتند که به وسیله آن گیاه تلاش می کند تا آب را برای مراحل بحرانی تر نمو نظیر گلدهی حفظ نماید.

بنابراین کاهش تعداد پنجه ها در شرایط کم آبی را شاید بتوان به عنوان یک مکانیسم سازگاری برای مقابله با شرایط تنش در گیاه دارویی نعناع فلفلی در نظر گرفت. نتایج مشابهی توسط لچامو و همکاران (۱۷) و امید بیگی (۱۸) روی گیاه ریحان به دست آمده است. نتایج بدست آمده در مورد تعداد پنجه و عملکرد هم نیز با آنچه که در ذرت توسط رام و همکاران (۲۳)، میسرا و سریواستاوا (۱۹) روی نعناع، جانسون (۱۵) در آویشن، رفعت و صالح (۲۴) در زیحان گزارش گردیده است، مطابقت دارد.

درصد و عملکرد اسانس

بجز اثر متقابل، اثرات تنش خشکی و کمپوست زباله شهری تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش سطح تنش خشکی از شاهد به ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بر درصد اسانس نعناع افزوده شد. در این افزایش بین تیمار ۶۰ و ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. میزان این افزایش در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد معادل ۰/۴۹ درصد بود (جدول۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس

صفات / تیمار	عملکرد تر بوته (گرم در گلدان)	عملکرد خشک بوته (گرم در گلدان)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد پنجه در گیاه	وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)	وزن تر ریشه (گرم در گلدان)	درصد وزنی اسانس	عملکرد اسانس (گرم در گلدان)
تنش خشکی(آبیاری)								
FC	۱۲/۸۱۵۰ a	۳/۰۷۸۱ a	۲۳/۹۸۱۳ a	۹/۰۸۷۵ a	۱۱/۴۵۶۹ a	۵۳/۷۴۳۱ a	۱/۷۹۹۰ b	۵/۶۰۱۷ a
FC ٪۸۰	۹/۳۰۳۱ b	۲/۵۹۳۱ b	۱۶/۹۶۸۸ b	۴/۰۶۲۵ b	۴/۳۸۷۵ b	۲۶/۰۱۶۹ b	۱/۸۴۲۷ b	۴/۸۳۰۶ b
FC ٪۶۰	۴/۲۱۴۴ c	۱/۰۹۱۲ c	۱۶/۶۶۸۸ b	۲/۶۲۵۰ c	۲/۳۴۴۴ c	۲۲/۱۵۸۸ c	۲/۲۹۸۵ a	۲/۷۳۶۳ c
کمپوست زباله شهری								
شاهد	۵/۳۲۴۲ d	۱/۲۲۳۳ d	۱۵/۰۵۰۰ d	۲/۶۶۶۷ d	۳/۰۱۵۰ d	۱۷/۹۴۴ d	۱/۸۲۰۰ c	۲/۱۳۲۷ d
T_1	۶/۸۳۱۷ c	۱/۷۹۰۰ c	۱۷/۵۰۸۳ c	۳/۵۰۰۰ c	۴/۵۰۵۰ c	۳۱/۳۱۶ c	۱/۹۲۷۶ bc	۳/۲۶۰۷ c
T_2	۹/۴۳۷۵ b	۲/۶۰۸۳ b	۱۹/۶۰۰۰ b	۶/۶۸۳۳ b	۵/۴۲۰۰ b	۳۹/۱۵۶ b	۲/۰۱۱۹ b	۵/۰۱۱۷ b
T_3	۱۳/۵۱۶۷ a	۳/۳۹۵۰ a	۲۴/۶۶۶۷ a	۸/۱۸۳۳ a	۱۱/۳۱۱۷ a	۴۷/۴۷۶ a	۲/۱۶۰۶ a	۷/۱۵۳ a

تفاوت حروف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد

T1= ۱۰تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T2=۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T3=۳۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری.

در این آزمایش تفاوت معنی‌داری در طی استفاده از چهار سطح کمپوست بر درصد اسانس تولیدی مشاهد شد (جدول ۲). به طوری که با افزایش میزان کمپوست زباله، درصد اسانس افزایش یافت و بیشترین درصد اسانس با میانگین ۲/۱۶ درصد مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار بود (جدول ۳).

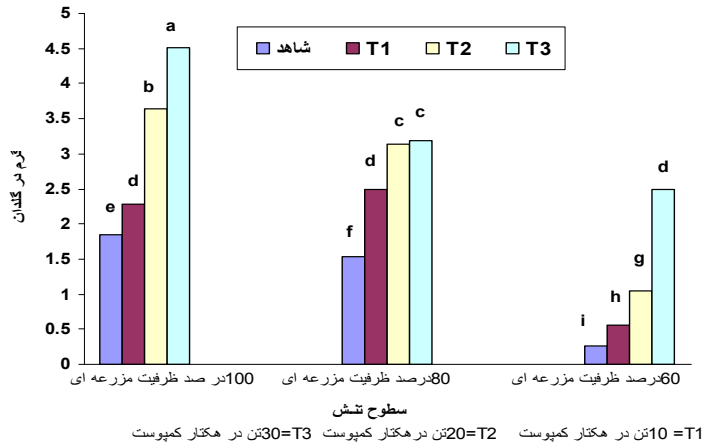
اثرات تنش خشکی ،کمپوست و تنش خشکی × کمپوست زباله بر میزان عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود(جدول ۲). بیشترین عملکرد اسانس(۵/۶۰ میلی گرم در گلدان) در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (شاهد) بدست آمد که نسبت به سایر تیمارها معنی دار بود. .همچنین در تیمار کمپوست بیشترین عملکرد اسانس (۷/۱۵ میلی گرم در گلدان) مربوط به ۳۰ تن در هکتار بود (جدول ۳).

جدول ٤- اثر متقابل تنش خشکی و کمپوست زباله شهری بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس

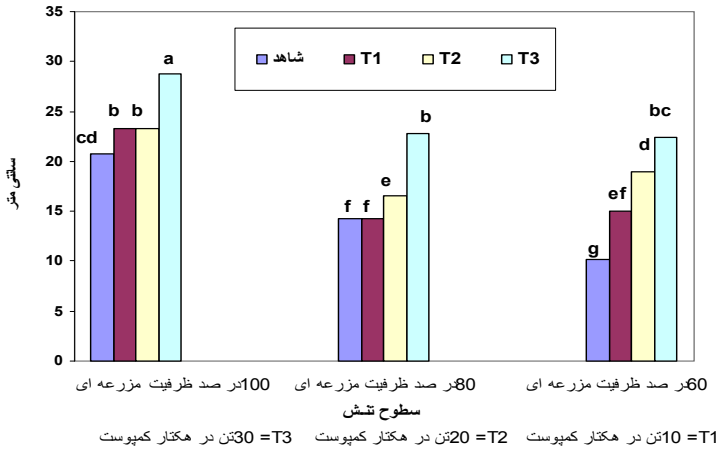
تیمارها		عملکرد تر بوته (گرم در گلدان)	عملکرد خشک بوته (گرم در گلدان)	ارتفاع (سانتیمتر)	تعداد پنجه در گیاه	وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)	وزن تر ریشه (گرم در گلدان)	درصد وزنی اسانس	عملکرد اسانس (گرم در گلدان)
Fc	شاهد	۸/۷۴^{de}	۱/۸۵^{e}	۲۰/۷۵^{cd}	۴/۲۵^{de}	۵/۷۱^{c}	۳۱/۸۸^{e}	۱/۷۰^{e}	۳/۱۶^{de}
	T_1	۱۰/۷۹^{c}	۲/۲۹^{d}	۲۳/۲۳^{b}	۴/۵۰^{d}	۸/۶۸^{b}	۵۴/۰۷^{c}	۱/۷۷^{cde}	۴/۰۷^{cd}
	T_2	۱۵/۰۹^{ab}	۳/۶۴^{b}	۲۳/۲۳^{b}	۱۲/۸۰^{b}	۱۰/۱۴^{b}	۶۰/۵۴^{b}	۱/۸۵^{cde}	۶/۷۴^{b}
	T_3	۱۶/۶۳^{a}	۴/۵۱^{a}	۲۸/۷۳^{a}	۱۴/۸۰^{a}	۲۱/۲۹^{a}	۶۸/۴۸^{a}	۱/۸۶^{cde}	۸/۴۲^{a}
٪۸۰ Fc	شاهد	۵/۳۳^{f}	۱/۵۴^{f}	۱۴/۲۰^{f}	۲/۷۵^{fg}	۲/۰۹^{e}	۱۶/۸۵^{g}	۱/۷۴^{de}	۲/۶۹^{e}
	T_1	۷/۴۸^{e}	۲/۵۰^{d}	۱۴/۲۷^{f}	۳/۷۵^{de}	۲/۷۸^{de}	۲۲/۳۲^{e}	۱/۷۷^{cde}	۴/۴۳^{c}
	T_2	۹/۸۷^{cd}	۳/۱۴^{c}	۱۶/۵۸^{e}	۴/۰۰^{de}	۴/۰۳^{d}	۳۲/۳۶^{e}	۱/۸۷^{cde}	۵/۸۸^{b}
	T_3	۱۴/۵۳^{b}	۳/۱۸^{c}	۲۲/۸۳^{b}	۵/۷۵^{c}	۸/۶۳^{b}	۳۲/۵۳^{e}	۱/۹۸^{cd}	۶/۳۰^{b}
٪۶۰ Fc	شاهد	۱/۸۹^{g}	۰/۲۶^{i}	۱۰/۲۰^{g}	۱/۰۰^{h}	۱/۲۳^{e}	۵/۱۰^{h}	۲/۰۱^{c}	۰/۵۳^{f}
	T_1	۲/۲۲^{g}	۰/۵۶^{h}	۱۵/۰۲^{ef}	۲/۲۵^{g}	۲/۰۵^{e}	۱۷/۵۶^{g}	۲/۲۳^{b}	۱/۲۶^{f}
	T_2	۳/۳۵^{g}	۱/۰۴^{g}	۱۹/۰۰^{d}	۳/۲۵^{ef}	۲/۰۸^{e}	۲۴/۵۷^{f}	۲/۳۱^{b}	۲/۴۰^{e}
	T_3	۹/۳۹^{cd}	۲/۴۹^{d}	۲۲/۴۵^{bc}	۴/۰۰^{De}	۴/۰۱^{d}	۴۱/۴۱^{d}	۲/۷۰^{a}	۶/۷۳^{b}

تفاوت حروف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد

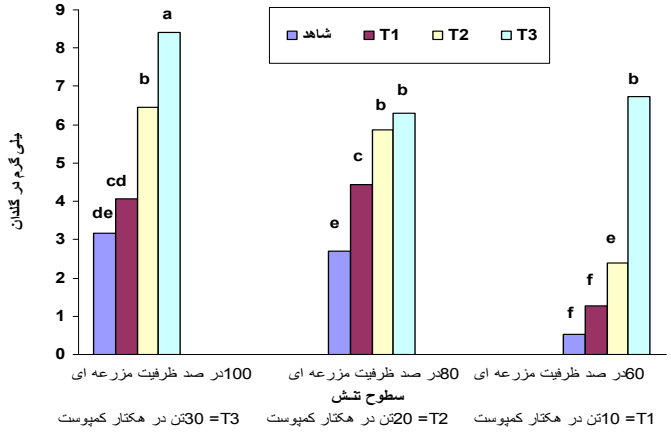
T1= ۱۰تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T2=۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری،T3=۳۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری.



شکل ۱- اثر متقابل تنش خشکی × کمپوست بر میانگین عملکرد نعناع فلفلی



شکل ۲- اثر متقابل تنش خشکی × کمپوست بر میانگین ارتفاع بوته



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی × کمپوست بر میانگین عملکرد اسانس

در بررسی اثر متقابل تنش خشکی و کمپوست مشخص شد که بیشترین درصد (۲/۷۰ درصد) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست در شرایط ۶۰ در صد ظرفیت مزرعه‌ای و بیشترین عملکرد اسانس (۸/۴۲ میلی‌گرم در گلدان) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست در شرایط ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای بدست می آید (شکل۶وجدول ۴).

براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد خشک در گیاه کاسته می‌شود اما با بکارگیری کمپوست (بویژه در سطوح بالای تنش) می‌توان تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد تولیدی این گیاه کاست. کاهش عملکرد در طی بروز تنش خشکی حتی تا سطح ۶۰ درصد همراه با افزایش درصد اسانس بود.

رفعت و صالح (۲۴) در ریحان نیز گزارش کردند که با کاهش رطوبت خاک، درصد اسانس افزایش می‌یابد. در آزمایش‌های حسنی و امیدبیگی (۴) روی گیاه ریحان و لتچامو و همکاران (۱۷) روی آویشن نیز بیشترین درصد اسانس در رژیم آبی ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه به دست آمد.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که با تشدید تنش خشکی، عملکرد اسانس کاهش یافت. کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش رطوبت خاک ممکن است ناشی از اثر زیان‌آور تنش خشکی بر رشد و عملکرد پیکر رویشی گیاه باشد. اثرات نامناسب تنش خشکی

در کاهش عملکرد اسانس توسط حسنی و امیدبیگی (۴) و رفعت و صالح (۲۴) روی ریحان و لتچامو و همکاران (۱۷) در آویشن و سولیناس و دایانا (۱۹۹۶) در اکلیل کوهی نیز گزارش گردیده است. نتایج مشابهی توسط امید بیگی و همکاران (۲۰۰۳) به دست آمده است در این گزارش نیز اثر سطوح مختلف رطوبت خاک (۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه ای) را روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.)بررسی و با کاهش رطوبت خاک، عملکرد اسانس کاهش یافت، ولی درصد اسانس افزایش یافت.

در بررسی‌های حسنی (۵) بیشترین درصد و عملکرد اسانس بادرشبو (*Dracocephalum moldavicom*) درگلدان، در شرایط رطوبتی ۷۰ و۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه بدست آمد. قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) بیان داشتند که در تیمار صفر زئولیت با افزایش تخلیه رطوبت خاک گلدان از ۵۰ درصد به ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه-ای، درصد اسانس بادرشبو کاهش یافت. لتچامو و همکاران (۱۹۹۴) در آزمایش گلخانه‌ای، اثرات سه سطح آب خاک (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه ای) را بر روی گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*)مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که بیشترین میزان تجمع مادهٔ خشک در ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و بیشترین درصد اسانس در ۷۰ درصد ظرفیت مزرعه ای بدست آمد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی از نتایج این آزمایش استنتاج می شود که در گیاه نعناع فلفلی، با افزایش تنش خشکی از میزان عملکرد ماده خشک کاسته ولی بر درصد اسانس گیاه افزوده می‌شود. ضمن اینکه با افزایش کاربرد کمپوست در سطوح رژیم آبیاری(تنش خشکی)، عملکرد ماده خشک و درصد اسانس افزایش می یابد ولی بالاترین میزان ماده خشک و عملکرد اسانس در شرایط عدم تنش خشکی و کاربرد بیشترین کمپوست (۳۰ تن در هکتار) بدست می آید.

منابع

۱- حسنی، ع.، ر. امیدبیگی. و ح. حیدری شریف آباد. ۱۳۸۲. بررسی برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی در گیاه ریحان. ۱۳۸۲. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره ۴، صفحه ۷۴-۶۵.

۲- حسنی، ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). فصلنامه پژوهشی تحقیقات مختلف گیاهان دارویی ومعطر ایران. جلد ۲۲ شماره ۳، صفحه ۲۶۱ – ۲۵۶.

۳- صفی خانی، ف. ۱۳۸۵. بررسی جنبه‌های فیزیولوژیک مقاومت به خشکی در گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). پایان‌نامه دکتری، دانشگاه شهید چمران. مجتمع آموزشی عالی کشاورزی و منابع طبیعی رامین.

۴- صفی‌خانی، ف.، ح. حیدری شریف آباد.، ع. سیادت.، ا. شریفی عاشورآبادی.، م. سیدنژاد. و ب. عباس‌زاده. ۱۳۸۶. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۳، شماره ۲، صفحه ۱۹۴-۱۸۳.

۵- لباسچی،م.ح.، ا. شریفی عاشورآبادی و د. مظاهری.۱۳۸۲. اثرات تنش خشکی بر تغییرات هیپرسین گل راعی. مجله پژوهش و سازندگی(۱):۵۲-۴۴.

۶- قلی زاده، آ.، م، اصفحانی و م، عزیزی. ۱۳۸۵. مطالعه اثر تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبو. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۷۳، صفحه ۱۰۲ – ۹۶.

۷- مجنون حسینی، ن و س، دوازده امامی. ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان داروئی و ادویه ای. انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۲۶۲.

۸- محمدیان،م.،ج.ملکوتی و ا.محمدی گل تپه.۱۳۷۷. تبدیل باگاس نیشکر و پوسته برنج به کود بیولوژیک و بررسی تأثیر آنها در عملکرد ذرت(*Zea mays*).پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی.دانشگاه تربیت مدرس ،تهران.

۹- نجفی، ف.۱۳۸۰. اثر رژیم های مختلف آبیاری بر کمیت و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت . دانشگاه فردوسی مشهد.

10- Boyer,J.S.1982. Plant productivity and envairoment. Science,218:443-448.

11- Carter, P., C. Sheaffer. and W. Voorhees. 1982. Root growth, herbage yield and water status of alfalfa cultivars. Crop Sci, 22: 425-427.

12- Johnson, L. U. E. 1995. Factors affecting growth and the yield of oil in Spanish thyme (*Lippia micromera* Schou). st. Augustine (Trinidad and Tobago), 132p.

13- Lalande,R.,B.Gagnon, R.R.Simard and D.Cote.2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Science.80:263-269.

14- Letchamo, W., R. Marquard., J. Holz. and A. Gosselin. 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanik, 68: 83-88.
15- Mandal, B. K., P. K. Ray. and S. Dasgupta. 1986. Water use by Wheat, Chikpea and Mustard grown as sole crops and intercrops. Indian J. Agric. Sci, 56: 187-193.
16- Misra, A. and N. K. Srivastava. 2000. Influence of water stress on japanese Mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7: 51-58.
17- Ogbonnaya, C. L., M. C. Nwalozie., H. Roy-Macauley. and D. J. M. Annerose. 1998. Growth and water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products, 8: 65-76.
18- Omidbaigi, R., A. Hassani. and F. Sefidkon. 2003. Essential oil content and composition of sweet Basil *(Ocimum basilicum)* at different irrigation regimes. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 6: 104-108
19- Pirzad, A., H. Alyari., M. R. Shakiba., S. Zehtab-Salmasi. and A. Mohammadi. 2006. Essential oil content and composition of german Chamomile *(Matricaria chamomilla* L.*)* at different irrigation regimes. Journal of Agronomy, 5(3): 451-455.
20- Ram, M., D. Ram. and S. Singh. 1995. Irrigation and nitrogen requirement of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub tropical conditions. J. Hort. Sci, 27: 45-54.
21- Refaat, A. M. and M. M. Saleh. 1997. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet Basil plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo, 48: 515-527.
22- Sangwan,N.S., Farooqi Abad, A.H. and Sangwan,R.S.1994. Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. New Phytologist.128:173-179.
23- Sreevalli, Y., K. Baskaran., R. Chandrashekara, R. kuikkarni., and *et al*. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in petriwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic plant Sci. 22: 356-358.
24- Solinas, V. and S. Deiana. 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L. phenolic fraction and essential oil yields. Italian Eppos, 19: 189-198.