نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 3، پاییز 1394، ص. 396-388
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 3, Fall 2015, P. 388-396
ISSN: 2008 - 4730

بررسی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان (*Ocimum basilicum var. keshkeni luvelou*) تحت تأثیر کاربرد برگ پنیرک و پلیمر سوپرجاذب

سمیه بیگی[1*] - مجید عزیزی[2] - سید حسین نعمتی[3] - وحید روشن[4]

تاریخ دریافت: 1392/08/08
تاریخ پذیرش: 1394/01/16

چکیده

کمبود آب و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان دارویی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. ریحان به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی باارزش و حساس به کم‌آبی برای مطالعه در این پژوهش انتخاب گردید. به‌منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب در تولید ریحان، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، تیمارها شامل دو پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب (صنعتی) و برگ پنیرک (گیاهی)، هر کدام در چهار غلظت 0، 0/1 درصد، 0/2 درصد و 0/3 درصد (وزنی/ وزنی)، با دو روش کاربرد (مخلوط با خاک و ریشه و روش مخلوط با خاک) در سه تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که تمام تیمارها و به‌خصوص اثرات متقابل آنها اثرات مثبت و معنی‌دار بر صفات اندازه‌گیری شده شامل: صفات مورفولوژیک (تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد خشک اندام‌هوایی) راندمان آب مصرفی و صفات بیوشیمیایی میزان و عملکرد اسانس در زمان گلدهی بودند. هر دو پلیمر با کاهش شدت تنش خشکی راندمان آب‌مصرفی را بهبود بخشیدند. برگ‌پنیرک (0/1 درصد و 0/2 درصد) با روش کاربرد در خاک و ریشه تعداد و سطح برگ و در غلظت 0/3 درصد عملکرد خشک اندام‌هوایی، راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس را افزایش داد. تیمار استاکوزورب (0/2 درصد) عملکرد خشک اندام‌هوایی و راندمان آب‌مصرفی را با هر دو روش استفاده (کاربرد در خاک و کاربرد در خاک و ریشه) و با همین غلظت و روش کاربرد در خاک تعداد و سطح برگ را افزایش داد. صفات عملکرد اسانس و میزان اسانس با روش کاربرد استاکوزورب در خاک و ریشه، به ترتیب در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/3 درصد افزایش یافتند.

واژه‌های کلیدی: استاکوزورب، پلیمر آبدوست، راندمان آب مصرفی، گیاهان دارویی، موسیلاژ

مقدمه

گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد مؤثره و اولیه در ساخت بسیاری از داروها بشمار می‌روند (13). ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم متعلق به تیره نعناع (Lamiaceae) است که به‌عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد (14). مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه خاصیت ضد قارچی و ضدباکتریایی داشته، اشتهاآور است و برای معالجه نفخ شکم و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود و نیز کاربرد وسیعی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی- بهداشتی دارد (13). ترکیبات عمده (متیل کاویکول[5]، لینالول[6]، کامفور[7]، ژرانیول[8] و سینئول[9]) و مقدار اسانس ریحان (بین 0/5 تا 1/5 درصد) با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت می‌باشد (14). این گیاه در طول فصل رشد به آبیاری فراوان احتیاج دارد (14). با توجه به قرار گرفتن کشور ایران در نواحی خشک و نیمه خشک جهان (19)، نزولات جوی اندک و پراکنده در اکثر مناطق و عدم تامین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی (6) و قرار گرفتن در معرض تنش خشکی، اتخاذ تدابیری مانند بهبود کارایی مصرف، استفاده بهینه از منابع آب و راهکارهای مقابله با تنش و کمبود آب در اولویت تحقیقاتی قرار دارد. از جمله راهکارهای افزایش راندمان آبیاری در

1، 2 و 3- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: s.beigi61@gmail.com)
4- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

5 - Methyl chavicol
6 - Linalool
7 - Camphor
8 - Geraniol
9 - Cineole

پروژه‌های مختلف بخش کشاورزی (به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک) استفاده و بهره‌گیری متناسب از مواد جاذب‌الرطوبت می‌باشد (17). پلیمرهای سوپرجاذب ترکیبات آلی از پلی‌آکریلات پتاسیم و کوپلیمرهای پلی‌آکریل‌آمید بوده و به‌صورت مصنوعی تولید می‌شوند (16). این مواد بی‌بو، بی‌رنگ و بدون خاصیت آلایندگی خاک، آب و بافت گیاه هستند (16 و 17). این شبکه‌های هیدروفیلی مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبدار را جذب کرده و در خود نگه می‌دارند. لذا به عنوان یک ماده افزودنی به خاک در کشاورزی استفاده شده و با اصلاح محیط ریشه گیاه و افزایش نگه‌داشت آب در محیط رشد گیاه و امکان افزایش دور آبیاری، در نهایت با کاهش تنش ناشی از خشکی سبب بهبود رشد گیاه می‌شوند (1 و 2). موسیلاژها از بهترین منابع هیدروکلوئیدهای پلی‌ساکاریدی گیاهی بوده، با سایر هیدروکلوئیدها با منشا گیاهی (نشاسته، قندها و پروتئین‌ها) سازگاری داشته و عموماً شامل کربوهیدرات‌هایی نظیر: آرابینوز[1]، زایلوز[2]، اورنیک اسید[3] به همراه سلولز و سایر پلی‌ساکاریدهای محلول در آب می‌باشند (11). موسیلاژها با کاهش پتانسیل آب در حد فاصل خاک و ریشه گیاه باعث کاهش نیاز به آب زیاد در گیاه می‌شوند (4). تا کنون تحقیقات اندکی در مورد تأثیر تنش خشکی بر گیاهان دارویی و نیز کاربرد و تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب بر گیاهان یکساله حساس، سبزیجات آبدوست و عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاهان دارویی انجام شده است. توحیدی مقدم و همکاران اظهار داشتند در شش ژنوتیپ مختلف کلزا تحت تنش خشکی با کاربرد پلیمر سوپرجاذب اثرات مخرب کمبود آب (کاهش فتوسنتز و محتوای کلروفیل) و نیز نیاز آبی کاهش و عملکرد افزایش یافت (20). تأثیر سوپرجاذب200آ (6 گرم در کیلوگرم) برای گیاهان برگ نو حفظ آب را 33درصد نسبت به شاهد افزایش داد (1). با کاربرد پلیمر 1% آکوازورب برای نشاء سه گونه آتریپلکس، کاج و سپیدار، میزان و دور آبیاری کاهش و بقاء نشاها را در هر سه گونه افزایش یافت (18). تنش کم آبی 25 درصد و 50درصد ظرفیت زارعی به ترتیب در دو گیاه دارویی بادرشبی و بابونه باعث کاهش عملکرد پیکر رویشی عملکرد اسانس و عملکرد گل گردید که استفاده از کود دامی باعث باعث افزایش عمکلرد شد (3 و 15). طبق گزارش عابدی کوپایی و اسد کاظمی پلیمر سوپرجاذب 200آ علاوه بر کاهش تعداد دفعات آبیاری به‌خصوص در خاکهای سبک، بر شاخص‌های رشد یک گونه درختچه زینتی (سرو نقره‌ای) اثرات مثبتی داشت (5). مصرف زئولیت در شرایط تنش خشکی عملکرد خشک و درصد اسانس گیاه بادرشبی را افزایش داد (8). اثر متقابل بیوسولفور، نیتروکسین و سوپرجاذب باعث افزایش عملکرد در گیاه ریحان گردید (19).

1 - Arabinose
2 - Xylose
3 - Uronic acid

با توجه به اهمیت آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی و اسانس گیاه ریحان هدف از این مطالعه بررسی تاثیر سوپرجاذب استاکوزورب و موسیلاژ برگ پنیرک بر راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس ریحان اصلاح شده بود؛ تا بتوان ضمن گام برداشتن به‌سمت کشاورزی پایدار، با کاهش هزینه‌های تولید محصولات کشاورزی، به حفظ محیط زیست نیز کمک کرد.

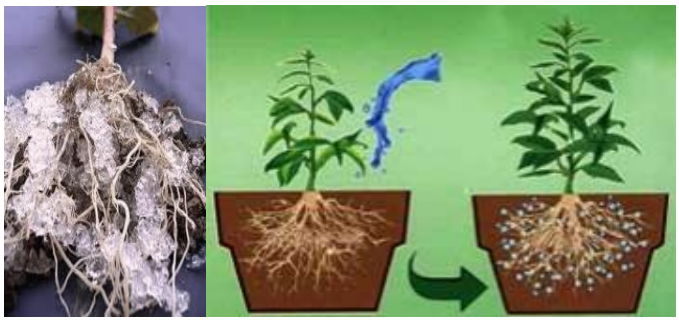
مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، به‌صورت گلدانی در سال 92-1391، بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد و تأثیر دو پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب[4] (صنعتی) و موسیلاژ برگ گیاه پنیرک[5] پنیرک[5] (گیاهی) هر کدام در چهار سطح: صفر (شاهد)، 0/1 درصد، 0/2 درصد و 0/3 درصد (وزنی/ وزنی) (به ترتیب صفر، 7 گرم، 14 گرم و 21 گرم در 7 کیلوگرم خاک هر گلدان)، با دو روش کاربرد: مخلوط کردن پلیمرها با خاک و ریشهٔ گیاه و مخلوط کردن پلیمرها فقط با خاک (شکل 1) بر روی بعضی خصوصیات مورفولوژیکی (تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد خشک اندام هوایی)، راندمان آب مصرفی و دو خصوصیت مهم بیوشیمیایی درصد و عملکرد اسانس در مرحله گلدهی ریحان مورد بررسی قرار گرفتند.

ابتدا بذور ریحان اصلاح شده رقم keshkeni luvelou در خرداد ماه در زمین کشت شد و گیاهان در مرحله چهار برگی داخل گلدان‌ها نشاء گردیدند (5 بوته به‌عنوان مشاهده در هر گلدان). پلیمرها بعد از توزین بر اساس غلظت‌های تعیین شده با آب مخلوط شدند و هیدروژل تهیه گردید. بعد از استقرار نشاها، آبیاری تمامی تیمارها بعد از رسیدن بیشترین غلظت (0/3 درصد) به نقطه پژمردگی با یک میزان آب مشخص برای تمامی تیمارها انجام شد. درنتیجه در این حالت علاوه بر تیمار مذکور تیمارهایی که سطوح کمتری (صفر، 0/1 درصد ، 0/2 درصد) از پلیمرها را دارا بودند زودتر به نقطه پژمردگی رسیده و در معرض تنش کم‌آبی قرار گرفته بودند. هدف از این کار مشخص شدن بهترین راندمان آب مصرفی با توجه به تیمارهای مورد استفاده بود.

به منظور اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، بوته‌ها در زمان گلدهی برداشت شدند و تعداد برگ، سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Delta T) اندازه‌گیری گردید. راندمان آب مصرفی با توجه به وزن خشک (گرم) بوته‌های هر گلدان و میزان آب مصرف شده جهت آبیاری آنها تا زمان برداشت (زمان گلدهی) از فرمول مذکور محاسبه گردید (2).

4 - Stockosorb
5 - *Malva sylvestris*



شکل1- روش های استفاده از پلیمرهای آبدوست (استاکوزورب و برگ پنیرک)
Figure1- Methods of using hydrophilic polymers
الف. مخلوط کردن با خاک ب. مخلوط کردن با ریشه
a. Mixed with soil b. Mixed with root

میـزان آب مصـرفی/ وزن مـاده خشـک (gr) = رانـدمان آب مصرفی

جهت اندازه‌گیری بازده اسـانس (بـه روش حجمـی)، 30 گـرم از سرشاخه‌های هر نمونه، پس از خشک شدن کامل در سایه و در دمای معمولی اتاق به‌مدت 5 روز، جهت استخراج اسـانس توسـط دسـتگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب بمدت 4 ساعت در یک مرحلـه مـورد استفاده قرار گرفت. عملکرد اسانس از حاصل ضرب محتوای اسـانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شده و بر اساس میلی‌لیتر در تک بوته مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفـت. تجزیـه واریـانس داده‌های حاصل از آزمایش با اسـتفاده از نـرم افـزار آمـاری JMP8، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حـداقل تفـاوت معنـی‌دار (LSD) و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج

تعداد برگ

اثر ساده و متقابل تمام تیمارها برای صفت تعداد برگ در ریحان در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بـود (جـدول 1). نتـایج حاصـل از بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول 3) نشان داد که بیشترین تعداد برگ (149/89 در بوته) بواسطه اثر متقابل سـه فـاکتور اسـتاکوزروب 0/3 درصد بکار رفته در خاک بدست آمد که بـا اثـر متقابـل سـه فـاکتور استاکوزروب 0/2درصد بکار رفته در خاک تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد برگ (69/18 در بوته) مربوط به تیمار شاهد بود. طبق نتایج بدست آمده (جدول 3) برگ پنیرک در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/1 درصد روش کاربرد در خاک و ریشه نیز تأثیر مطلوبی بـر تعـداد برگ داشت.

سطح برگ

بر اساس جدول تجزیه واریانس (1) اثر ساده تیمارهای نوع ماده و روش کاربرد آن‌ها، تفاوت معنی‌داری بر صفت سطح بـرگ نشـان نداد ولی اثر ساده تیمار غلظت و اثرات متقابل تمامی تیمارها، بجز اثر متقابل روش کاربرد و غلظت‌های مختلـف، بـر صـفت سـطح بـرگ اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال 1 درصد نشـان دادنـد. طبـق مقایسه میانگین داده‌ها (جـدول 3) بیشـترین سـطح بـرگ (328/12 سانتی‌متر مربع) مربوط به اثر متقابل سه فـاکتور بـرگ پنیـرک 0/1 درصد بکار رفته در خاک و ریشه بود که با اثـر متقابـل سـه فـاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفته در خاک تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین سطح برگ (98/02 سانتی‌متر مربع) نیز مربوط به تیمار شاهد بود.

عملکرد ماده خشک اندام هوایی

در مورد عملکرد خشک اندام هوایی با توجـه بـه جـدول تجزیـه واریانس (1)، در اثر ساده تیمارهای روش کاربرد و نوع پلیمر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و اثر ساده غلظت‌های مختلف و اثر متقابـل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شـدند. بـا توجـه بـه جدول مقایسه میانگین (جدول 3)، بیشـترین عملکـرد خشـک انـدام هوایی (4/90 گرم در بوته) مربوط بـه اثرمتقابـل سـه فـاکتور بـرگ پنیرک 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه بود که با اثرمتقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفتـه در خـاک و ریشـه تفـاوت معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین عملکـرد خشـک انـدام هـوایی (1/98 گرم در بوته) متعلق به شاهد بود. با اسـتفاده از هـر دو پلیمـر آبدوست استاکوزورب و برگ پنیرک، بعلت فـراهم شـدن آب در حـد مطلوب، عملکرد خشک اندام هوایی افزایش یافت.

جدول1- تجزیه واریانس تیمارها بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان

Table 1- Analysis of variance treatments on some morphological characteristics, water use efficiency and basil essential oil

منابع تغییر Treatments	درجه آزادی DF	عملکرد اسانس essential oil yield	میزان اسانس essential oil content	راندمان آب مصرفی water use efficiency	عملکردخشک اندام هوایی Dry matter	سطح برگ leaf area	تعداد برگ Leaf number
تکرار (Replication)	2	0.0006 ns	0.002 ns	0.006 ns	0.13 ns	12.51 ns	288.26 **
روش کاربرد (Application methods)	1	0.007 **	0.033**	0.014 *	0.60 ns	926.03 ns	893.29 **
نوع پلیمر (Polymers)	1	0.0006 ns	0.005**	0.017 **	0.40 ns	338.94 ns	756.92 **
غلظت (Concentration)	3	0.015 **	0.079**	0.169 **	11.69**	67978.44 **	6338.80**
روش کاربرد x غلظت (Application methods×Concentration)	3	0.008 **	0.017**	0.013 **	0.26 ns	924.57 **	2182.68**
نوع پلیمر x غلظت (Polymers×Concentration)	3	0.001*	0.006**	0.013 **	1.61 **	4578.72 ns	508.98 **
روش کاربرد x نوع پلیمر (Application methods×Polymers)	1	5.77 ns	0.073**	0.025 **	5.04 **	26234.70**	8213.97 **
روش کاربرد x نوع پلیمر x غلظت (Application methods×Polymers× Concentration)	3	0.002 **	0.018**	0.015 **	1.93**	3421.29**	1286.06 **
خطا (Error)	30	0.0003	0.0008	0.002	0.40	688.53	78.39

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال p‹0/05 و p‹0/01

ns, **، * ،no significant and significant at the probability of p‹%5 and p‹%1 Respectively

راندمان آب مصرفی

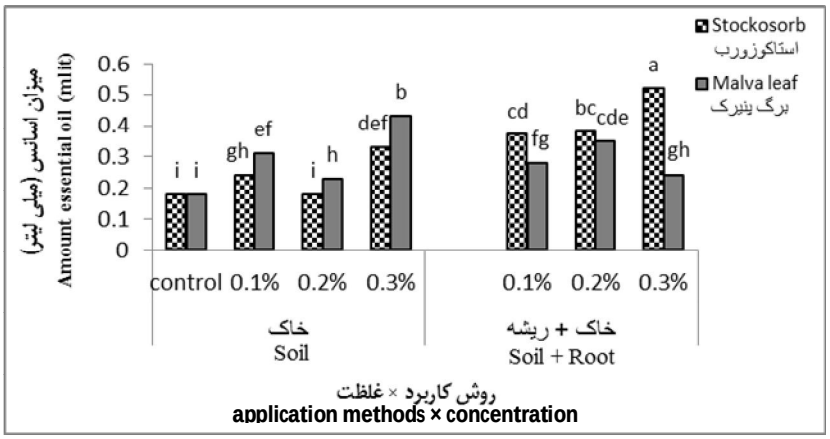
طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (1)، اثر ساده تیمار روش کاربرد در سطح احتمال 5% و نیز اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها بر صفت راندمان آب مصرفی نیز در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شدند. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول 3) تمامی تیمارها از نظر راندمان آب مصرفی نسبت به شاهد برتری (تقریبا 30 درصد) داشتند. بیشترین راندمان آب مصرفی (60 درصد) در اثر متقابل سه فاکتور استاکوزروب 0/2 درصد بکار رفته در خاک بدست آمد با اثر متقابل سه فاکتور برگ پنیرک 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه (59 درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین راندمان آب مصرفی متعلق به تیمار شاهد (26 درصد) بود. این نتایج با نتایج بدست آمده با عملکرد ماده خشک اندام هوایی مطابقت داشت. نتایج نشان داد (جدول 3) که برگ پنیرک با روش کاربرد در خاک و ریشه نسبت به روش کاربرد آن در خاک، در افزایش راندمان آب مصرفی مؤثرتر (10 درصد) بود؛ که احتمالاً این نتیجه به‌علت در دسترس بودن آب در اختیار گیاه از اوایل انتقال نشا به گلدان در نتیجه نگهداری بهتر آب در منطقه ریشه و کمک به جذب آب توسط گیاه بود ولی برای پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب، روش کاربرد تأثیر چشمگیری در افزایش راندمان آب مصرفی نداشت.

میزان اسانس

با توجه به جدول تجزیه واریانس (1) تأثیر ساده تیمار نوع پلیمر در سطح احتمال 5 درصد و اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد در صفت میزان اسانس معنی‌دار شدند. بیشترین میزان اسانس (0/52 میلی‌لیتر) در اثر متقابل سه فاکتور استاکوزورب 0/3 درصد بکار رفته در خاک و ریشه و کمترین میزان اسانس (0/18 میلی‌لیتر) مربوط به شاهد بود (شکل 2). با توجه به نتایج (شکل 2) با افزایش غلظت پلیمرها (0/3 درصد) (برگ پنیرک با روش کاربرد در خاک و استاکوزورب با روش کاربرد در خاک و ریشه) میزان اسانس افزایش یافت. نتایج این پژوهش بیانگر این حقیقت می باشد که تیمارهای اعمال شده موفق شدند با کنترل روابط آبی بین خاک و گیاه در افزایش میزان اسانس مثمرثمر واقع شوند.

عملکرد اسانس

طبق جدول تجزیه واریانس (1)، اثر ساده تیمار نوع پلیمر و اثر متقابل نوع پلیمر و روش کاربرد برای صفت عملکرد اسانس معنی‌دار نشد.



شکل2- اثر متقابل پلیمرها × روش کاربرد × غلظت بر میزان اسانس ریحان برحسب میلی لیتر

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (p‹0/01) نمی باشند.

Figure 2- The interaction effect of polymers× application methods × concentrations on amount of basil essential oil (mlit).

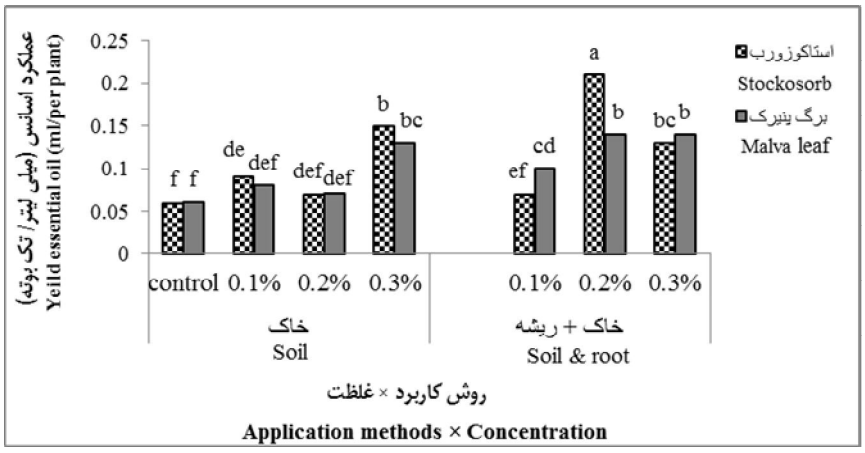
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

اثرات متقابل تیمار نوع پلیمر و غلظت در سطح احتمال 5 درصد و اثر ساده و متقابل سایر تیمارها در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار شدند. نتایج نشان می دهد که تمامی تیمارها به علت فراهم کردن آب برای گیاه و در نتیجه رشد بهتر گیاه عملکرد اسانس را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین عملکرد اسانس (21 درصد) متعلق به اثر متقابل سه فاکتور استاکوزورب 0/2 درصد بکار رفته در خاک و ریشه و کمترین عملکرد اسانس (6 درصد) مربوط به شاهد بود (شکل 3).

یک پلیمر آبدوست گیاهی و نگه‌دارنده آب (بعلت دارا بودن موسیلاژ) جهت مهیا نمودن آب برای گیاه در شرایط کم‌آبی مفید بود، بصورتیکه نتایج مربوط به کاربرد این مواد بر روی خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان، نسبت به شاهد برتری داشت. با توجه به نتایج بدست آمده از اعمال تیمارهای مختلف بر گیاه ریحان، چنین استنباط می‌شود که برگ‌پنیرک با روش استفاده در خاک و ریشه در غلظت‌های کمتر (0/1 درصد و 0/2 درصد) تعداد و سطح برگ و در غلظت بیشتر (0/3 درصد) عملکرد خشک اندام-هوایی، راندمان آب مصرفی، میزان و عملکرد اسانس را افزایش داد.

بحث

استفاده از پلیمرسوپرجاذب استاکوزورب و برگ پنیرک به‌عنوان



شکل 3- اثر متقابل پلیمرها × روش کاربرد × غلظت بر عملکرد اسانس ریحان.

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار (p<0/01) نمی باشند.

Figure 3- The interaction effect of polymers×application methods×concentrations on amount of yield essential oil of basil.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01)

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر برخی صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی ریحان اصلاح شده

Table 2- Mean comparison the single effects of treatments on some morphological and biochemical characteristic of basil

تیمارها Treatments	راندمان آب مصرفی Water use efficiency (gr/lit)	عملکرد خشک اندام هوایی Dry matter (gr)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	تعداد برگ Leaf number (In plant)
روش (Method)				
خاک (Soil)	0.39 b	3.27 a	209.55 a	104.51 a
خاک + ریشه (Soil + Root)	0.43 a	3.49 a	200.76 b	95.88 b
پلیمرها (Polymers)				
استاکوزورب (Stockosorb)	0.43 a	3.29 a	202.50 a	104.17 a
برگ پنیرک (Malva leaf)	0.39 b	3.47 a	207.81 a	96.22 b
غلظت (Concentration)				
شاهد (0) (Control)	0.26 c	1.98 c	98.02 c	69.18 d
0.1%	0.38 b	3.54 b	254.61 a	98.51 c
0.2%	0.52 a	4.29 a	260.52 a	123.07 a
0.3%	0.49 a	3.71 b	207.48 b	110.02 b

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال p‹0/05 تفاوت معنی داری با هم ندارند.

No significant difference statistically at the probability p‹ %5 (LSD test) in the treatment with at least one letter common

در تیمار استاکوزورب عملکرد خشک اندام‌هوایی و راندمان آب مصرفی با هر دو روش استفاده (کاربرد در خاک و کاربرد در خاک و ریشه) در غلظت متوسط (0/2 درصد) افزایش یافت. هم‌چنین استاکوزورب بهترین نتایج را بر روی تعداد و سطح برگ در غلظت 0/2 درصد و کاربرد در خاک دارا بود و صفات عملکرد اسانس و میزان اسانس با روش کاربرد استاکوزورب در خاک و ریشه، به ترتیب در غلظت‌های 0/2 درصد و 0/3 درصد افزایش یافتند.

پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند توسط جذب آب حاصل از آبیاری و بارندگی، از فرونشت عمقی آب جلوگیری کرده و با کاهش دور آبیاری و کاهش میزان آب مصرفی، کارایی آب مصرفی را افزایش دهند (21 و 22). پلیمرهای بکار رفته در این تحقیق (استاکوزورب و برگ پنیرک) از طریق ذخیره و در دسترس قرار دادن آب در محیط رشد گیاه و بهبود راندمان آب مصرفی (30 درصد) و با کاهش اثرات تنش خشکی، مانع از کاهش رشد سلول‌ها و درنتیجه کاهش سطح برگ در بوته‌های 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. محققان دیگری نیز تأثیر مثبت استفاده از سوپرجاذب‌ها بر افزایش راندمان آبیاری (10 و 20)، جلوگیری از کاهش تعداد و سطح برگ و افزایش عملکرد وزن خشک و عملکرد بیولوژیک گیاهان را در شرایط تنش خشکی گیاهان ثابت نمودند (5، 7، 9، 15 و 17) در شرایط تنش شدید عملکرد و میزان اسانس هر دو کاهش می یابند. با توجه به نتایج تحقیقات سایر پژوهشگران (6 و 12) تنش در حد متوسط باعث افزایش میزان اسانس در برخی گیاهان دارویی می شود، نه در حدی که تمام فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را تحت تأثیر قرار داده، رشد گیاه کم شده و عدم گلدهی بوتهٔ تحت تنش شدید، باعث کاهش میزان اسانس گیاه شود. هم‌چنین کاهش عملکرد اسانس، که تابعی از درصد اسانس و عملکرد گیاه است، ممکن است ناشی از آثار زیانبار تنش آبی بر رشد و پیکر رویشی گیاه در نتیجه کاهش رطوبت خاک باشد. بنابراین وجود ترکیباتی که آب را در شرایط کم‌آبی در اختیار گیاه قرار می‌دهد؛ با ممانعت از کاهش زیاد رشد رویشی و تأثیر نامطلوب آن به‌خصوص بر گیاهان دارویی که اندام هوایی آنها جهت اسانس‌گیری استفاده می‌شود بسیار کارآمد و مفید می‌باشند. افزایش عملکرد و میزان اسانس در نتیجه استفاده از پلیمرهای آبدوست بکار رفته در این تحقیق با نتایج سایر محققان (3، 8 و 15) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، نتایج مطلوبی با استفاده از کاربرد پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب و برگ پنیرک بر خصوصیات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس گیاه ریحان بدست آمد. با توجه به اینکه در کشت گیاهان دارویی فراهم آوردن شرایطی که باعث افزایش عملکرد محصول و کمیت اسانس بطور همزمان باشد؛ حائز اهمیت است. بنابراین با توجه به نتایج، بهترین روش استفاده از برگ پنیرک و استاکوزورب با غلظت‌های بیشتر (0/3 درصد وزنی) و روش کاربرد در خاک یا استفاده از هر دو پلیمر با روش کاربرد در خاک و ریشه با غلظت متوسط (0/2 درصد) می‌باشد؛ تا شرایط مطلوب جهت بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و افزایش عملکرد و میزان اسانس در شرایط کم‌آبی بصورت همزمان حاصل گردد.

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر برخی صفات مورفولوژیکی، راندمان آب مصرفی و اسانس ریحان

Table 3- Mean comparison the interaction effects of treatments on some morphological characteristic, water use efficiency and essential oil of basil

تیمارها Treatments	عملکرد اسانس Essential oil yield (ml/plant)	میزان اسانس Essential oil content	راندمان آب مصرفی Water use efficiency (gr/lit)	عملکرد خشک اندام هوایی Dry matter (gr)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	تعداد برگ Leaf number (In plant)
روش کاربرد × غلظت (Application methods × Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 d	0.18 d	0.26 d	1.98 c	98.02 d	69.18 e
خاک × 0/1 درصد (Soil × 0.1%)	0.08 c	0.27 c	0.34 c	3.52 b	248.99 a	98.27 c
خاک × 0/2 درصد (Soil × 0.2%)	0.07 cd	0.20 d	0.54 a	3.97 ab	274.07 a	116.54 b
خاک × 0/3 درصد (Soil × 0.3%)	0.14 b	0.38 a	0.44 b	3.61 b	217.12 bc	134.05 a
خاک+ ریشه × 0/1 درصد (Soil + Root× 0.1%)	0.08 c	0.32 b	0.42 b	3.57 b	260.24 a	98.56 c
خاک+ ریشه × 0/2 درصد (Soil + Root× 0.2%)	0.18 a	0.36 a	0.50 a	4.62 a	246.96 ab	129.61 a
خاک+ ریشه × 0/3 درصد (Soil + Root× 0.3%)	0.13 b	0.38 a	0.54 a	3.81 b	197.84 c	85.99 d
نوع پلیمر × غلظت (Polymers×Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 d	0.18 d	0.26 d	1.98 d	98.02 d	69.18 e
استاکوزورب × 0/1 درصد (Stockosorb× 0.1%)	0.08 c	0.30 bc	0.37 c	3.08 c	226.94 bc	97.14 d
استاکوزورب × 0/2 درصد (Stockosorb× 0.2%)	0.14 a	0.28 c	0.58 a	4.67 ab	280.48 a	136.15 a
استاکوزورب × 0/3 درصد (Stockosorb× 0.3%)	0.14 a	0.42 a	0.52 b	3.43 bc	204.75 c	114.20 b
برگ پنیرک × 0/1 درصد (Malva leaf × 0.1%)	0.09 bc	0.30 c	0.39 c	4.01 bc	282.29 a	99.88 cd
برگ پنیرک × 0/2 درصد (Malva leaf × 0.2%)	0.11 b	0.29 c	0.46 b	3.92 b	240.56 b	109.99 bc
برگ پنیرک × 0/3 درصد (Malva leaf × 0.3%)	0.13 a	0.33 b	0.46 b	3.99 ab	210.39 bc	105.85 bcd
نوع پلیمر × روش کاربرد (Application methods × Polymers)						
خاک × استاکوزروب (Stockosorb× Soil)	0.09 b	0.23 d	0.44 a	3.57 a	230.27 a	121.56 a
خاک + ریشه × استاکوزروب (Stockosorb× Soil+root)	0.11 a	0.36 a	0.43 a	3.01 b	174.73 b	86.77 c
خاک × برگ پنیرک (Malva leaf ×0.3%)	0.08 b	0.29 b	0.35 b	2.97 b	188.83 b	87.46 c
خاک + ریشه × برگ پنیرک (Malva leaf ×Soil+root)	0.11 a	0.26 c	0.43 a	3.98 a	226.80 a	104.99 b
نوع پلیمر × روش کاربرد × غلظت (Application methods×Polymers× Concentration)						
شاهد (Control)	0.06 f	0.18 i	0.26 g	1.98 g	98.02 e	69.18 f
خاک × استاکوزروب×0/1 درصد (Stockosorb× Soil×0.1%)	0.09 de	0.24 gh	0.35 f	3.71 bcde	261.51 b	121.89 c
خاک × استاکوزروب×0/2 درصد (Stockosorb× Soil× 0.2%)	0.07 def	0.18 i	0.60 a	4.45 abc	319.22 a	145.30 ab
خاک× استاکوزروب×0/3 درصد (Stockosorb× Soil ×0.3%)	0.15 b	0.33 def	0.54 abc	4.15 abcd	242.34 b	149.89 a
خاک+ ریشه × استاکوزروب × 0/1درصد (Stockosorb× Soil + root × 0.1%)	0.21 a	0.38 bc	0.57 ab	4.89 a	241.74 b	127.00 c
خاک+ ریشه × استاکوزروب × 0/2 درصد (Stockosorb× Soil + root × 0.2%)	0.07 ef	0.37 cd	0.39 ef	2.45 fg	192.36 cd	72.40 f
خاک+ ریشه × استاکوزروب × 0/3 درصد (Stockosorb× Soil + root × 0.3%)	0.13 bc	0.52 a	0.50 bcd	2.72 efg	166.80 d	78.51 ef
خاک × برگ پنیرک ×0/1 درصد (Malva leaf × Soil×0.1%)	0.08 def	0.31 ef	0.34 fg	3.33 def	236.47 b	74.66 ef
خاک × برگ پنیرک ×0/2 درصد (Malva leaf × Soil×0.2%)	0.07 def	0.23 h	0.48 cd	3.49 cdef	228.93 bc	87.77 de
خاک × برگ پنیرک ×0/3 درصد (Malva leaf × Soil×0.3%)	0.13 bc	0.43 b	0.33 fg	3.07 ef	191.89 cd	118.22 c
خاک+ ریشه × برگ پنیرک × 0/1 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.1%)	0.10 cd	0.28 fg	0.45 de	4.70 ab	328.12 a	125.10 c
خاک+ ریشه × برگ پنیرک × 0/2 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.2%)	0.14 b	0.35 cde	0.44 de	4.35 abcd	252.18 b	132.22 bc
خاک+ ریشه × برگ پنیرک × 0/3 درصد (Malva leaf × Soil + root × 0.3%)	0.14 b	0.24 gh	0.59 a	4.90 a	228.89 bc	93.48 d

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال $p<0/05$ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

No significant difference statistically at the probability p< %5 (LSD test) in the treatment with at least one letter common

در پایان نتایج نشان داد که ترکیبات طبیعی می‌توانند جـایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی باشند، هرچند انتخاب هر یک از این دو پلیمر برای استفاده با در نظر گرفتن خصوصیات آن‌ها مانند مـدت ماندگاری و امکان استفاده مجدد از آن‌ها، تجزیه‌پذیری، در دسـترس بودن و ارزان بودن آن‌ها بستگی دارد.

منابع

1- Abedi Koupai J., Sohrab F. and Swarbrick G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics, Journal Plant Nutrition, 31: 317-331.
2- Abedi Koupai J. and Mesforoush M. 2009. Evaluation of superabsorbent polymer application on yield, water and fertilizer use efficiency in cucumber (*Cucumis sativus* L.), Journal of lrrigation and drainage, 3 (2): 100-111. (in Persian with English abstract)
3- Arazmjo E., Heidari M. and Ghanbar A. 2010. Effect of water stress and type of fertilizer on yield and quality of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (2): 100-111. (in Persian with English abstract)
4- Carminati A. and Moradi A. 2010. How the soil-root interface affects water availability to plants, Geophysical Research Abstracts, 12: 10677.
5- Fazeli Rostampour M., Saghe-Eslami M. j. and Mousavi Gh. R. 2011. Effect of drought stress and superabsorbent on relative water content and leaf chlorophyll index and its relationship with grain yield in corn, Journal of Crop Physiology, Islamic Azad University, 2 (1): 19-31. (in Persian)
6- Farzane A., Ghani A. and Azizi M. 2010. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Plant Production, 17 (1): 103-111. (in Persian with English abstract)
7- Ghasemi M. and khoshkhoo M. 2008. Effects of superabsorbent polymer on irrigation interval and growth and development of chrysanthemum (*Dendranthema* × *grandiflorum* kitam syn. *Chrysanthemum morifolium* ramat.), Journal of Horticultural Science and Technology, 8 (2): 65-82. (in Persian)
8- Gholizadeh A., Esfahani M. and Azizi M. 2007. The study on the effect of different levels of zeolit and water stress on charactristics and quality of moldavian balm, Pajouhesh & Sazandegi, 73, 96-102. (in Persian with English abstract)
9- Khadem A., Ramrodi M., Galavi M. and Roosta M. j. 2013. The effect of water stress and application of animal manure and superabsorbent polymer on corn yield and yield components (*Zea mays* L.), Journal of Field Crop Science, 42 (1): 115-123. (in Persian)
10- Karimi A. and Naderi M. 2007. Yield and water use efficiency of forage corn as influenced by superabsorbent polymer Application in soils with different textures, Journal of Agriculcural Research, 7(3): 187-198.
11- Linberg B., Moshihuzzaman M., Nahar N., Abeysekera R.M., Borwn R.G. and Willison J. H. M. 1990. An unusual (4-0-methyl –d-glucurono) –d-xylan isolated from the mucilage of seeds of the quince tree (*Cydonia oblonga* L.), Carbohydrate Research, 207 (2): 307-310.
12- Omid Baigi R., Hassani A. and Sefidkon F. 2003. Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) at different irrigation regimes, Journal of Essential Oil and Bearing Plants, 6(1): 104- 108.
13- Omid Baigi R. 2005. Production and processing of medicinal plants (Vol. 1). Behnashr Publications, pp 347 (in Persian).
14- Omid Baigi, R. 2006. Production and processing of medicinal plants (Vol. 3). Behnashr Publications, pp 397 (in Persian).
15- Rahbarian P., Afsharmanesh Gg. R. and Shirzadi M. H. 2010. Effect of deficit irrigation and manure application on dry matter yield and essential oil vegetative organs (*Dracocephalum moldavica* L.) in Jiroft, Journal of Sciences, Islamic Azad University, Tabriz Branch, 3(12): 55-64. (in Persian)
16- Rahmani M., Habibi D., Shirani Rad A. M., Daneshian G., Valadabady S. A., Mashhadi Akbar boojar M. and Khalatbary A. M. 2009. Effect of different concentrations of superabsorbent polymer on yield and activity of antioxidant enzymes in medicinal plant of mustard (*Sinapis alba* L.) in drought stress conditions, Journal Environ Stress Plant Science, 1 (1): 38-23. (in Persian)
17- Razban M. and Pirzad A. R. 2011. Evaluation of the effect of various amounts of superabsorbent under different irrigation regimes on growth and water deficit tolerance of german chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) as a second crop, Journal Sustainable Agricultural Production Science, 21 (4): 137-123. (in Persian with English abstract)
18- Poormeidany A. and Khakdaman H. 2006. Study of Aquasorb polymer application on irrigation of Pinus eldarica, Olea europea and Atriplex canescens seedlings, Iranian Journal of Forest and Investigation poplar, 13(1): 79-92.

19- Shah Hosseini R., Omid-Beygi R. and Kayani D. 2012. Effect of biofertilizers of biosulphur and nitroxin and superabsorbent polymer on growth yield and essential oil quantity of Basil medicinal plant, Journal Horticultural Science, 26 (3): 254-246. (in Persian)
20- Sheikh Moradi F., Arji E., Esmaili A. and Abdosi V. 2011. Effect of irrigation interval and superabsorbent polymers on some quality characteristics lawn sports, Journal Horticultural Science, 25 (2): 170-177. (in Persian)
21- 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.
22- 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.