

بررسی تأثیر کاربرد سوپر جاذب تراکوتم و موسیلاژ اسفرزه بر برخی ویژگی‌های ریختی، زیستی، بازدهی مصرف آب و اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L. var. *Keshkeni luvelou*)

سمیه بیگی^{۱*}، مجید عزیزی^۲، سید حسین نعمتی^۳ و وحید روشن^۴

۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
پست الکترونیک: s.beigi61@gmail.com

۲- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۴- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۲

چکیده

یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان دارویی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، کمبود آب و تنش خشکی است. از این رو، در این پژوهش گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L. var. *Keshkeni luvelou*) به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی با ارزش و حساس به کم‌آبی انتخاب شد. هدف از این تحقیق افزایش بهره‌وری مصرف آب در تولید ریحان بود که به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو پلیمر آب‌دوست تراکوتم (صنعتی) و اسفرزه (گیاهی)، هر یک در چهار سطح (صفر، ۱/۰٪، ۲/۰٪ و ۳/۰٪ وزنی/وزنی بر اساس وزن خاک) با دو روش کاربرد (مخلوط با خاک و ریشه و روش مخلوط با خاک) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل: صفات ریختی (تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه)، صفات زیستی (تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه در بوته)، بازدهی مصرف آب و دو ویژگی مهم درصد عملکرد اسانس در زمان گلدهی بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده و متقابل بین تیمارها تأثیرات مثبت و معنی‌دار بر صفات ریختی، زیستی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در این آزمایش داشتند. به‌طوری که بهترین نتایج برای صفات رویشی و زایشی با کاربرد موسیلاژ اسفرزه و بالاترین درصد و عملکرد اسانس با استفاده از سوپر جاذب تراکوتم بدست آمد. بهترین نتایج برای هر دو ماده در غلظت ۱/۰٪ و ۲/۰٪ به ترتیب با روش کاربرد در خاک و ریشه و روش کاربرد در خاک حاصل شد. در مجموع هر دو ترکیب (تراکوتم و اسفرزه) قادر به کاهش اثرات نامناسب تنش خشکی و بهبود بازدهی مصرف آب در کشت ریحان بودند.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum* L. var. *Keshkeni luvelou*)، اسانس، اسفرزه، پلیمر آب‌دوست، تراکوتم.

مقدمه

به تیره نعناع (Lamiaceae) می‌باشد. پیکر رویشی ریحان حاوی اسانس بوده؛ ترکیب‌های عمده و مقدار اسانس آن با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متیل‌کاوپیکول، لینالول، کامفور، ژرانیول و سینئول و بین ۵/۰٪ تا ۱۵/۰٪ درصد متفاوت می‌باشد

گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد مؤثره و اولیه در ساخت بسیاری از داروها به‌شمار می‌روند (امیدبیگی، ۱۳۹۰). ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم متعلق

موسیلاژها بیوپلیمرهایی با وزن مولکولی زیاد و از بهترین هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی دارویی به شمار می آیند که با سایر هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی گیاهی، نشاسته ها، قندها و پروتئین ها سازگارند. موسیلاژها عموماً شامل کربوهیدرات هایی نظیر آرابینوز، زایلوز، اورنیک اسید به همراه سلولز و سایر پلی ساکاریدهای محلول در آب می باشند (Lindberg *et al.*, 1990) که پس از جذب آب متورم و حجیم شده و با توجه به نوع موسیلاژ میزان تورم آنها متفاوت است (امیدبگی، ۱۳۹۰). این پلیمرهای آب دوست طبیعی در داروسازی به منظور تهیه امولسیون ها، سوسپانسیون ها و به عنوان یک عامل امولسیون کننده پودرهای نامحلول، روغن ها و رزین ها و به عنوان عوامل ژل کننده و چسب در تهیه قرص های مکیدنی، گرانول ها و ساخت مسهل ها کاربرد دارند (پیری قارنایی و همکاران، ۱۳۸۸). موسیلاژها با کاهش پتانسیل آب در حدفاصل خاک و ریشه گیاه باعث کاهش نیاز به آب زیاد در گیاه می شوند (Carminati & Moradi, 2010). تاکنون تحقیقات چندانی در زمینه کاربرد و تأثیر هیدروژل ها برای رفع کمبود رطوبت خاک بر گیاهان یک ساله حساس و عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاهان دارویی انجام نشده است. اگرچه استفاده از این مواد راه حل قطعی برای رفع مشکلات و معضلات کم آبی نیست، ولی برای مقابله با بسیاری از معضلات مناطق کم آب و به خصوص خاک های دارای بافت سبک سودمند می باشد.

در تحقیقات رحمانی و همکاران (۱۳۸۸) استفاده از سوپر جاذب (۷٪) در کشت خردل، باعث تأثیر مثبت بر میزان عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت گردید. Nazarli و همکاران (۲۰۱۰) عنوان کردند که بیشترین میزان سوپر جاذب (۳ گرم در کیلوگرم)، بهترین اثر را در همه سطوح تنش آبی بر آب قابل استفاده، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، میزان کلروفیل و خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان داشت. Wanas و El-Hady (۲۰۰۶)، دو هیدروژل اکریلامید را در یک خاک شنی برای کشت خیار در گلدان بررسی کرده و مشاهده کردند که با کاهش میزان آبیاری از ۱۰۰٪ به ۸۵٪ با وجود هیدروژل مساوی، میزان تولید خیار افزایش یافت.

(امیدبگی، ۱۳۸۵). مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه خاصیت ضدقارچی و ضدباکتریایی داشته و برای معالجه نفخ شکم، انگل های روده ای و کمک به هضم غذا استفاده می شود و کاربرد وسیعی در صنایع غذایی، دارویی، ادویه ای و آرایشی-بهداشتی دارد (امیدبگی، ۱۳۹۰). این گیاه در طول فصل رشد به آبیاری فراوان احتیاج دارد (امیدبگی، ۱۳۸۵).

بیشتر مساحت کشور ایران در نواحی خشک و نیمه خشک جهان واقع شده و در بیشتر مناطق کشور ما نزولات جوی بسیار اندک و به صورت پراکنده است و نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی را تأمین نمی کند (فرزانه پلگرد و همکاران، ۱۳۸۹). امروزه از جمله راهکارهای افزایش بازدهی آبیاری در پژوهش های مختلف بخش کشاورزی و به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک (رازبان و پیرزاد، ۱۳۹۰) بهره گیری متناسب از مواد پلیمری سوپر جاذب با قابلیت جذب و نگهداری آب (دانشمندی و عزیزی، ۱۳۸۸) می باشد. سوپر جاذب ها از اکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی اکریل آمید به صورت مصنوعی تولید شده، امکان جذب و نگهداری مقادیر بسیار زیادی آب یا محلول های آبی و کاتیون های مهمی نظیر P, N, K, Zn, Fe را دارند (شاه حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). در نتیجه با کاهش مصرف آب، جلوگیری از آبتسویی عناصر و کودهای محلول در آب و با کاهش اتلاف آب و هزینه های آبیاری و حفظ گیاه از تنش ها به رشد مطلوب گیاه کمک می کنند. به طور کلی، کارآیی در مصرف آب و تولید مواد خشک، واکنش های مثبت گیاه به کاربرد سوپر جاذب ها هستند (رازبان و پیرزاد، ۱۳۹۰؛ Shooshtarian *et al.*, 2010). تراکوتم (Terracottem™) محصول شرکت ایوانیک-دگوسا آلمان و یکی از انواع سوپر جاذب (استاکوزورب غنی شده) مبتنی بر آکریل آمید و کوپلیمرهای مختلف اکریلیک اسید با نمک پتاسیم و نمک آمونیوم (۴۰٪)، ترکیبی متعادل از کودها (NPK) و کودهای میکرو (۱۰٪)، پیش سازهای رشد (۲۵٪) و سنگ های آتشفشانی و کندرها (۴۹/۷۵٪) می باشد که با افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد مغذی در خاک باعث افزایش توسعه ریشه، رشد و عملکرد گیاه و کاهش نیاز به آبیاری می شود (Anonymous, 2013).

صفر (شاهد)، ۰/۱٪، ۰/۲٪ و ۰/۳٪ وزنی/وزنی (به ترتیب صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ گرم در هفت کیلوگرم خاک هر گلدان) و با ۲ روش کاربرد: مخلوط کردن پلیمرها با خاک و ریشه گیاه و مخلوط کردن پلیمرها فقط در خاک، بر روی بعضی خصوصیات ریختی (تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه)، زیستی (تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه) و دو ویژگی مهم درصد و عملکرد اسانس و بازدهی مصرف آب در مرحله گلدهی ریحان اندازه‌گیری شدند. برای اجرای این پژوهش ابتدا بذرهای ریحان اصلاح شده رقم کیشکینی لولو در خردادماه در زمین کشت شده و گیاهان در مرحله چهار برگی داخل گلدان‌ها نشاء گردید (۵ بوته به عنوان مشاهده در هر گلدان). پلیمرها بعد از توزین براساس غلظت‌های تعیین شده (۰/۱٪، ۰/۲٪ و ۰/۳٪ وزنی/وزنی) با آب مخلوط شدند و هیدروژل تهیه شد. در زمان انتقال نشاء به منظور اعمال تیمار برای روش کاربرد در خاک و ریشه هیدروژل آماده شده علاوه بر اختلاط کامل با خاک گلدان (جدول ۱) به طور مستقیم به ناحیه ریشه گیاهان (با روش فرو بردن ریشه هنگام نشاء کردن در هیدروژل) نیز اضافه شده و برای اعمال تیمار به روش کاربرد در خاک هیدروژل حاصل در زمان انتقال نشاء، فقط با خاک گلدان مخلوط شد. بعد از استقرار نشاءها، آبیاری تمامی تیمارها با یک میزان آب مشخص، زمانی انجام شد که تیمارهایی که بالاترین سطح پلیمر (۰/۳٪) را داشتند به نقطه پژمردگی رسیده بودند. در نتیجه در این حالت علاوه بر تیمار مذکور تیمارهایی که سطوح کمتری (صفر، ۰/۱٪ و ۰/۲٪) از پلیمرها را داشتند زودتر به نقطه پژمردگی رسیده و در معرض تنش کم‌آبی قرار گرفته بودند. هدف از این کار مشخص شدن بهترین بازدهی مصرف آب در هنگام تحت تنش قرار گرفتن گیاهان، با توجه به تیمارهای اعمال شده بود.

به طوری که با کاربرد ۳٪ وزنی پلیمرهای سوپر جاذب، شاخص‌های رشد در نهال‌های زیتون نسبت به تیمار شاهد افزایش چشمگیری داشتند و کمتر در معرض تنش خشکی قرار گرفتند (گلپایگانی مجتهد و همکاران، ۱۳۸۸). البته اثر متقابل آبیاری (تنش کمبود آب) و پلیمرهای سوپر جاذب کاهش عملکرد بیوماس کل، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل و پرولین در بابونه آلمانی را در شرایط کمبود آب اصلاح کرد (رازبان و پیرزاد، ۱۳۹۰). استفاده از کود دامی با وجود تنش کم آبی ۲۵٪ و ۵۰٪ ظرفیت زارعی، به ترتیب در دو گیاه دارویی بادرشی و بابونه باعث افزایش عملکرد پیکر رویشی، عملکرد اسانس و عملکرد گل گردید (آرزمجو و قنبری، ۱۳۸۹). Masud و همکاران (۲۰۱۳) از پسماند (تفاله) گیاه کاساوا به عنوان پلیمر سوپر جاذب استفاده و گزارش کردند که تفاله این گونه گیاهان توانمندی بسیار زیادی را برای کاربرد به عنوان یک جاذب طبیعی قوی دارند. با توجه به اهمیت آبیاری بر خصوصیات ریختی، زیستی و اسانس ریحان، هدف از این مطالعه ارزیابی عملکرد گیاه دارویی ریحان اصلاح شده تحت تأثیر پلیمرهای آب دوست تراکوتم و اسفرزه در شرایط کم آبی و همچنین بررسی بازدهی مصرف آب گیاه ریحان است.

مواد و روشها

این پژوهش در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، به صورت گلدانی طی سال ۹۲-۱۳۹۱، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد و به دلیل تخریبی بودن محاسبات صفات ریختی، ۳ گلدان (تکرار) برای اندازه‌گیری صفات ریختی و ۳ گلدان (تکرار) برای اندازه‌گیری صفات زیستی اختصاص داده شد و تأثیر پلیمر سوپر جاذب تراکوتم (تهیه شده از شرکت آتیه انرژی تلاش) و پلیمر آب دوست اسفرزه هر یک در چهار سطح:

جدول ۱- تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

%OC	%Om	N ₂ (mg/kg)	K ₂ (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	هدایت الکتریکی (Ds/ms)	pH	بافت خاک
۰/۳۷	۰/۶۴	۶۴۰	۲۳۳	۱۷/۲	۱/۲۱	۷/۸	لوم شنی

%OC: درصد کربن آلی، %Om: درصد مواد آلی

بیشترین تعداد برگ (۲۳۱/۳۳) در بوته) به واسطه اثر متقابل سه فاکتور اسفرزه ۰/۳٪ بکار رفته در خاک و کمترین تعداد برگ (۷۸/۹۹) در بوته) در تیمار شاهد بدست آمد.

سطح برگ

براساس جدولهای تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل روش کاربرد در نوع ماده مصرفی (جدول ۴) در سطح ۵٪ و اثر ساده (جدول ۳) و متقابل بقیه تیمارها (نوع ماده، روش کاربرد و غلظت‌های مختلف) برای صفت سطح برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. طبق مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین سطح برگ (۵۵۲/۱۳ سانتی‌مترمربع) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور اسفرزه ۰/۲٪ بکار رفته در خاک و کمترین سطح برگ (۹۸/۰۲) سانتی‌مترمربع) نیز مربوط به تیمار شاهد بود.

وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه

در مورد عملکرد خشک اندام هوایی با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ساده تیمارهای روش کاربرد و نوع ماده برای وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه معنی‌دار نبود؛ درحالی‌که اثر ساده تیمار غلظت‌های مختلف و اثر متقابل تمام تیمارها (نوع ماده، روش کاربرد و غلظت‌های مختلف) در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد (۴/۳۸ گرم در بوته) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور اسفرزه ۰/۱٪ بکار رفته در خاک و ریشه و کمترین عملکرد (۰/۴۷ گرم در بوته) متعلق به اثر متقابل سه فاکتور تراکوتم ۰/۳٪ بکار رفته در خاک و ریشه بود که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت.

بازدهی مصرف آب

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، برای صفت بازدهی مصرف آب، اثر ساده دو تیمار روش کاربرد و نوع ماده مصرفی برای بازدهی مصرف آب معنی‌دار نبود، اثر ساده تیمار غلظت و اثر متقابل دو فاکتور نوع ماده مصرفی در غلظت و اثر متقابل دو فاکتور روش کاربرد در غلظت در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند. همچنین اثر متقابل دو فاکتور نوع ماده در غلظت‌های مختلف و اثر متقابل سه فاکتور نوع ماده، روش کاربرد و غلظت‌های مختلف در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری صفات ریختی، بوته‌ها در زمان گلدهی برداشت شد و تعداد برگ، سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Delta T) و وزن تر و خشک بخش‌های مختلف گیاه پس از خشک کردن نمونه‌ها در سایه با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل AND GF-3000 با دقت ۱٪ گرم اندازه‌گیری شد.

وزن هزاردانه هر بوته پس از شمارش تعداد دانه در بوته توسط دستگاه بذرشمار (Durant) مدل Solid state 1800 توسط ترازوی دیجیتال Shimadzu Libror AEU-210 با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

بازدهی آب مصرفی با توجه به وزن خشک (گرم) بوته‌های هر گلدان و میزان آب مصرف شده برای آبیاری آنها تا زمان برداشت (زمان گلدهی) از فرمول مذکور محاسبه شد (عابدی کویایی و مسفروش، ۱۳۸۸).

میزان آب مصرفی/وزن ماده خشک (gr) = بازدهی آب مصرفی

به‌منظور اندازه‌گیری بازده اسانس (به روش حجمی)، ۳۰ گرم از سرشاخه‌های هر نمونه، پس از خشک شدن کامل در سایه و در دمای معمولی اتاق به مدت ۵ روز، برای استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد اسانس از حاصل ضرب محتوای اسانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شده و براساس میلی‌لیتر در تک بوته مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با نرم‌افزار JMP8 و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ با نرم‌افزار JMP8 انجام گردید.

نتایج

تعداد برگ

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف و اثرات متقابل آنها برای صفت تعداد برگ در ریحان در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. نتایج حاصل از بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳ و ۴) نشان داد که

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارها در برخی خصوصیات مورفولوژیکی، بیولوژیکی، اسانس و بازدهی آب مصرفی در ریحان اصلاح شده

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد برگ در بوته	سطح برگ	وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه	بازدهی مصرف آب	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۱۲۳/۲۸ *	۲۴۵/۳۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۵ ns	۶۲۱۸۶/۱۵ *	۰/۰۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۱ ns
روش کاربرد	۱	۱۵۸۶۲/۷۷ **	۷۲۱۷۸/۱۱ **	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۱۴۴۸۲۷/۳ *	۰/۰۱ **	۰/۱۰ **	۰/۰۰۲ **
نوع ماده	۱	۳۷۳/۵۸ **	۱۹۹۵۷/۳۲ **	۰/۲۷ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۲۲۲۶۵/۹ ns	۰/۰۰۵ **	۰/۰۱ **	۰/۰۰۱ ns
غلظت	۳	۱۱۳۹۰/۹۷ **	۱۱۸۸۱۴/۸۰ **	۵/۱۰ **	۰/۱۶ **	۲۵۶۷۴۳۵/۷۳ **	۰/۱۷ **	۰/۱۵ **	۰/۰۲۱ **
روش کاربرد × غلظت	۳	۲۶۲۰/۷۱ **	۸۶۳۴/۹۶ **	۱/۸۱ **	۰/۰۱۵ **	۳۵۸۵۴۲/۲ **	۰/۰۲ **	۰/۰۲ **	۰/۰۰۰۱ ns
نوع ماده × غلظت	۳	۱۰۵۷۸/۹۶ **	۳۹۲۶۴/۷۵ **	۳/۵۴ **	۰/۰۶ **	۵۲۰۲۸۸/۶۶ **	۰/۰۰۲ *	۰/۰۶ **	۰/۰۰۸ **
روش کاربرد × نوع ماده	۱	۴۶۰/۹۷ **	۴۵۵۲/۲۸ *	۵/۰۴ **	۰/۰۱۲ *	۶۷۸۸۵/۳ ns	۰/۰۰۰۰۸ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۳ **
روش کاربرد × نوع ماده × غلظت	۳	۵۸۸۶/۳۰ **	۵۲۷۲۳/۹۸ **	۱/۶۵ **	۰/۰۰۵ *	۹۹۱۸/۳ **	۰/۰۰۴ **	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۱ *
خطا	۳۲	۳۴/۹۳	۸۸۲/۹۵	۰/۰۸	۰/۰۰۲	۲۰۴۳۲/۶۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۴

ns, *, **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال $p < 0.05$ و $p < 0.01$.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی، بیولوژیکی و بازدهی آب مصرفی در ریحان اصلاح شده

تیمارها	وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه (gr)	تعداد برگ در بوته	سطح برگ (cm ²)	بازدهی آب مصرفی (gr/lit)	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه (gr)
روش						
خاک + ریشه (۱)	۱۲۸/۹۹ a	۹۴/۲۹ b	۱۹۰/۶۹ b	۰/۴۰ a	۱۳۹۸/۴۳ b	۱/۴۵ a
خاک (۲)	۹۲/۰۰ b	۱۳۰/۶۵ a	۲۶۸/۲۵ a	۰/۴۰ a	۱۵۰۸/۲۹ a	۱/۴۲ b
ماده مصرفی						
تراکوتم	۱۰۸/۰۲ b	۱۰۹/۶۸ b	۲۰۹/۰۸ b	۰/۴۰ a	۱۴۳۱/۸۲ a	۱/۴۲ b
اسفرزه	۱۱۲/۹۷ a	۱۱۵/۲۶ a	۲۴۹/۸۶ a	۰/۴۰ a	۱۳۸۱/۸۲ a	۱/۴۴ a
غلظت						
شاهد (۰)	۶۹/۱۸ d	۶۹/۱۸ d	۹۸/۰۲ d	۰/۲۶ c	۸۰۲/۱۳ c	۱/۲۶ c
۰/۱٪	۱۲۳/۴۴ b	۱۲۵/۵۲ b	۲۵۸/۴۷ b	۰/۵۱ a	۱۴۴۶/۵۰ b	۱/۵۵ a
۰/۲٪	۱۳۷/۴۱ a	۱۴۰/۷۴ a	۳۳۶/۹۸ a	۰/۴۸ a	۱۷۵۸/۱۰ a	۱/۴۶ b
۰/۳٪	۱۱۱/۹۵ c	۱۱۴/۴۵ c	۲۲۴/۴۲ c	۰/۳۵ b	۱۸۰۶/۷۰ a	۱/۴۶ b

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال $p < 0.05$ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

ریشه بود که با اثر متقابل سه فاکتور تراکوتم ۰/۳٪ بکار رفته در خاک تفاوت معنی داری نداشت و کمترین وزن هزاردانه (۱/۲۶) گرم در بوته) متعلق به تیمار شاهد بود.

تعداد دانه در بوته

نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر ساده تیمار نوع ماده (جدول ۳) و اثر متقابل دو فاکتور روش کاربرد در نوع ماده (جدول ۴) معنی دار نبود. اثر ساده تیمار روش کاربرد در سطح ۵٪ و اثر ساده تیمار غلظت و اثر متقابل سایر تیمارها در سطح ۱٪، تعداد دانه در بوته ریحان را به طور معنی داری تحت تأثیر قرار دادند. براساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳ و ۴) بیشترین (۲۲۹۶/۳۱) و کمترین تعداد دانه در بوته (۸۰۲/۱۳) به ترتیب در اثر متقابل سه فاکتور اسفرزه ۰/۲٪ بکار رفته در خاک و در تیمار شاهد بدست آمد. با توجه به نتایج مشخص شد که تیمار اسفرزه در غلظت متوسط (۰/۲٪) افزوده شده در خاک با افزایش رشد رویشی در افزایش تعداد دانه در بوته نیز موفق بوده است.

بازدهی مصرف آب در تمام تیمارها نسبت به شاهد برتری داشت. به طوری که بیشترین بازدهی مصرف آب (۶۸٪) گرم در لیتر) در اثر متقابل سه فاکتور تراکوتم ۰/۱٪ بکار رفته در خاک بدست آمد که با اسفرزه ۰/۲٪ بکار رفته در خاک و ریشه تفاوت معنی داری نداشت؛ کمترین بازدهی آب مصرفی (۲۶٪) گرم در لیتر) نیز مربوط به تیمار شاهد بود. نتایج نشان داد که هر دو پلیمر (تراکوتم و اسفرزه) بازدهی مصرف آب را نسبت به شاهد (بدون پلیمر) ۳ برابر افزایش دادند.

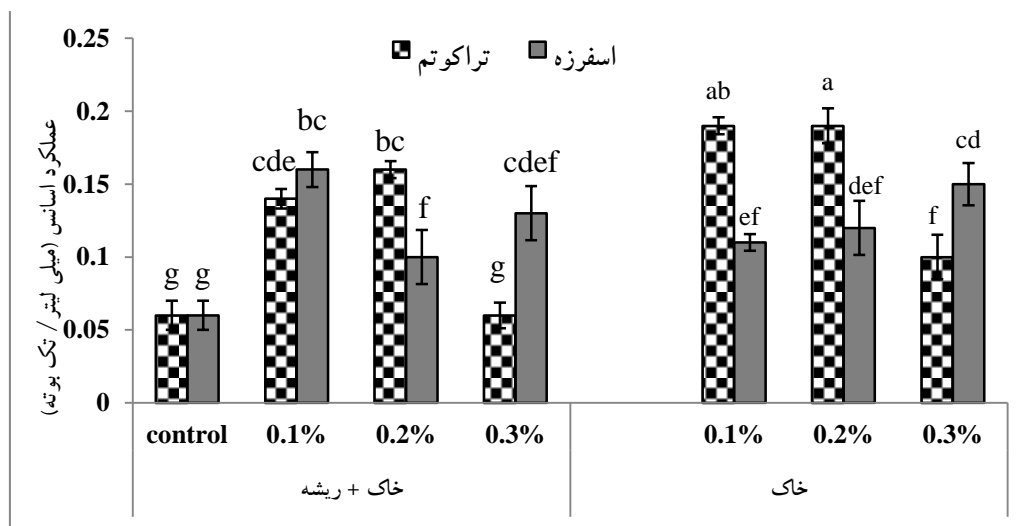
وزن هزاردانه

در مورد وزن هزاردانه با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، بجز اثر متقابل دو فاکتور روش کاربرد در نوع ماده، که برای این صفت معنی دار نشد، اثر متقابل دو فاکتور نوع ماده در غلظت در سطح ۵٪ و اثر ساده و متقابل بقیه تیمارها در سطح ۱٪ معنی دار شد. بیشترین وزن هزاردانه (۱/۵۸) گرم در بوته) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور اسفرزه ۰/۱٪ بکار رفته در خاک و

درصد اسانس

درصد اسانس در سطح ۱٪ معنی دار گردید. با توجه به شکل ۱ بیشترین درصد اسانس (۶۰٪) متعلق به اثر متقابل سه فاکتور تراکوم ۲/۰٪ بکار رفته در خاک بود و کمترین درصد اسانس (۱۸٪) در تیمار شاهد بدست آمد.

براساس نتایج موجود در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل دو فاکتور روش کاربرد در نوع ماده برای درصد اسانس معنی دار نشد؛ اثر ساده و متقابل تمامی تیمارها برای

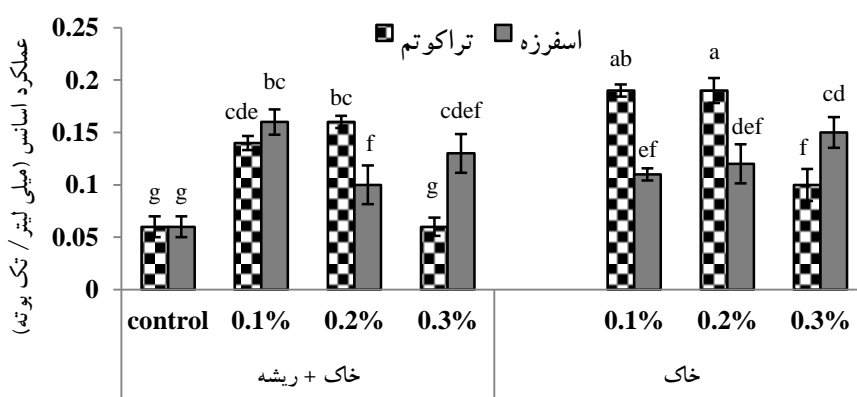


شکل ۱- اثر متقابل ماده مصرفی، روش کاربرد و غلظت بر درصد اسانس ریحان

عملکرد اسانس معنی دار شد. با توجه به شکل ۲، بیشترین عملکرد اسانس (۱۹/۰٪) مربوط به اثر متقابل سه فاکتور تراکوم ۲/۰٪ بکار رفته در خاک بود که با اثر متقابل سه فاکتور تراکوم ۱/۰٪ بکار رفته در خاک تفاوت معنی داری نداشت. کمترین عملکرد اسانس (۶/۰٪) نیز در تیمار شاهد بدست آمد.

عملکرد اسانس

نتایج حاصل در مورد عملکرد اسانس نشان می‌دهد که اثر متقابل دو فاکتور روش کاربرد در نوع ماده و اثر ساده تیمار نوع ماده برای عملکرد اسانس معنی دار نشد، اثر متقابل دو فاکتور نوع ماده در غلظت در سطح ۵٪ و اثر ساده و متقابل سایر فاکتورها در سطح ۱٪ برای



شکل ۲- اثر متقابل ماده مصرفی، روش کاربرد و غلظت بر عملکرد اسانس ریحان

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر برخی ویژگی‌های ریختی، زیستی و بازدهی آب مصرفی در ریحان اصلاح شده

تیمارها	وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه (gr)	تعداد برگ در بوته	سطح برگ (cm ²)	بازدهی آب مصرفی (gr/lit)	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه (gr)
روش × غلظت						
شاهد	۰/۷۰ c	۶۹/۱۸ f	۹۸/۰۲ e	۰/۲۶ d	۸۰۲/۱۳ e	۱/۲۶ d
خاک+ریشه×۱٪	۱/۶۷ b	۸۹/۶۶ e	۱۹۸/۴۳ d	۰/۴۹ a	۱۶۱۱/۲۶ c	۱/۵۴ a
خاک+ریشه×۲٪	۱/۸۳ b	۱۱۹/۸۸ c	۲۹۴/۴۲ bc	۰/۵۴ a	۱۴۲۲/۵۳ d	۱/۴۶ b
خاک+ریشه×۳٪	۱/۰۰ c	۹۸/۴۶ d	۱۷۱/۹۱ d	۰/۳۳ c	۱۷۵۷/۸۰ c	۱/۵۴ a
خاک×۱٪	۲/۶۶ a	۱۶۱/۳۹ a	۳۱۸/۵۱ b	۰/۵۳ a	۱۲۸۱/۷۵ d	۱/۵۶ a
خاک×۲٪	۰/۹۳ c	۱۶۱/۶۱ a	۳۷۹/۵۳ a	۰/۴۳ b	۲۰۹۳/۶۷ a	۱/۴۶ b
خاک×۳٪	۰/۸۰ c	۱۳۰/۴۴ b	۲۷۶/۹۴ c	۰/۳۸ c	۱۸۵۵/۶۰ b	۱/۳۸ c
ماده مصرفی × غلظت						
شاهد	۰/۷۰ d	۶۹/۱۸ f	۹۸/۰۲ d	۰/۲۶ d	۸۰۲/۱۳ e	۱/۲۶ d
تراکوتم×۱٪	۳/۰۳ a	۱۵۳/۷۲ b	۲۷۹/۹۲ b	۰/۶۲ a	۱۶۰۶/۰۱ c	۱/۵۵ a
تراکوتم×۲٪	۱/۱۷ c	۹۷/۵۴ e	۲۳۲/۰۲ c	۰/۴۲ c	۱۶۰۷/۶۷ c	۱/۴۳ c
تراکوتم×۳٪	۰/۵۵ d	۱۱۸/۲۹ c	۲۲۶/۳۷ c	۰/۳۱ d	۱۸۸۳/۷۸ ab	۱/۴۵ c
اسفرزه×۱٪	۰/۷۰ d	۹۷/۳۳ e	۹۸/۰۲ d	۰/۲۶ d	۸۰۲/۱۳ e	۱/۲۶ d
اسفرزه×۲٪	۱/۳۰ bc	۱۸۳/۹۴ a	۲۳۷/۰۲ c	۰/۴۱ c	۱۲۸۷/۰۰ d	۱/۵۵ a
اسفرزه×۳٪	۱/۶۰ b	۱۱۰/۶۱ d	۴۴۱/۹۳ a	۰/۵۵ b	۱۹۰۸/۵۳ a	۱/۴۹ b
ماده مصرفی × روش						
خاک+ریشه×استاکوزروب	۱/۰۵ b	۹۴/۶۰ c	۱۶۰/۵۷ c	۰/۳۹ a	۱۴۵۷/۵۷ ab	۱/۴۴ ab
خاک×استاکوزروب	۱/۵۵ a	۹۳/۹۳ c	۲۲۰/۸۲ b	۰/۴۲ a	۱۳۳۹/۲۸ b	۱/۴۶ a

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات...

تیمارها	وزن خشک اندام هوایی نسبت به ریشه (gr)	تعداد برگ در بوته	سطح برگ (cm ²)	بازدهی آب مصرفی (gr/lit)	تعداد دانه در بوته	وزن هزاردانه (gr)
روش×غلظت						
خاک+ریشه×اسفرزه	۱/۶۷ a	۱۲۴/۷۶ b	۲۵۷/۶۰ a	۰/۴۲ a	۱۴۹۲/۲۲ a	۱/۴۱ c
خاک×اسفرزه	۰/۸۷ b	۱۳۶/۵۴ a	۲۷۸/۹۰ a	۰/۳۸ a	۱۵۲۴/۳۶ a	۱/۴۳ bc
ماده مصرفی×روش×غلظت						
شاهد	۰/۷۰ ef	۶۹/۱۸ g	۹۸/۰۲ g	۰/۲۶ h	۸۰۲/۱۳ g	۱/۲۶ f
خاک+ریشه×تراکوتم×۱/۰	۱/۶۸ c	۹۲/۰۰ g	۱۲۶/۹۶ fg	۰/۵۶ b	۱۴۰۹/۲۹ de	۱/۵۲ bc
خاک+ریشه×تراکوتم×۲/۰	۱/۳۶ cd	۱۰۳/۲۱ f	۲۵۸/۱۰ d	۰/۴۵ cd	۱۳۲۴/۳۱ ef	۱/۴۶ d
خاک+ریشه×تراکوتم×۳/۰	۰/۴۷ f	۱۱۴/۰۴ de	۱۵۹/۱۸ ef	۰/۲۹ gh	۱۹۰۱/۱۳ b	۱/۵۲ c
خاک×تراکوتم×۱/۰	۱/۶۷ c	۲۱۵/۴۴ b	۲۶۹/۹۱ d	۰/۶۸ a	۱۴۱۹/۷۸ cd	۱/۵۶ abc
خاک×تراکوتم×۲/۰	۲/۳۱ b	۹۱/۸۸ g	۳۳۰/۷۴ c	۰/۴۰ ef	۱۸۹۱/۰۳ b	۱/۴۶ d
خاک×تراکوتم×۳/۰	۱/۵۳ c	۱۲۲/۵۵ d	۱۸۴/۶۳ e	۰/۳۳ gh	۱۸۶۶/۴۳ b	۱/۵۷ ab
خاک+ریشه×اسفرزه×۱/۰	۴/۳۸ a	۸۷/۳۳ g	۴۳۲/۸۸ b	۰/۴۳ cde	۱۴۱۹/۷۸ de	۱/۵۸ a
خاک+ریشه×اسفرزه×۲/۰	۰/۹۸ de	۱۳۶/۵۵ c	۲۰۵/۹۴ e	۰/۶۳ ab	۱۵۲۰/۷۵ de	۱/۴۱ e
خاک+ریشه×اسفرزه×۳/۰	۰/۶۳ ef	۸۲/۸۹ gh	۲۹۳/۵۶ cd	۰/۳۶ fg	۱۶۱۴/۴۸ cd	۱/۳۷ e
خاک×اسفرزه×۱/۰	۰/۹۴ def	۱۰۷/۳۳ ef	۲۰۴/۱۴ e	۰/۳۹ ef	۱۱۵۴/۲۲ f	۱/۵۳ bc
خاک×اسفرزه×۲/۰	۰/۸۹ def	۲۳۱/۳۳ a	۵۵۳/۱۳ a	۰/۴۷ c	۲۲۹۶/۳۱ a	۱/۵۲ c
خاک×اسفرزه×۳/۰	۰/۹۷ de	۱۳۸/۳۳ c	۲۶۰/۳۲ d	۰/۴۲ de	۱۸۴۴/۷۷ bc	۱/۳۹ e

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال $p < 0.05$ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

بحث

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از دو پلیمر آب دوست تراکوتم و اسفرزه اثرات مثبتی بر تمام صفات اندازه گیری شده گیاه ریحان نسبت به تیمار شاهد داشت و باعث افزایش آنها در شرایط کمبود آب شد. تنش خشکی اندازه و تعداد شاخه ها را در گیاه ریحان تحت تأثیر قرار داده و همان طور که باعث کاهش رشد و تقسیم سلول می گردد، تعداد و وزن خشک اندام گیاه را نیز کاهش می دهد و در نهایت میزان عملکرد کاهش می یابد (Mundree et al., 2002). نتایج مشخص کرد که پلیمرهای بکار رفته در این تحقیق از طریق ذخیره و در دسترس قرار دادن آب در محیط رشد گیاه، با کاهش اثرات تنش خشکی، مانع از کاهش رشد سلول ها و در نتیجه کاهش سطح برگ در بوته های ریحان شده، همچنین از ریزش برگ ها در اثر کم آبی جلوگیری نموده و مانع از کاهش زیست توده و عملکرد ماده خشک در ریحان شدند.

با توجه به ماهیت سوپرجاذب ها مبنی بر ذخیره آب، جلوگیری از فرونشست عمقی و قراردادن آن در اختیار گیاه هنگام کم آبی، کاهش دور آبیاری و کاهش میزان آب مصرفی و در نتیجه افزایش کارایی مصرف آب (کریمی و نادری، ۱۳۹۰؛ Akhter et al., 2004؛ Tohidi Moghadam et al., 2011؛ Shi et al., 2010) و با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق مبنی بر افزایش بازدهی مصرف آب و سایر صفات با استفاده از هر دو پلیمر آب دوست (تراکوتم و اسفرزه)، احتمال اینکه تراکوتم در غلظت بالا (۰/۳٪) در ناحیه خاک و ریشه نتوانسته تنش خشکی را کنترل کند ضعیف بوده و احتمال اینکه به علت نگه داشتن آب بیش از نیاز گیاه اثر منفی بر تنفس ریشه گیاه داشته و در نتیجه باعث کاهش عملکرد شود، وجود دارد.

یکی دیگر از تأثیرات مثبت پلیمرهای آب دوست جلوگیری از کاهش تعداد و وزن دانه ها در گیاه ریحان از طریق کاهش تنش خشکی بود. زیرا تنش خشکی در مراحل مختلف رشد به خصوص مراحل گلدهی و دانه بندی محدودکننده عملکرد بوده و در بسیاری از گیاهان زراعی،

تنش آب در طی پر شدن دانه، وزن دانه ها را تحت تأثیر قرار داده و سبب کوچک شدن و چروکیدگی شدن دانه ها می گردد (مدیر شانه چی، ۱۳۶۹). نتایج بدست آمده در این تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت پلیمرهای آب دوست بر صفات ریختی و زیستی ریحان در شرایط کم آبی و جلوگیری از کاهش عملکرد با نتایج دانشمندی و عزیزی (۱۳۸۸)، رحمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شاه حسینی و همکاران (۱۳۹۱)، Nazarli و همکاران (۲۰۱۰) و Rafiei و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت.

تنش در حد متوسط، نه در حدی که تمام فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه را مختل کند، در گیاهان دارویی به عنوان یک سازوکار دفاعی باعث افزایش میزان اسانس در گیاه می شود. میزان اسانس تولیدی در گیاه به عوامل مختلفی وابسته است که به طور پیوسته تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد (Khalid, 2006) و حداکثر تولید آنها در شرایط محدودیت رشد دیده می شود (عبادی و عزیزی، ۱۳۹۰؛ Naghdi Badi et al., 2004). مشخص شده که تنش خشکی همیشه به طور کامل مضر نیست و گزارش هایی مبنی بر تأثیر مثبت آن در ساخت مواد مؤثره گیاهان دارویی و معطر وجود دارد (فخرطباطبایی، ۱۳۷۲). به عنوان مثال Abreu و Mazzafera (۲۰۰۵) و Khalid (۲۰۰۶) و Salehi و همکاران (۲۰۱۱) افزایش ماده مؤثره را در گیاهان تحت تنش متوسط خشکی بیان کردند. Moghadam و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان کردند که با استفاده از سوپرجاذب آ ۲۰۰ در خاک، میزان اسیدهای چرب اشباع در دانه ۶ ژنوتیپ مختلف از خردل سیاه کاهش و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در آنها افزایش یافت.

کاهش عملکرد اسانس در نتیجه کاهش رطوبت خاک ممکن است ناشی از آثار زیان بار تنش آبی بر رشد و پیکر رویشی گیاه باشد؛ زیرا عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و عملکرد گیاه می باشد. در واقع محصولات دارویی هم با بهبود شرایط محیطی (عوامل حاصلخیزی به زراعی و به نژادی) و هم با نامساعد شدن شرایط محیطی (ایجاد تنش) افزایش می یابند. بنابراین

- تلفیق بهینه‌ای از هر دو شرایط ضرورت دارد (امیدبگی، ۱۳۹۰) و نتیجه نهایی را در تأثیر مثبت رژیم‌های رطوبتی بر میزان متابولیت‌های ثانویه هر دو فاکتور درصد مواد مؤثره و عملکرد تعیین می‌کنند (عبادی و عزیزی، ۱۳۹۰). با توجه به نکات مذکور و نتایج بدست آمده در این تحقیق (شکل ۱) می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ریحان در تیمار تراکوتم به خصوص در غلظت متوسط (۲/۰٪) با روش افزودن به خاک تحت تنش نسبی بوده و باعث افزایش درصد اسانس شده، زیرا در نتایج عملکرد اسانس (شکل ۲) مشاهده شد که تیمار تراکوتم با همین غلظت (۲/۰٪) ولی با روش استفاده در خاک و ریشه که تنش کمتری متوجه گیاه بود باعث افزایش عملکرد اسانس در گیاه ریحان شد. کمترین درصد و عملکرد اسانس نیز مربوط به تیمار شاهد (بدون پلیمر) بود که نسبت به سایر تیمارها تحت تنش شدیدتری قرار گرفته بود. با توجه به نتایج بدست آمده از اعمال تیمارهای مختلف بر روی گیاه ریحان، چنین استنباط می‌شود که پلیمر آب‌دوست اسفرزه بهترین نتایج را بر صفات ریختی و زیستی و سوپرچاذب تراکوتم و بهترین نتایج را روی درصد و عملکرد اسانس ریحان داشت. به طور کلی غلظت‌های کمتر (۱/۰٪) و (۲/۰٪) پلیمرهای استفاده شده در این تحقیق اثرات مطلوب‌تری را بر تمام صفات اندازه‌گیری شده نشان دادند. اسفرزه با روش استفاده در خاک و ریشه در غلظت ۱/۰٪ و نیز با روش استفاده در خاک در غلظت ۲/۰٪ و تراکوتم با روش استفاده در خاک در غلظت‌های متوسط (۲/۰٪) بهترین نتایج را به همراه داشتند. در پایان نتایج نشان داد که ترکیب‌های طبیعی می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیب‌های شیمیایی باشند.
- منابع مورد استفاده**
- امیدبگی، ر.، ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۹۷ صفحه.
- امیدبگی، ر.، ۱۳۹۰. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۴۷ صفحه.
- آرمجو، ا.، حیدری، م. و قنبری، ا.، ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی. علوم زراعی ایران، ۱۲(۲): ۱۱۱-۱۰۰.
- پیری‌قارنایی، م.، حیدری، ر.، صیامی، ع.، زارع، ص. و جامعی، ر.، ۱۳۸۸. جداسازی و بررسی پلی‌ساکاریدهای موسیلاژی برگ‌ها و پیاز گونه لوشه (*Allium chrysantherum* Boiss. & Reut.). علوم دارویی، ۱۵(۲): ۱۱۴-۱۰۵.
- دانشمندی، م.ش. و عزیزی، م.، ۱۳۸۸. تأثیر پلیمر سوپرچاذب در شرایط تنش خشکی بر خصوصیات فیزیکومورفولوژیکی، عملکرد محصول و انباشت متابولیت‌های سازگاری در گیاه دارویی ریحان، اصلاح شده. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، گیلان، ۲۵-۲۲ تیر: ۱۲۷۹-۱۲۷۶.
- رازبان، م. و پیرزاد، ع.، ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف سوپرچاذب تحت رژیم‌های آبیاری متفاوت بر رشد و تحمل کم‌آبی در کشت دوم بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۱(۴): ۱۳۷-۱۲۳.
- رحمانی، م.، حبیبی، د.، شیرانی‌راد، ا.م.، دانشیان، ج.، ولدآبادی، س.ع.، مشهدی اکبر بوجار، م. و خلعتبری، الف.م.، ۱۳۸۸. اثر کاربرد غلظت‌های مختلف پلیمر سوپرچاذب بر عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه دارویی خردل در شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های به زراعی، ۱۱(۱): ۳۸-۲۳.
- شاه‌حسینی، ر.، امیدبگی، ر. و کیانی، د.، ۱۳۹۱. بررسی اثر کودهای زیستی بیوسولفور و نیتروکسین و پلیمر سوپرچاذب بر رشد، عملکرد و کمیت اسانس گیاه دارویی ریحان. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۳): ۲۵۴-۲۴۶.
- عابدی کویایی، ج. و مسفروش، م.، ۱۳۸۸. ارزیابی کاربرد پلیمر سوپرچاذب بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و ذخیره عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای. آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۲): ۱۱۱-۱۰۰.
- عبادی، م.ت. و عزیزی، م.، ۱۳۹۰. مروری بر اثرات تنش خشکی بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی و معطر. زیتون، ۳۱(۲۱۹): ۲۹-۲۴.
- فخرطباطبایی، م.، ۱۳۷۲. گیاهان دارویی و اثر عوامل طبیعی در زندگی آنها. منابع طبیعی ایران، شماره ۴۷.

- quince tree (*Cydonia oblonga* L.). Carbohydrate Research, 207(2): 307-310.
- Masud, Z.A., Khotib, M., Farid, M., Nur, A. and Amroni, M., 2013. Superabsorbent derived from Cassava waste pulp. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2(1): 1-8.
 - Mundree, S.G., Baker, B., Mowla, Sh., Peters, Sh., Marais, S., Willigen, C.V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farrant, J.M. and Thomson, J.A., 2002. Physiological and molecular insights into drought tolerance. African Journal of Biotechnology, 1(2): 28-38.
 - Naghdi Badi, H., Yazdani, D., Mohammad Ali, S. and Nazari, F., 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Industrial Crops and Products, 19(3): 231-236.
 - Nazarli, H., Zardashti, M.R., Darvishzadeh, R. and Najafi, S., 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. Notulae Scientia Biologicae, 2(4): 53-58.
 - Rafiei, F., Nourmohammadi, G., Chokan, R., Kashani, A., Haidari Sharif Abad, H., and Shoaie, Shahram. 2012. Effect of superabsorbent polymer (Tawarat A200) on two hybrid of corn (KSC700 and KSC500) under deficit irrigation. Advances in Environmental Biology, 6(1): 139-144.
 - Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, F., 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2): 188-201.
 - Shi, Y., Li, J., Shao, J., Deng, S., Wang, R., Li, N., Sun, J., Zhang, H., Zheng, X., Zhou, D., Huttermann, A. and Chen, S., 2010. Effects of Stockosorb and Luquasorb polymers on salt and drought tolerance of *Populus popularis*. Scientia Horticulturae, 124: 268-273.
 - Shooshtarian, S., Abedi-Kupai, A. and Tehranifar, A., 2010. Evaluation of application of superabsorbent polymers in green space of arid and semi-arid regions with emphasis on Iran. International Journal of Forest, Soil and Erosion, 2: 24-36.
 - Tohidi Moghadam, H.R., Zahedi, H. and Ghooshchi, F., 2011. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and superabsorbent polymer application. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), 41(4): 579-586.
 - فرزانه پلگرد، ا.، غنی، ع. و عزیزی ارانی، م.، ۱۳۸۹. تأثیر تنش آبی بر ویژگی‌های ظاهری، عملکرد و درصد اسانس در گیاه ریحان (رقم کشکنی لولو) (Keshkeni luvolo). پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۱۱(۱): ۱۰۳-۱۱۷.
 - کریمی، ا. و نادری، م.، ۱۳۹۰. بررسی اثرات پلیمر سوپرجاذب و نوع خاک بر عملکرد، آب مصرفی، دور و تعداد آبیاری در ذرت علوفه‌ای. تولیدات گیاهی، ۳۴(۱): ۸۲-۶۹.
 - گلپایگانی مجتهد، م.، خالقی، ا.، معلمی، ن. و صداقت کیش، ز.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر هیدروژل‌های سوپرجاذب آب بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه زیتون تحت تنش خشکی. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، گیلان، ۲۵-۲۲ تیر: ۴۵۱-۴۵۴.
 - مدیر شانه‌چی، م.، ۱۳۶۹. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۴۴۸ صفحه.
 - Abreu, I.N. and Mazzafera, P., 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* choisy. Plant Physiology and Biochemistry, 43(3): 241-248.
 - Akhter, J., Mahmood, K., Malik, K.A., Mardan, A., Ahmad, M. and Iqbal, M.M., 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of Barley, wheat and chickpea. Plant, Soil and Environment, 50(10): 463-469.
 - Anonymous, 2013. Leading soil conditioning technology. Eng. Terracottem Universal <http://terracottem.com/sites/default/files/content-file/TerraCottem%20Brochure.pdf>
 - Carminati, A. and Moradi, A., 2010. How the soil-root interface affects water availability to plants. Geophysical Research Abstracts, 12: 10677.
 - El-Hady, O.A. and Wanas, Sh.A., 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamide hydrogels. Journal of Applied Sciences Research, 2(12): 1293-1297.
 - Khalid, Kh.A. 2006. Influence of water stress on growth, essential oils, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.) International Agrophysics, 20(4): 289-296.
 - Lindberg, B., Mosihuzzaman, M., Nahar, N., Abeysekera, R.M., Borwn R.G. and Willison, J.H.M. 1990. An unusual (4-O-methyl-d-glucurono)-d-xylan isolated from the mucilage of seeds of the

Effect of terracottem superabsorbent and *Plantago ovata* mucilage on some morphological, biological properties, water use efficiency and essential oil in *Ocimum basilicum* L. var. "Keshkeny levelu"

S. Beigi^{1*}, M. Azizi², S.H. Nemati² and V. Rowshan³

1*- Corresponding author, M.Sc., Department of Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, E-mail: s.beigi61@gmail.com

2- Department of Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

Received: December 2013

Revised: October 2014

Accepted: November 2014

Abstract

One of the most important limiting factors in production of medicinal plants in arid and semiarid regions of the world is water shortage or drought stress. Basil (*Ocimum basilicum* L. var. "Keshkeny levelu") is a valuable medicinal plant and sensitive to water stress. Therefore, the current study was aimed to increase water use efficiency in basil production by conducting a factorial experiment based on randomized complete blocks design with three replications. The treatments were two superabsorbent polymers namely Terracottem™ (industrial) and *Plantago ovata* mucilage (Herbal) at four concentrations (0, 0.1%, 0.2% and 0.3% w/w on the basis of soil weight) with two application methods (mixed with soil only and mixed with soil+roots). The measured traits were morphological: leaf number, leaf area, shoot to root ratio, biological: number of seeds/plant, seed weight/plant, and water use efficiency, as well as two other important characteristics such as essential oil percentage and yield at flowering time. Results showed that the simple effect of treatments and their interaction had significant and positive effects on morphological, biological and biochemical traits, measured in this experiment. The best results in vegetative and generative characteristics were obtained by application of *Plantago ovata* mucilage and the highest essential oil percentage and yield were recorded by using Terracottem superabsorbent. The best results in both compounds were obtained at concentrations of 0.1% and 0.2% with application method in soil+roots and soil only, respectively. In conclusion, both compounds (terracottem™ and *Plantago ovata*) were able to reduce the adverse effects of drought stress and improved water use efficiency in basil cultivation.

Keywords: Basil (*Ocimum basilicum* L.), essential oil, *Plantago ovata*, hydrophilic polymer, terracottem™.