نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۲۱-۱۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 11-21
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita*)

مجید عزیزی[1*]- سهیلا شهریاری[2]- حسین آرویی[3]- حسین انصاری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۰۵

چکیده

نعنافلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L.، از جمله گیاهان دارویی و معطر با ارزش در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی است که به دلیل طیف وسیع کاربرد آن در صنایع مختلف دارویی در سطح وسیعی از مزارع کشت می‌شود. به منظور بررسی تأثیر رژیم های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر شاخص‌های فیزیولوژیک و میزان اسانس گیاه دارویی نعنافلفلی، آزمایشی در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعهٔ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که فاکتورهای آن را سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده از تشت تبخیر کلاس A) و دو نوع مالچ (پلاستیک سیاه، چیپس چوب) و شاهد بدون پوشش تشکیل می‌دادند. نتایج حاصل از دو چین به تفکیک به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از یک سال به صورت اسپلیت پلات در زمان آنالیز شده است. نتایج حاصل از دو چین نشان داد که نعنافلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد بهتری برخوردار بود. به طوری‌که این گیاه بیش‌ترین میزان وزن خشک بوته، درصد و عملکرد اسانس را در چین اول تولید نمود، اما بالاترین وزن خشک (۴۴/۱۲ گرم)، بالاترین میزان اسانس (۲/۸۳۵ درصد حجمی به وزنی) و هم‌چنین بالاترین عملکرد اسانس (۱۱۶/۷ لیتر در هکتار) با تیمار اثر متقابل مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری در چین دوم حاصل شد. نتایج نشان داد نعنافلفلی با تیمار مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری بیش‌ترین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، مالچ، عملکرد، نعنا فلفلی

مقدمه

تنش خشکی به عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در ایران معرفی شده است، که در اغلب موارد منجر به کاهش چشم‌گیر عملکرد گیاهان می‌گردد. در همین راستا حدود ۹۰ درصد از اراضی کشور (به دلیل قرار گرفتن در منطقه تقریباً خشک جهان) همیشه در خطر کمبود آب می‌باشند، به طوری‌که در سال ۱۳۸۶ خشک‌سالی سبب کاهش تولیدات زراعی به میزان ۳۰ درصد گردید (۸). با توجه به افزایش جمعیت، مشکل کمبود آب در دهه‌های آینده منجر به افزایش مشکلات کشاورزی ایران (۸) و جهان (۳۶) خواهد شد.

نعنافلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. از تیره Lamiaceae، از جمله گیاهان دارویی است که مصارف گسترده‌ای در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی دارد. ایالات متحده امریکا و هندوستان بزرگ‌ترین تولید کننده‌های نعنا هستند. مقدار مصرف سالانه اسانس نعنا در جهان به حدود ۷۰۰۰ تن می‌رسد (۱۲). طبق تحقیقات اخیر اثرات مصرف نعنا فلفلی در پیشگیری و درمان سندرم روده تحریک پذیر به اثبات رسیده است. هم‌چنین در درمان بیماری‌های التهابی روده، نارسایی‌های کیسه صفراوی و مشکلات کبدی نیز استفاده می‌شود (۱۵ و ۱۹). یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر رشد گیاهان وجود آب است. محدودیت آب و تنش خشکی به طور معمول بر مراحل مختلف رشد و نمو گیاهان اثر منفی دارد. کمبود آب طی فصل رشد برای بقاء و تولید گیاهان جنس نعنا خطری جدی می‌باشد، زیرا گونه‌های نعنا دارای سیستم ریشه‌ای افشان هستند و ذخیره آب توسط ریشه آن‌ها دارای محدودیت است، ضمن این‌که ریشه‌های فعال آن نیز در ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری نزدیک سطح خاک گسترش می‌یابند. علاوه بر سیستم ریشه‌ای خاص، به دلیل وجود شاخه‌های زیاد و برگ‌های نسبتاً بزرگ در این گیاه نیاز

۱، ۲ و ۳- به ترتیب استاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: Emai: azizi@um.ac.ir)
۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

آبی در مراحل اولیه و میانی رشد و نمو و به ویژه ۲۱ تا ۲۸ روز قبل از گلدهی زیاد می‌باشد (۲۱). به همین دلیل آبیاری مکرر در فواصل زمانی کوتاه برای این گونه‌ها توصیه شده است (۳۷). اما با توجه به کمبود منابع آبی در کشور اتخاذ مدیریت و برنامه‌ریزی‌های صحیح برای استفاده بهینه از منابع آبی امری مهم و ضروری است. از جمله این مدیریت‌ها اعمال روش‌های متعدد برای کاهش تبخیر از سطح خاک، می‌باشد، که یکی از آن‌ها استفاده از خاکپوش یا مالچ می‌باشد. مالچ عبارت از هر ماده طبیعی یا مصنوعی است که با اهداف مختلف و پوشاندن خاک باغات، فضای سبز و مزارع کشاورزی استفاده می‌شود. تحقیقات قابل توجهی در کشورهای مختلف در این خصوص صورت گرفته است.

کاهش دسترسی به آب در نعنا طی تابستان منجر به آسیب شدید در این گیاه می‌گردد (۲۱)، ضمن این‌که آبیاری کافی پس از برداشت تا آغاز بارندگی‌های پاییزه سبب بهبود سیستم ریشه و حفاظت گیاه در زمستان می‌شود (۲۶). آبیاری با میزان زیاد در نعنا گونه (*Mentha arvensis* L.) بیش‌ترین عملکرد اسانس و ماده خشک را تولید نمود (۲۷). یکی از اثرات مطلوب آبیاری افزایش شاخساره و عملکرد اسانس در گونه‌های مختلف نعنا می‌باشد (۱۳). بررسی‌ها نشان داده است که نیازهای آبیاری در نعنا از مکانی به مکان دیگر متفاوت است و به نوع خاک، وضعیت حاصلخیزی خاک و عوامل آب و هوایی بستگی دارد (۱۴). استفاده از مالچ آلی (ارگانیک) به بهبود نگهداری رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تحرک مواد غذایی که همه این موارد تأثیرات مطلوبی بر عملکرد محصول نعنا می‌گذارد کمک می‌کند (۲۹). به کار بردن مالچ کاه برنج سبب کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در نعنا می‌شود (۲۰). تحقیقات نشان داده است که بالاترین وزن خشک و عملکرد اسانس در نعنا با تکرار آبیاری (50 mm Cumulative Pan Evaporation) و کاربرد مالچ و کود ازته به دست می‌آید (۳۲). هم‌چنین استفاده از مالچ را جهت حفظ رطوبت خاک و کاهش دور آبیاری و شستشوی نیتروژن در نعنا ژاپنی (*Mentha arvensis*) موثر دانسته‌اند، زیرا خاک دارای مالچ دو تا چهار درصد رطوبت بیش‌تر نسبت به خاک بدون مالچ دارد (۲۸). در آزمایشی که در غرب هند طی دو سال با سطوح مختلف آب بر روی گوجه‌فرنگی انجام شد، نتیجه گرفتند که آبیاری قطره ای با خاکپوشه (بقایای نیشکر) و آب مصرفی معادل ۴۰ درصد تبخیر از تشت تبخیر بهترین تیمار بود. این تیمار با ۵۳ درصد افزایش عملکرد و با ۴۴ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، بیشترین کارآیی مصرف آب آبیاری (۱۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب) و ۵۹ درصد کاهش علف هرز را نسبت به روش آبیاری سطحی غرقابی بدون خاکپوشه داشت (۳۳).

با توجه به این‌که کشور ایران در بخشی از کرهٔ زمین قرار گرفته است که نزولات جوی در بسیاری از نقاط آن نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی‌کند و قرار گرفتن گیاهان در معرض تنش کمبود آب، به ویژه در برخی از مواقع سال، امری اجتناب ناپذیر است و برای به دست آوردن عملکرد رضایت بخش لازم است، کمبود آب از طریق آبیاری تأمین گردد و نیز با توجه به این نکته که در ایران طی چند ساله اخیر بحران کمبود آب جدی است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و انواع مالچ بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی نعنا فلفلی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

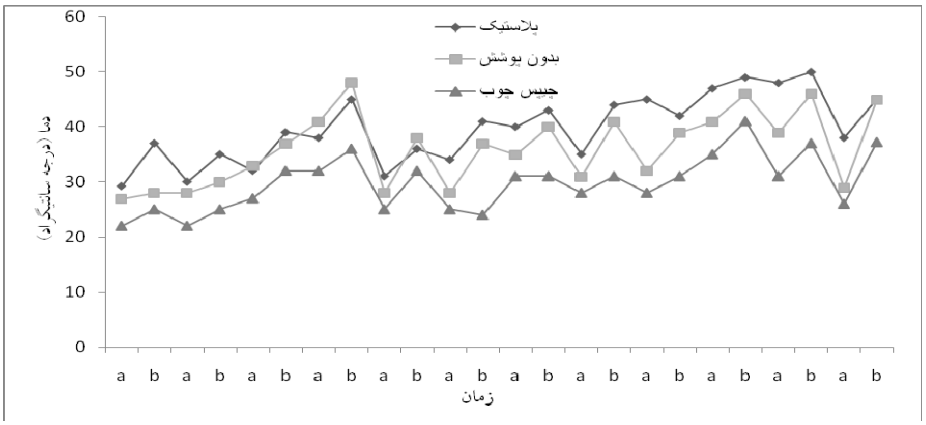
این طرح به منظور تعیین اثر مالچ و سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعنا فلفلی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶/۲ درجه شمالی، طول جغرافیایی ۵۹/۴ درجه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا انجام شد. براساس آمار سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۴۰ هجری‌شمسی، متوسط رطوبت نسبی سالانه برابر ۵۶ درصد، متوسط حداقل دمای سالانه ۶/۵ و حداکثر آن ۲۱ درجه سانتی‌گراد است. برای این منظور استولون‌های نعنا فلفلی از مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی تهیه شد. در فروردین ماه ۱۳۸۹ آماده سازی زمین انجام گردید و زمین کرت‌بندی شد. با توجه به نتایج آزمایش خاک هیچ نوع کودی به خاک افزوده نشد. کرت‌ها به ابعاد ۱/۵×۲ متر آماده شدند و پس از قرار دادن مالچ پلاستیک سیاه در هر کرت استولون‌ها با فاصله (۲۰×۱۰ سانتی‌متر) به زمین انتقال داده شد. در تیمار مالچ چیپس چوب پس از انتقال استولون‌ها به زمین و استقرار آن‌ها مالچ‌پاشی با ضخامت ۵ سانتی‌متر اعمال گردید. تیمارها شامل ۳ سطح آبیاری (I_{100} آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_{80} آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_{60} آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و دو نوع مالچ (چیپس چوب و پلاستیک سیاه) و شاهد بدون پوشش بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و در۴ تکرار به اجرا در آمد. آبیاری گیاهان هر ۴ روز با توجه به آزمایشات آنالیز خاک و تعیین بافت خاک (جدول ۱) و داده‌های تبخیر از تشت تبخیر انجام شد.

کنترل علف‌های هرز با دست انجام شد که در تیمارهای دارای پوشش مالچ هیچ‌گونه علف هرزی مشاهده نشد. اندازه‌گیری دمای خاک در زیر مالچ‌ها و هم‌چنین اطراف گیاه هر ۴ روز یکبار قبل از آبیاری در ساعت ۱۰ صبح و ۲ بعد از ظهر انجام گردید (نمودارهای ۱ و ۲).

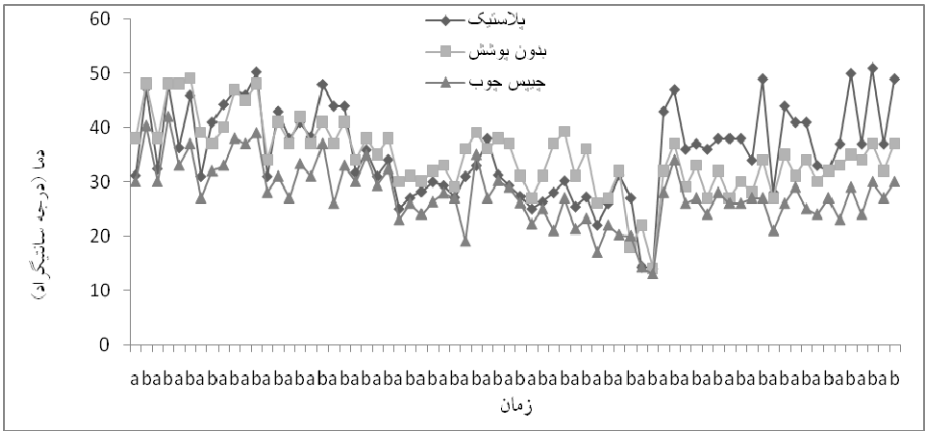
چین اول در اوایل مرداد ماه و در موقع گلدهی کامل برداشت شد. چین دوم به علت سرد شدن هوا و کاهش رشد نعنا در اوایل تیر ماه سال بعد برداشت شد. به منظور اندازه‌گیری صفات مورد بررسی سه بوته در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها در نظر گرفته شد.

جدول ۱- نتایج آزمایش آنالیز خاک مزرعه تحت کشت نعناء فلفلی (*Mentha piperita*)

pH	EC ds/m^{-1}	فسفر در دسترس (ppm)	پتاسیم در دسترس (ppm)	نیتروژن (کل) (ppm)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت
۷/۲۸	۲/۲۸	۱۵/۳	۱۵۰	۷۳۵	۲۲	۴۰	۳۸	لوم



شکل ۱- اندازه‌گیری دما در ساعات ۱۰ و ۱٤ در زیر مالچ و بدون پوشش (a: 10 , b: 14) در چین اول

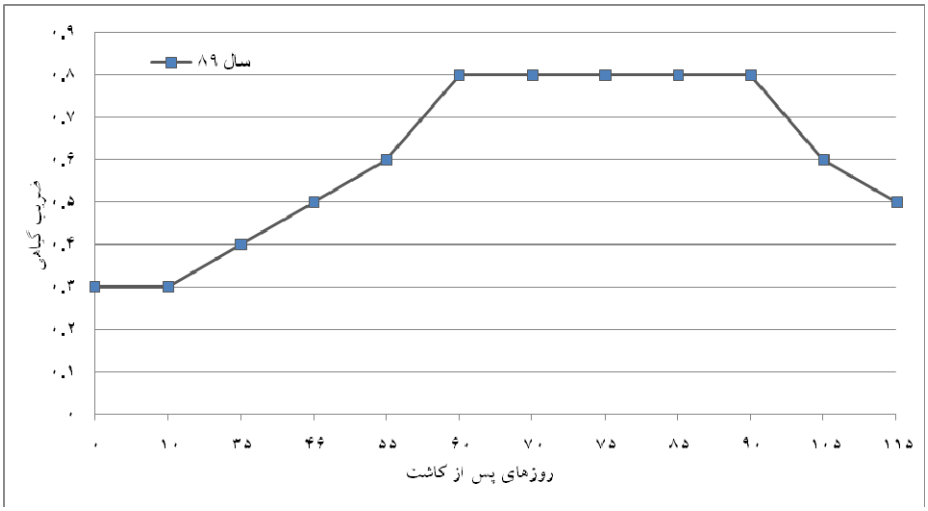


شکل ۲- اندازه‌گیری دما در ساعات ۱۰ و ۱٤ در زیر مالچ و بدون پوشش (a: 10 , b: 14) در چین دوم

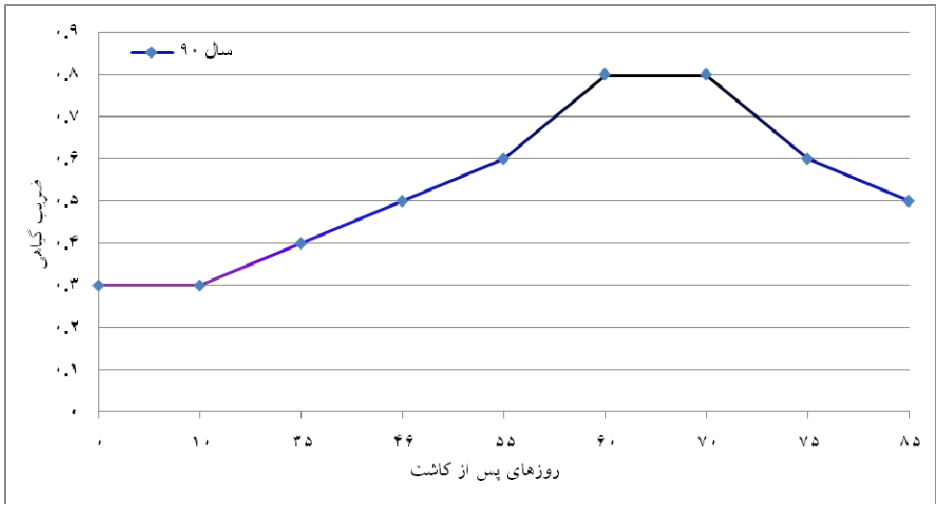
جهت اندازه‌گیری شاخص کلروفیل (سبزینگی) در زمان برداشت با استفاده از اسپدمتر شاخص کلروفیل (عدد اسپد SPAD) بر روی سه برگ جوان توسعه یافته در هر بوته تعیین و میانگین آن در نظر گرفته شد. برای تعیین محتوی آب نسبی برگ در زمان برداشت از روش لویت (۲۲) استفاده شد. هم‌چنین برای اندازه‌گیری سطح برگ نیز پس از برداشت در هر کرت سه بوته به صورت تصادفی انتخاب و پس از جداسازی برگ‌ها از دمبرگ، سطح برگ در هر بوته به وسیله دستگاه سطح برگ سنج مدل LI-3100 Area Meter اندازه‌گیری گردید و میانگین آن در نظر گرفته شد. پس از خشک شدن گیاهان برداشت شده در سایه، اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب از سرشاخه گلدار صورت گرفت. داده‌های به دست آمده از هر دو چین به تفکیک، به صورت آزمایش فاکتوریل بر مبنای بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های حاصل از یک سال، به صورت اسپلیت پلات در زمان تجزیه و تحلیل شده است. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD انجام شد. نمودارهای مربوطه نیز توسط نرم افزار EXCEL رسم گردید.

تعیین نیاز آبی گیاه

نیاز آبی بر اساس مقدار تجمعی آب تبخیر شده از تشت تبخیر، پس از اعمال ضریب تشت محاسبه شده از روش پیشنهاد شده در نشریه فائو ۵۶ با توجه به موقعیت استقرار آن در محل (به طور میانگین ۰/۷) تعیین شد (۱۱).



شکل ۳- تغییر مقدار ضریب گیاهی نعنا فلفلی در طی فصل رشد (چین اول)



شکل ٤- تغییر مقدار ضریب گیاهی نعنا فلفلی در طی فصل رشد (چین دوم)

همچنین براساس بررسی‌های انجام شده (۲۷) ضریب گیاهی برای نعنا فلفلی تعیین و در محاسبه نیاز آبی مد نظر قرار گرفت (شکل‌های ۳ و ۴). مقدار نیاز آبی از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$ETa = Kc \times Kp \times (Epan)$$

ETa: تبخیر تعرق روزانه (میلی‌متر بر روز)

Kp: ضریب تشت بدون واحد

Epan: تبخیر تشت (میلی‌متر بر روز)

Kc: ضریب گیاهی

نتایج و بحث

اثر ساده آبیاری بر صفات رویشی و مواد موثره

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس در هر دو چین اثر ساده آبیاری بر روی وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ (RWC)، سطح برگ و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر ساده آبیاری نشان داد که سطح اول آبیاری یعنی آبیاری به میزان ۱۰۰ در صد نیاز آبی گیاه بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته به ترتیب در چین اول (۹۰/۹۸ گرم) و چین دوم (۹۲/۹۳ گرم) تولید نمود (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین بالاترین وزن خشک بوته (۲۷/۲۶ گرم، ۲۳/۹۵ گرم) به ترتیب در چین اول و دوم با تیمار سطح اول آبیاری حاصل شد (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج به دست آمده در این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد محصول در راستای افزایش سطوح آبیاری با نتایج محققان دیگر بر روی نعنا فلفلی (۱۰ و ۲۵)، مرزه (*Satureja hortensis* L.) (۳)، گل مکزیکی (*Agastache foeniculum*) (۱)، آویشن (*Thymus vulgaris*)

(۱۸)، ریحان (*Ocimum basilicum*) (۵، ۱۰و ۳۱) و بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) (۶) مطابقت دارد.

با افزایش تنش محتوای آب نسبی برگ (RWC) کاهش یافت (جدول‌های ۲ و ۳). به طوری‌که سطح سوم آبیاری (آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) از کم‌ترین میزان محتوای آب نسبی برگ برخوردار بود. این نتایج با نتایج به دست آمده در مرزه (۳) و بادرنجبویه *Melissa officinalis* L. (۷) هم‌خوانی دارد. در هر دو چین بالاترین سطح برگ به ترتیب (۷۰۶/۸ سانتی‌مترمربع) و (۸۸۱/۵ سانتی‌مترمربع) در تیمار سطح اول آبیاری مشاهده شد (جدول ۲). با تحقیقات انجام شده بر روی نعنا مشخص شد که رژیم رطوبتی (Irrigation Water:Cumulative Pan Evaporation) ۱/۲IW:CPE خاک باعث افزایش قابل توجهی در رشد محصول و سطح برگ و عملکرد اسانس نعنا در مقایسه با رژیم رطوبتی IW:CPE ۰/۶ و ۰/۹ می‌گردد و تولید محصول ۸۶/۴ درصد و تولید شاخه و برگ تازه ۱۰ درصد نسبت به دو رژیم رطوبتی دیگر افزایش داشت (۳۰). از نتایج فوق چنین برمی‌آید که روند کاهش سطح برگ با روند کاهش ارتفاع بوته و عملکرد در اثر تشدید کمبود آب مطابقت دارد. یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول خصوصاً در ساقه و برگ‌ها است. با کاهش فشار تورزسانس در اثر کمبود آب، نمو سلول به دلیل عدم وجود فشار درون سلول کاهش می‌یابد. بنابراین بین کاهش اندازه سلول و میزان کاهش آب رابطه معنی‌داری در بافت‌های گیاهی دیده می‌شود. از طرفی با کاهش رشد سلول اندازه اندام نیز محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم آبی بر روی گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاهان تشخیص داد (۱۶). به علاوه در شرایط کم آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌گردد (۲۳). بالاترین عملکرد اسانس در چین اول (۶۱/۱۴ لیتر در هکتار) با سطح اول آبیاری حاصل گردید (جدول ۲)، اما در چین دوم بالاترین عملکرد اسانس (۵۴/۷۶ لیتر در هکتار) با سطح سوم آبیاری حاصل گردید اما با این وجود بین سطح اول آبیاری و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). محققین در بررسی‌های خود نشان دادند که افزایش تنش خشکی در نعنا گونه *Mentha arvensis* L. (۲۷) و بادرشبو *Dracocephalum moldavica* L. (۶) باعث کاهش عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس می‌گردد.

اثر ساده مالچ بر صفات رویشی و مواد موثره

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس چین اول نشان داد که اثر ساده مالچ بر روی صفاتی چون فاصله میان‌گره، تعداد شاخه در بوته، وزن تر و خشک زیست توده، سطح برگ و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. در چین دوم نیز اثر ساده مالچ بر روی تعداد شاخه، وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ، سطح برگ، میزان اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اثر مالچ نشان داد که بیش‌ترین فاصله میان‌گره (۲/۹۳ سانتی‌متر) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین آن (۲/۵۷ سانتی‌متر) در تیمار بدون پوشش مشاهده شد. بین تیمار پلاستیک سیاه با بدون پوشش اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۴) هم‌چنین بیش‌ترین تعداد شاخه در بوته در هر دو چین به ترتیب (۶/۶۰۷) و (۳۱/۵۵) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین آن در هر دو چین به ترتیب (۳/۶۹۲) و (۸/۴۴۱) با تیمار پلاستیک سیاه تولید شد. اختلاف بین مالچ چیپس چوب با دو تیمار پلاستیک سیاه و بدون پوشش معنی‌دار بود (جدول‌های ۴ و ۵). این افزایش در تعداد بوته‌های کشت شده و تعداد شاخه می‌تواند به دلیل تراکم و زیست توده پایین علف‌های هرز و دمای مطلوب خاک و هم‌چنین میزان رطوبت بالاتر خاک در زیر مالچ آلی (ارگانیک) باشد (۳۰). بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته در هر دو چین به ترتیب (۱۰۰/۲ گرم) و (۱۱۷ گرم) با مالچ چیپس چوب به دست آمد. بین مالچ پلاستیک سیاه و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های ۴ و ۵). هم‌چنین بالاترین وزن خشک بوته به ترتیب در هر دو چین (۳۰/۴۳ گرم) و (۳۲/۶۵ گرم) با کاربرد مالچ چیپس چوب حاصل گردید (جدول‌های ۴ و ۵). بررسی‌های به عمل آمده در این آزمایش نشان داد که کاربرد مالچ چیپس چوب باعث حفظ رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک (شکل‌های ۱و۲) در طول فصل رشد نعنا شد که به نوبه خود باعث افزایش عملکرد نعنا شد. محققین نشان دادند استفاده از مالچ آلی (ارگانیک) به بهبود نگهداری رطوبت خاک، تنظیم دمای خاک، افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تحرک مواد غذایی کمک می‌کند که همه این موارد به نوبه خود تأثیرات مطلوبی بر عملکرد محصول نعنا می‌گذارد (۲۹)، این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد.

در چین دوم بالاترین میزان محتوی آب نسبی برگ (۵۷/۷۸ درصد) با کاربرد مالچ چیپس چوب و کم‌ترین مقدار آن (۴۵/۷ درصد) در تیمار بدون پوشش مشاهده گردید. بین تیمار مالچ چیپس چوب و پلاستیک سیاه از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۵)، این بالاتر بودن میزان محتوی آب نسبی برگ در زیر مالچ می‌تواند به دلیل دمای مطلوب خاک و هم‌چنین میزان رطوبت بالاتر خاک در زیر مالچ باشد (۳۰).

بالاترین سطح برگ (۷۱۵/۲ سانتی‌مترمربع) با کاربرد مالچ چیپس چوب و هم‌چنین کم‌ترین میزان سطح برگ (۴۱۹/۶ سانتی‌مترمربع) با تیمار بدون پوشش حاصل گردید و تفاوت بین هر سه نوع مالچ معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج چین دوم نیز نشان داد که اثر ساده نوع مالچ بر روی بالاترین سطح برگ (۱۱۲۵ سانتی‌مترمربع) با کاربرد

مالچ چیپس چوب و هم‌چنین کم‌ترین میزان سطح برگ (۵۹۰/۵ سانتی‌مترمربع) با تیمار پلاستیک سیاه حاصل گردید. بین تیمار پلاستیک سیاه و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما بین مالچ چیپس چوب با دو نوع تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج پژوهش‌های محققین نشان داد که در گیاه نعنا گونه *Mentha arvensis* L. مالچ کاه باعث تولید تعداد بیش‌تری بوته کوچک و به طبع سطح برگ بالاتر برای تولید ماده خشک بیش‌تر شد (۲۴).

در چین دوم بالاترین میزان اسانس (۲/۲۸۷ درصد حجمی به وزنی) با تیمار چیپس چوب و کم‌ترین آن (۱/۹۴۲ درصد حجمی به وزنی) با تیمار پلاستیک سیاه حاصل شد. بین تیمارهای چیپس چوب و بدون پوشش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). بررسی اثر ساده نوع مالچ بر روی عملکرد اسانس نشان داد که بالاترین عملکرد اسانس در چین اول و دوم به ترتیب (۶۶/۱۱ لیتر در هکتار) و (۷۳/۳۱ لیتر در هکتار) با کاربرد مالچ چیپس چوب حاصل شد (جدول‌های ۴ و ۵). نتایج پژوهش‌های محققین نشان داد که مالچ کاه باعث تولید ماده خشک بیش‌تر شد. همان‌طور که عملکرد اسانس تابع عملکرد شاخ و برگ و میزان اسانس می‌باشد، در نتیجه عملکرد شاخ و برگ تحت شرایط کاربرد مالچ مستقیماً بر عملکرد اسانس تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین کاربرد مالچ کاه تأثیری بر ارتفاع گیاهان کشت شده نداشت. ولی به هر حال تعداد بوته‌های کوچک را افزایش داد که این به عنوان تجمع ماده خشک برای دستیابی به اسانس نعنا در مقایسه با تیمار بدون مالچ اثرگذار است (۲۴). این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد.

اثر متقابل آبیاری و مالچ بر صفات رویشی و مواد موثره

نتایج آنالیز واریانس اثر متقابل مالچ و آبیاری در چین اول مشخص نمود اثر متقابل این دو تیمار بر صفاتی مانند فاصله میان‌گره، وزن تر و خشک زیست توده و سطح برگ معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در چین دوم نشان داد که اثر متقابل آبیاری و مالچ بر روی وزن تر و خشک زیست توده، محتوای آب نسبی برگ، سطح برگ، میزان اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار گردید.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و مالچ مشخص نمود که بیشترین فاصله میان‌گره در هر دو چین به ترتیب (۳/۴۸۸ سانتی‌متر) و (۲/۹۶۷ سانتی‌متر) در تیمار سطح اول آبیاری به همراه مالچ چیپس چوب است (جدول‌های ۶ و۷). هم‌چنین تیمار مالچ چیپس چوب با سطح اول آبیاری بالاترین ارتفاع (۶۴/۵۱ سانتی‌متر)، (۶۳/۵ سانتی‌متر) به ترتیب در چین اول و دوم در بین بوته‌ها ایجاد نمود. کم‌ترین ارتفاع بوته (۴۶/۷۵ سانتی‌متر) در چین اول و در چین دوم (۴۳/۹۱ سانتی‌متر) با تیمار بدون پوشش با سطح سوم آبیاری به دست آمد (جدول‌های ۶ و ۷). همان‌طور که مشاهده می‌شود در چین اول در کرت‌های دارای مالچ پلاستیک و نیز کرت‌های بدون پوشش با افزایش تنش آبی ارتفاع گیاهان کاهش یافت. اما این کاهش ارتفاع از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول‌های ۶ و ۷). مشابه همین نتایج در گیاه هندی یا نعنا پچولی *Pogostemon cablin* گزارش شده است (۳۴).

بالاترین وزن تر زیست توده نیز در هر بوته (۱۲۵/۸ گرم) با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری و کم‌ترین میزان آن (۴۶/۰۳ گرم) با سطح دوم آبیاری در کرت‌های بدون پوشش مشاهده گردید (جدول ۶). اما در چین دوم بالاترین وزن تر زیست توده در هر بوته (۱۴۷/۲ گرم) با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری و کم‌ترین میزان آن (۴۲/۷۴ گرم) با سطح سوم آبیاری در کرت های بدون پوشش به دست آمد (جدول ۷)، در هر دو چین در کرت‌های دارای چیپس چوب بین سطح اول و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما در کرت‌های بدون پوشش مالچ افزایش سطوح تنش کم آبی باعث کاهش وزن تر زیست توده در هر بوته شد اما از نظر آماری این کاهش وزن تر زیست توده در هر بوته معنی‌دار نبود (جدول‌های ۷ و ۶). نتایج محققین نشان داد که به علت کافی نبودن رطوبت خاک در کرت‌های بدون مالچ با آبیاری به میزان ۰/۸ IW:CPE رشد گیاهان متوقف شد و در نهایت منجر به کاهش وزن تر شاخساره و میزان اسانس شد (۳۴).

بالاترین وزن خشک بوته در چین اول (۳۸/۳۵ گرم) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری به دست آمد. در بین سه نوع مالچ به کار رفته با ۱۰۰ درصد نیاز آبی مالچ چیپس چوب بیش‌ترین وزن خشک بوته را ایجاد نمود (جدول ۶). در چین دوم نیز بالاترین میزان وزن خشک بوته (۴۴/۱۲ گرم) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری به دست آمد. هم‌چنین کم‌ترین میزان آن (۱۰/۶۶ گرم) با تیمار پلاستیک سیاه و سطح دوم آبیاری مشاهده گردید. در هر دو چین در کرت‌های دارای مالچ چیپس چوب بین سطح اول و سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، هم‌چنین در هر دو چین افزایش سطوح تنش در کرت‌های بدون پوشش باعث کاهش وزن خشک بوته گردید (جدول‌های ۷ و ۶). تحقیقات به عمل آمده بر روی خربزه *Cucumis melo* L. نشان داد که آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی و روش زیر سطحی و استفاده از مالچ بیش‌ترین عملکرد میوه‌های بازار پسند (۲۸/۹ تن در هکتار) را داشت (۲). هم‌چنین نتایج بررسی‌ها در خاک‌های شنی لومی خارکپور بنگال هند در طی دو سال بر روی گیاه بامیه *Abelmoschus esculentus*، نشان داد که تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بامیه در آبیاری قطره‌ای به همراه کاربرد مالچ بیش‌ترین عملکرد (۱۴/۵ تن در هکتار) را داشت (۳۸).

در چین دوم بالاترین محتوای آب نسبی برگ (۶۵/۷۵ درصد) در تیمار پلاستیک سیاه با سطح اول آبیاری بود. هم‌چنین تیمار بدون پوشش و سطح سوم آبیاری پایین‌ترین میزان محتوای آب نسبی برگ (۳۸/۷۸ درصد) را داشت. در کرت‌های دارای چیپس چوب، سطح سوم آبیاری بالاترین محتوی آب نسبی برگ را ایجاد نمودند. هم‌چنین در کرت‌های دارای مالچ پلاستیک سیاه و بدون پوشش با افزایش تنش آبی کاهش در محتوی نسبی آب برگ مشاهده شد (جدول ۷). از آن‌جایی که محتوای آب نسبی برگ، یک شاخص مناسب برای تنش آبی گیاه است، بنابراین از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که استفاده از مالچ می‌تواند به حفظ رطوبت خاک و دمای مطلوب خاک کمک کند و به طبع تنش آبی اعمال شده را به خوبی کنترل نماید (۳۰).

در چین اول بالاترین سطح برگ (۸۳۷/۳ سانتی‌مترمربع) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری حاصل گردید (جدول ۶). اما در چین دوم بالاترین سطح برگ (۱۳۸۱ سانتی‌مترمربع) با اثر متقابل مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری به دست آمد. کم‌ترین سطح برگ به ترتیب در هر دو چین (۳۱۸/۵ سانتی‌مترمربع) و (۴۲۹/۲ سانتی‌مترمربع) با تیمار سطح سوم آبیاری و بدون پوشش حاصل گردید. در هر دو چین بین تیمارهای مالچ چیپس چوب و سطح اول آبیاری با تیمار مالچ چیپس چوب و سطح سوم آبیاری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین در کرت‌های بدون پوشش مالچ کاهش میزان آب مصرفی منجر به کاهش سطح برگ شد (جدول‌های ۷ و ۶). این نتایج با نتایج به دست آمده در گیاه نعنا هندی *Pogostemon cablin* (۳۴) و نعنا ژاپنی *Mentha arvensis* L. (۳۲) مطابقت دارد.

مقایسه میانگین اثر متقابل مالچ و آبیاری نشان داد که بیش‌ترین درصد اسانس (۲/۸۳۵ درصد حجمی به وزنی) و عملکرد اسانس (۱۱۶/۷ لیتر در هکتار) با کاربرد تیمار سطح سوم آبیاری به همراه مالچ چیپس چوب و کم‌ترین درصد اسانس (۱/۷۵ درصد حجمی به وزنی) و عملکرد اسانس (۱۸/۵۶ لیتر در هکتار) با سطح اول آبیاری در کرت‌های با پوشش پلاستیک سیاه مشاهده گردید. بین کاربرد مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری با سایر تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بود (جدول۷). با تحقیقات صورت گرفته بر روی نعناء ژاپنی مشخص شد بین تیمارهای IW:CPE ۰/۶ و ۱، ۱/۴ به همراه کاربرد مالچ کاه، سطح آبیاری IW:CPE ۰/۶ به همراه کاربرد مالچ کاه عملکرد شاخ و برگ تازه (۵۶–۵۹ درصد) و عملکرد اسانس (۲۰ درصد) نسبت به شاهد (بدون مالچ) بهبود بخشید (۳۵)، این نتایج با نتایج به دست آمده از این تحقیق هم‌خوانی دارد.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
I_1	۲/۸۲۸^a	۸/۸۸۵^a	۵/۲۹۸^a	۶۱/۶۷^a	۹۰/۹۸^a	۲۷/۲۶^a	۵۸/۷۰^a	۵۰/۹۲^{ab}	۷۰۶/۸^a	۲/۴۲۹	۶۱/۱۴^a
I_2	۲/۶۰۸^a	۴/۲۴۸^a	۴/۴۹۶^a	۵۴/۶۹^a	۵۷/۲۰^b	۱۷/۶۰^b	۵۹/۴۴^a	۵۲/۱۷^a	۴۷۷/۲^b	۲/۴۳۳	۴۰/۶۶^b
I_3	۲/۶۳۱^a	۵/۰۲۳^a	۵/۰۲۴^a	۵۴/۷۵^a	۷۰/۹۳^b	۲۲/۰۲^b	۵۹/۳۴^a	۴۵/۸۳^b	۵۰۳/۴^b	۲/۲۶۷	۴۶/۸۲^b

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

I_1: آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2: آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_3: آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
I_1	۲/۹۱^a	۲/۴۸۸^a	۲۲/۲۲^a	۵۶/۸^a	۹۲/۹۳^a	۲۳/۹۵^a	۵۲/۳۶^a	۵۸/۱۸^a	۸۸۱/۵^a	۲/۰۹۲	۴۵/۸۵^a
I_2	۲/۷۴۳^{ab}	۲/۴۷^a	۱۴/۴۱^a	۴۷/۹۱^a	۵۱/۹۸^b	۱۴/۰۵^b	۵۵/۲۷^a	۵۱/۹۴^{ab}	۶۵۹/۸^b	۲/۲۰۸	۲۸/۶^b
I_3	۲/۴۴۷^b	۱/۲۷۶^a	۲۴/۰۸^a	۵۲/۱۶^a	۸۲/۱۷^a	۲۲/۸۹^a	۵۴/۵۳^a	۴۸/۵۴^b	۷۹۸/۱^{ab}	۲/۱۷۸	۵۴/۷۶^a

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

I_1: آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2: آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_3: آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول٤- مقایسه میانگین اثر انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1	۲/۹۳^{a}	۶/۹۱۳^{a}	۶/۶۰۷^{a}	۶۰/۱۴^{a}	۱۰۰/۲^{a}	۳۰/۴۳^{a}	۵۸/۲۱^{a}	۵۰/۵۸^{ab}	۷۱۵/۲^{a}	۲/۳۴۲^{a}	۶۶/۱۱^{a}
M_2	۲/۵۶۶^{b}	۶/۳۸۵^{a}	۳/۶۹۲^{b}	۵۷/۵۳^{a}	۶۴/۷۷^{b}	۱۹/۵۸^{b}	۵۸/۶۹^{a}	۵۲/۲۵^{a}	۵۵۲/۶^{b}	۲/۴۷۹^{a}	۴۴/۵۲^{b}
M_3	۲/۵۷^{b}	۴/۸۵۸^{a}	۴/۵۱۹^{b}	۵۳/۴۴^{a}	۵۴/۳۲^{b}	۱۶/۸۸^{b}	۶۰/۵۸^{a}	۴۶/۰۸^{b}	۴۱۹/۶^{c}	۲/۳۰۸^{a}	۳۷/۹۸^{b}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1: خرده چوب، M_2: پلاستیک سیاه، M_3: بدون پوشش (شاهد)

جدول۵- مقایسه میانگین اثر انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعداد گل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1	۲/۷۳۵^{a}	۲/۹۶^{a}	۳۱/۵۵^{a}	۵۶/۴۴^{a}	۱۱۷^{a}	۳۲/۶۵^{a}	۵۳/۹۳^{a}	۵۷/۷۸^{a}	۱۱۲۵^{a}	۲/۲۸۷^{a}	۷۳/۳۱^{a}
M_2	۲/۶۶^{a}	۱/۱۰۹^{a}	۸/۴۴۱^{c}	۵۰^{a}	۵۱/۱^{b}	۱۲/۷۶^{b}	۵۳/۷^{a}	۵۵/۱۹^{a}	۵۹۰/۵^{b}	۱/۹۴۲^{b}	۲۲/۸۲^{b}
M_3	۲/۷۰۶^{a}	۲/۱۶۵^{a}	۲۰/۷۲^{b}	۵۰/۴۴^{a}	۵۸/۹۸^{b}	۱۵/۴۸^{b}	۵۴/۵۲^{a}	۴۵/۷^{b}	۶۲۳/۴^{b}	۲/۲۴۹^{a}	۳۳/۰۸^{b}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1: خرده چوب، M_2: پلاستیک سیاه، M_3: بدون پوشش (شاهد)

جدول٦- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی(*Mentha piperita*) در چین اول

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1I_1	۳/۴۸۸^{a}	۷/۵۸۰^{a}	۷/۱۶۵^{a}	۶۴/۵۱^{a}	۱۲۵/۸^{a}	۳۸/۳۵^{a}	۵۷/۲۸^{a}	۵۳^{ab}	۸۳۷/۳^{a}	۲/۳۲۵^{a}	۸۲/۸۳^{a}
M_2I_1	۲/۴۳۵^{b}	۹/۸۲۸^{a}	۳/۶۶۲^{b}	۶۰/۴۲^{a}	۷۷/۵۹^{b}	۲۲/۷۱^{b}	۵۹/۲۳ ^{a}	۵۲/۷۵^{ab}	۷۵۵/۳^{a}	۲/۴۵^{a}	۵۰/۴۰^{bc}
M_3I_1	۲/۵۶^{b}	۹/۲۴۸^{a}	۵/۰۶۵^{ab}	۶۰/۰۸^{ab}	۶۹/۹۹^{bc}	۲۰/۷۳^{b}	۵۸/۱۳^{a}	۴۷^{b}	۵۲۷/۷^{b}	۲/۵۱۳^{a}	۵۰/۱۸^{c}
M_1I_2	۲/۴۲۵^{b}	۳/۷۴۷^{a}	۵/۵۷۷^{ab}	۵۴/۲۵^{ab}	۶۲/۵۱^{bc}	۱۹/۳۶^{b}	۵۸/۸۱^{a}	۵۳^{ab}	۴۸۴/۳^{bc}	۲/۴۲۵^{a}	۴۴/۰۲^{c}
M_2I_2	۲/۶۹۵^{b}	۵/۱۶۵^{a}	۳/۹۹۷^{b}	۵۶/۳۳^{ab}	۶۳/۰۵^{bc}	۱۸/۵۸^{b}	۵۹/۱۹^{a}	۵۹/۲۵^{a}	۵۳۴/۸^{b}	۲/۵۲^{a}	۴۳/۷۶^{c}
M_3I_2	۲/۷۰۲^{b}	۳/۸۳۲^{a}	۳/۹۱۲^{b}	۵۳/۵۰^{ab}	۴۶/۰۳^{c}	۱۴/۸۷^{b}	۵۸/۰۷^{a}	۴۴/۲۵^{b}	۴۱۲/۶^{bcd}	۲/۳۵^{a}	۳۴/۲۰^{c}
M_1I_3	۲/۸۷۸^{ab}	۹/۴۱۳^{a}	۷/۰۷۷^{a}	۶۱/۶۷^{a}	۱۱۲/۲^{a}	۳۳/۵۸^{a}	۶۰/۰۱^{a}	۴۵/۷۵^{b}	۸۲۴^{a}	۲/۲۷۵^{a}	۷۱/۴۷^{ab}
M_2I_3	۲/۵۶۸^{b}	۴/۱۶۲^{a}	۳/۴۱۵^{b}	۵۵/۸۳^{ab}	۵۳/۶۸^{bc}	۱۸/۹۷^{b}	۵۹/۹۱^{a}	۴۴/۷۵^{b}	۳۶۷^{cd}	۲/۴۶۳^{a}	۳۹/۴۱^{c}
M_3I_3	۲/۴۴۷^{b}	۱/۴۹۵^{a}	۴/۵۸۰^{b}	۴۶/۷۵^{b}	۴۶/۹۲^{c}	۱۵/۰۳^{b}	۶۱/۸۲^{a}	۴۷^{b}	۳۱۸/۵^{d}	۲/۰۶۳^{a}	۲۹/۵۷^{c}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1I_1: خرده چوب و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_1: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_1: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_2: خرده چوب و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_2: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_2: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_3: خرده چوب و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_3: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_3: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و مالچ بر خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی(*Mentha piperita*) در چین دوم

تیمار	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
M_1I_1	۲/۹۶۷^{a}	۳/۶۳۵^{a}	۳۶/۰۸^{ab}	۶۳/۵^{a}	۱۴۱/۷^{a}	۳۵/۴۴^{a}	۵۲/۱۱^{a}	۵۷/۷۶^{abc}	۱۲۶۰^{a}	۲/۱۳۸^{cd}	۷۰/۵۱^{b}
M_2I_1	۲/۷۲^{ab}	۱/۰۸۲^{a}	۶/۳۳^{d}	۴۹/۰۸^{ab}	۵۳/۱۵^{b}	۱۱/۵۵^{b}	۵۰/۴۷^{a}	۶۵/۷۵^{a}	۶۶۴^{bc}	۱/۷۵^{e}	۱۸/۵۶^{d}
M_3I_1	۳/۰۴۳^{a}	۲/۷۴۷^{a}	۲۴/۲۵^{abc}	۵۷/۸۳^{ab}	۸۳/۹^{b}	۲۱/۶۸^{b}	۵۴/۵۲^{a}	۵۱/۰۲^{bcd}	۷۲۰/۹^{b}	۲/۳۸۸^{bc}	۴۸/۴۹^{bc}
M_1I_2	۲/۶۷۵^{ab}	۳/۸۳^{a}	۱۹/۶۶^{bcd}	۴۸/۵۸^{ab}	۶۲/۱^{b}	۱۸/۴^{b}	۵۴/۱۷^{a}	۵۴/۴^{bcd}	۷۳۶/۲^{b}	۱/۸۸۸^{de}	۳۲/۷۶^{cd}
M_2I_2	۲/۵۳۵^{ab}	۰/۹۹۷۵^{a}	۷/۳۲۷^{cd}	۴۵/۵۸^{ab}	۴۳/۵۶^{b}	۱۰/۶۶^{b}	۵۵/۳۶^{a}	۵۴/۱۴^{bcd}	۵۲۳^{bc}	۲/۳۱۳^{bc}	۲۳/۲^{cd}
M_3I_2	۳/۰۲^{a}	۲/۵۸۲^{a}	۱۶/۲۵^{cd}	۴۹/۵۸^{ab}	۵۰/۲۹^{b}	۱۳/۰۹^{b}	۵۶/۲۶^{a}	۴۷/۲۹^{cde}	۷۲۰/۱^{b}	۲/۴۲۵^{b}	۲۹/۸۴^{cd}
M_1I_3	۲/۵۶۳^{ab}	۱/۴۱۵^{a}	۳۸/۹۲^{a}	۵۷/۲۴^{ab}	۱۴۷/۲^{a}	۴۴/۱۲^{a}	۵۵/۵^{a}	۶۱/۱۸^{ab}	۱۳۸۱^{a}	۲/۸۳۵^{a}	۱۱۶/۷^{a}
M_2I_3	۲/۷۲۵^{ab}	۱/۲۴۷^{a}	۱۱/۶۶^{cd}	۵۵/۳۳^{ab}	۵۶/۵۹^{b}	۱۶/۰۷^{b}	۵۵/۲۸^{a}	۴۵/۶۷^{de}	۵۸۴/۵^{bc}	۱/۷۶۳^{e}	۲۶/۶۹^{cd}
M_3I_3	۲/۰۵۵^{b}	۱/۱۶۵^{a}	۲۱/۶۶^{b} cd	۴۳/۹۱^{b}	۴۲/۷۴^{b}	۱۱/۶۷^{b}	۵۲/۷۹^{a}	۳۸/۷۸^{e}	۴۲۹/۲^{c}	۱/۹۳۵^{de}	۲۰/۹۱^{d}

در هر ستون، میانگینهای دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نیستند.

M_1I_1: خرده چوب و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_1: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_1: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_2: خرده چوب و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_2: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_2: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه

M_1I_3: خرده چوب و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_2I_3: پلاستیک سیاه و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، M_3I_3: بدون پوشش و آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات مربوط به خصوصیات رویشی و مواد موثره نعناء فلفلی (*Mentha piperita*) در دو چین

چین	فاصله میانگره (cm)	تعدادگل در بوته	تعداد شاخه در بوته	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	وزن خشک بوته (g)	شاخص کلروفیل	RWC (%)	سطح برگ (cm^2/p)	میزان اسانس (%v/w)	عملکرد اسانس (l/ha)
چین اول	۲/۷۲۱^{a}	۶/۰۵۲^{a}	۴/۹۳۹^{b}	۵۷/۰۳۵^{a}	۷۳/۰۸۹^{b}	۲۲/۴۶۶^{a}	۵۹/۱۶^{a}	۴۹/۶۳۹^{b}	۵۶۲/۴۶۷^{b}	۲/۳۷۶^{a}	۴۹/۵۳۶^{a}
چین دوم	۲/۷^{b}	۲/۰۷۸^{b}	۲۰/۲۳۷^{a}	۵۲/۳۰۲^{b}	۷۵/۶۹۶^{a}	۲۰/۲۹۹^{b}	۵۴/۰۵۱^{b}	۵۲/۸۸۸^{a}	۷۷۹/۷۸۶^{a}	۲/۱۵۹^{b}	۴۳/۰۷^{b}

حروف غیرمشابه در هر ستون، اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین مربوط به چین نشان می‌دهد نعنا فلفلی در چین اول نسبت به چین دوم از رشد مناسب‌تری برخوردار بود، که علت آن علاوه بر طول دوره رشد زیاد گیاه می‌تواند روزهای آفتابی با دمای مناسب هوا باشد که سبب فتوسنتز بیش‌تر شده است و بیش‌ترین عملکرد اسانس را در چین اول تولید کرده است (جدول ۸). هم‌چنین در چین اول گیاه درجه روز بیش‌تری دما دریافت نمود و در نتیجه در طول روز بلندتر میزان تابش نیز بیش‌تر بوده است. گزارش شده است بیش‌ترین میزان اسانس در نور کامل خورشید حاصل می‌شود (۳۹). پژوهشگران اعلام کردند که میزان اسانس گیاهان تحت شرایط نور اضافی بیش‌تر از گیاهان تحت شرایط نور معمولی است و بیوسنتز اسانس بستگی زیادی به رژیم‌های نوری دارد (۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که، کاربرد مالچ چیپس چوب به همراه سطح سوم آبیاری (آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بیش‌ترین عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس را در واحد سطح تولید نمود. لذا با توجه به کمبود منابع آبی در کشور و نیاز آبی بالای گیاه نعنا فلفلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از مالچ چیپس چوب ضمن این‌که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب می‌شود، عملکرد در واحد سطح را نیز در این گیاه دارویی ارزشمند افزایش می‌دهد. لذا استفاده از مالچ چیپس چوب به منظور اصلاح شرایط تنش‌زا در این گیاه مناسب بوده و برای توسعه کشت این گیاه توصیه می‌شود.

منابع

۱- امید بیگی ر. و سورستانی م. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر برخی صفات مرفولوژی، میزان و عملکرد*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze اسانس گیاه گل مکزیکی. مجله علوم باغبانی ۴۱: ۱۵۳-۱۶۱.

۲- باغانی ج.، دهقانی‌سانیج ح. و صدرقایینی ح. ۱۳۸۹. بررسی اثر خاکپوشه پلاستیکی و سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی خربزه در آبیاری قطره‌ای و زیر سطحی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۴(۲): ۱۸۱-۱۷۵.

۳- باهر نیک ز.، رضایی م.ب.، عسگری ف.، عراقی م.ک. و قربانلی م. ۱۳۸۳. بررسی تغییرات متابولیسمی حاصل از تنش‌های خشکی در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۰(۳): ۲۶۳-۲۷۵.

۴- باهر ز.، قربانلی م.ل.، رضایی م. ب. و میرزا م. ۱۳۷۹. بررسی اثر خشکی بر جوانه‌زنی، برخی جنبه‌های فیزیولوژیک، کمیت و کیفیت اسانس در مرحله گلدهی گیاه مرزه. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم.

۵- حسنی ع.، امید بیگی ر. و حیدری شریف آبادی ح. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف رطوبت خاک بر رشد، عملکرد، وانباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه ریحان. مجله علوم خاک و آب ۱۷(۲): ۲۲۸-۲۱۸.

۶- حسنی ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲(۳): ۲۶۱-۲۵۶.

۷- عباس‌زاده ب.، شریفی عاشور آبادی ا.، لباسچی م.ح.، نادری م. و مقدمی ف. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر میزان پرولین، قندهای محلول، کلروفیل و آب نسبی (RWC) بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۳(۴): ۵۱۳-۵۰۴.

۸- کافی م.، برزوئی الف.، صالحی م.، کمندی ع.، معصومی ع. و نباتی ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹- نقدی بادی ح. ع.، یزدانی د.، نظری ف. و ساجد م. ع. ۱۳۸۱. تغییرات فصلی، عملکرد و ترکیبات اسانس آویشن (*Thymus vulgaris* L.) در تراکم‌های کاشت. فصلنامه گیاهان دارویی :۵: ۵۱-۵۶.

10- Alkire B.H., and Simone J.E. 1992. Water management for midwestern pepper mint (*Mentha piperitir* L.) growing in highly organic soils. Indian Acta Horticulture, 344: 544-556.

11- Allen R.G., Preira L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirement. FAO Irrigation and Drainage paper, NO.56, Rome, Italy. 301 p.

12- Chevallier A. 2005. The Encyclopedia of Medicinal Plants. 4th ed. London: WB Saundera Company, 33-41.

13- Clark R.J., and Menary R.C. 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita*). Australian Journal of Agricultural Research, 31: 489–498.

14- Dasha R., Muni R., and Ranjet S. 2006 .Optimization 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.

15- Fleming W.C. 2004. The rewiew of natural products (1th ed). USA: Facts and Comparosons, 702-9.

16- Hasiao T.C. 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24: 519-570.

17- Hong-Bo Sh., Li-Ye Ch., Cheruth A.J., and Chang-Xing Z. 2008. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Current Research in Biologies, 331: 215–225.

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

19- Keville K. 2000. Peppermint for irritable bowel syndrome. Better Nutrition, 62(8): 21-3.

20- Lal R. 1974. Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and Soil Sciences, 40: 129–143.

21- Lawrence B.M. 2006. Mint, the genus Mentha. CRC press. North Carolina USA. 576 p.

22- Levitt J. 1980. Response of plants to environmental stresses, Vol. 2, water, radiation, salt and other Stresses. Academic press, New York, 650 p.

23- Mandal B.K., Ray P.K., and Dasgupta S. 1986. Water use by wheat, chickpea and mustard grown as sole crops and intercrops. Indian Journal of Agricultural Sciences, 56: 187-193.

24- Manoj K.S., and Swaran S.S. 2008. Planting date, mulch, and herbicide rate effects on the growth, yield, and physicochemical properties of menthol Mint (*Mentha arvensis*). Weed Technology, 22: 691–698.

25- Mirsa A., and Strivastava N.K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7: 51–58.

26- Mitchell A.R. 1997. Irrigating pepper mint, EM 8662. Oregan State University Extension Service, Corvallis.
27- Mitchell A.R., and Yang C.L. 1998. Irrigation of pepper mint for optimal yield. Soil Science Society of America, 62:1405-1409.
28- Patra D.D., Ram M., and Singh D.V. 1993. Influence of straw mulching on fertilizer nitrogen use efficiency, moisture conservation and herb and essential oil yield in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). Fertilizer Research, 34: 135-139.
29- Ram M., Ram D., and Roy S.K. 2003. Effect of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). Bioresource Technology, 87: 273–278.
30- Ram M., Ram D., and Singh S. 1995. Irrigation and nitrogen requirements of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. Agricultural Water Management, 27: 45-54.
31- Refaat A.M., and Saleh M.M. 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.
32- Saxena A., and Singh J.N. 1995. Effect of irrigation, mulch and nitrogen on yield and composition of Japanese Mint (*Mentha arvensis* L. subsp. haplocalyx var. piperascens) oil. Agronomy and Crop Science, 175:183-188.
33- Shrivastava P.K., Parikh M.M., Sawani N.G., and Raman S. 1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. Agricultural Water Management, 25: 179-184.
34- Singh, M., Sharma, S., and Ramesh, S. 2002. Herbage, oil yield and oil quality of patchouli (*Pogostemon cablin* [Blanco] Benth.) influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Products, 16: 101-107.
35- Singh, S., Singh, A., and Singh, V.P. 1999. Use of dust mulch and antitranspirant for improving water use efficiency of menthol mint (*Mentha arvensis*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 21(1): 29-33.
36- Smith J.A.C., and Griffiths H. 1993. Water deficits, plant responses from cell to community. Bios, Scientific Publishers.
37- Thomas W., Ley M.S., and Robert G.S. 2003. Mint Irrigation Management. Washington State University. Bulletins No. 4827: 1-3. http://pubs.wsu.edu.
38- Tiwari K.N., Mal P.K., Singh R.M., and Chattopadhyay A. 1998. Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) to drip irrigation under mulch and non-mulch conditions. Agricultural Water Management, 38: 91-102.
39- Yonli L., Craker L.E. and Potter T. 1997. Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). Horticulture, 67: 797-802.