تاثیر پلیمر سوپرجاذب تحت تنش خشکی
بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.)

مجید عزیزی؛ سمیه بیکی؛ زینب صفایی؛ میثم منصوری

دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhs.2021.59445.0

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده کشت گیاهان است که باعث کاهش عملکرد در محصولاتی می‌شود که به‌صورت دائم یا دوره‌ای در معرض آن قرار می‌گیرند. یکی از راهکارهای افزایش بازده آبیاری و استفاده بهینه از بارندگی در مناطق خشک و نیمه‌خشک استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است. در این تحقیق تاثیر سطوح مختلف پلیمر استاکوزورب (۰ g/m^2، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰) و دور آبیاری (۶ و ۱۰ روز)، بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی، در ۳ تکرار، بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی (سطح برگ، وزن و عملکرد خشک ریشه)، بیوشیمیایی (میزان و عملکرد اسانس)، فیزیولوژیکی (نشت الکترولیت، میزان نسبی آب برگ، میزان کلروفیلa ,b) گیاه دارویی سنبل‌الطیب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اثر ساده و متقابل این دو تیمار برتمام صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود. استاکوزورب ۳۰۰g/m^2 با دور آبیاری ۶ روز در مقایسه با سایر تیمارها، منجر به افزایش سطح برگ (۲۰۴/۹۶cm^2)، عملکرد خشک ریشه (۰/۲۳g/m^2)، محتوی نسبی آب برگ (۱۱/۶۵٪)، کلروفیل a (۰/۶۴mg.g^{-1}) و عملکرد اسانس (۳/۱۴ g/m^2) گردید. درحالیکه بیشترین وزن خشک ریشه (۱۸/۳۷g/plant) و درصد اسانس (۰/۶۹v/w٪) در تیمار استاکوزروب ۲۰۰g/m^2 و دور آبیاری ۶ روز بدست آمد. بیشترین نشت الکترولیت (µS $^{-1}$ cm ۸۳/۵۴) و حداکثر میزان کلروفیل b (۰/۲۶mg. g^{-1}) به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و استاکوزورب ۱۰۰g/m^2 با دور آبیاری ۱۰ روز بود. بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از پلیمراستاکوزورب در غلظت ۳۰۰g/m^2 و دور آبیاری ۶ روز جهت کنترل تنش خشکی و بهبود کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سنبل‌الطیب پیشنهاد می‌گردد.

واژه های کلیدی: اسانس، استاکوزورب، عملکرد، میزان کلروفیل، سنبل‌الطیب

مقدمه

گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۱). سنبل الطیب با نام علمی *Valeriana officinalis* L. متعلق به خانواده Valerianaceae است. در بسیاری از تحقیقات مقدار اسانس استخراج شده از ریشه‌ها (براساس وزن خشک ریشه) در گونه‌های مختلف و تحت شرایط اقلیمی مختلف بین ۰/۱ تا ۲٪ گزارش شده است (۹ و ۲۱). این گیاه در طب سنتی برای رفع خستگی، اثرات آرام‌بخشی و همچنین درمان تشنج، دردهای عصبی و عضلانی استفاده شده و در فارماکوپه بسیاری از کشورها مانند آلمان ریشه سنبل‌الطیب برای درمان بی‌قراری و اختلالات خواب پذیرفته شده است (۱۶،۱۷،۳۰). سنبل‌الطیب با میانگین وزن خشک ریشه ۹ گرم (۲۵)، در طول دوره رویش به آب نسبتا زیادی نیاز داشته و رطوبت کافی اطراف ریشه

و ریزوم سبب افزایش عملکرد ریشه می‌گردد. در حالیکه آب ایستایی سبب کاهش عملکرد و کاهش مواد موثره در ریزوم‌ها می‌گردد و ضروری است که از تجمع آب زیاد در اطراف ریشه جلوگیری شود (۳۱). حدود ۹۰ درصد از آب مصرفی در کشور ایران صرف تولیدات کشاورزی می‌شود، با توجه به این نکته که کشور ایران در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان همواره با مشکل کمبود آب روبرو است و درصورتیکه حداقل نیاز آبی گیاه فراهم نشود، گیاه با تنش خشکی مواجه شده و صدمات جبران ناپذیری به محصول وارد می‌آید؛ بنابراین اعمال مدیریت‌های صحیح و حفظ ذخایر رطوبتی اهمیت خاصی پیدا می‌کند. یکی از راهکارهای استفاده از منابع بهینه آب و حفظ آن، استفاده از اصلاح کننده-های مصنوعی به نام پلیمرهای سوپرجاذب[1] است. پلیمرهای سوپرجاذب از جنس هیدروکربن هستند، چندین برابر وزن خود آب جذب کرده و قابلیت نگه‌داری و ذخیره‌سازی آب در خاک را افزایش داده (۱۴) و هنگام تنش خشکی، آب داخل پلیمرها به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد مرطوب می‌ماند. لذا با افزایش نگه‌داشت آب و اصلاح محیط ریشه گیاه و امکان افزایش دور آبیاری، جلوگیری از آبشویی عناصر و کودهای محلول در آب و با کاهش اتلاف آب و هزینه‌های آبیاری و حفظ گیاه از تنش‌ها به رشد مطلوب گیاه کمک می‌نمایند (۲ و ۳). بطورکلی، کارآیی در مصرف آب، تولید مواد خشک و توسعه ریشه، واکنش‌های مثبت گیاه به کاربرد سوپرجاذب‌ها هستند (۳۲ و ۴۱). استاکوزورب کوپلیمر آزاد و مغذی بر پایه پتاسیم می‌باشد (۱۵) که توانایی بالایی در جذب آب و مواد مغذی داشته و قدرت بالای این پلیمر در نگه‌داری و حفظ آب به اثبات رسیده است (۲۷). در همین راستا و در سایر تحقیقات، استفاده از سوپرجاذب باعث افزایش وزن ریشه، ارتفاع و وزن گیاه زنیان شد (۳۵). فاضلی‌رستم پور و همکاران گزارش کردند که استفاده از سوپرجاذب در گیاه ذرت بر شاخص کلروفیل اثرات معنی‌دار، ولی بر محتوی نسبی آب برگ اثر معنی‌داری نداشت (۱۳). اثر متقابل آبیاری (تنش خشکی) و پلیمرهای سوپرجاذب، کاهش عملکرد بیوماس کل، میزان کلروفیل b,a و کلروفیل کل و پرولین در بابونه آلمانی را در شرایط کمبود آب اصلاح نمودند (۳۲). همچنین کاربرد پلیمرهای تراکوتم و پلیمر گیاهی اسفرزه منجر به افزایش سطح برگ و خصوصیات رشدی در شرایط تنش خشکی گردید (۸). در تحقیقی دیگر بر روی گیاه رزماری، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه گردید (۴۸). میزان اسانس آویشن (۳۴) و ریحان (۸) نیز با استفاده از سوپرجاذب (به ترتیب ۰/۵ گرم و ۰/۳٪) افزایش یافت. باتوجه به اهمیت آبیاری در گیاه سنبل‌الطیب و عدم انجام تحقیقات در مورد تأثیر تنش خشکی و تأثیر کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب بر جنبه‌های مختلف عملکرد، بخصوص ریشه و نیز اسانس گیاهان دارویی، هدف از این مطالعه ارزیابی برخی خصوصیات مورفولوژیکی (سطح برگ، وزن و عملکرد خشک ریشه)، خصوصیات بیوشیمیایی (میزان و عملکرد اسانس)، خصوصیات فیزیولوژیکی (نشت الکترولیت، میزان نسبی آب برگ، میزان کلروفیلb, a) گیاه دارویی سنبل‌الطیب تحت تأثیر پلیمرهای استاکوزورب در شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی در کرت‌هایی با ابعاد ۱×۱ مترمربع بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید و تأثیر ۱۰۰g/m^2، ۲۰۰ و ۳۰۰ پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب تحت تاثیر دو دور آبیاری (۶ و۱۰ روز) بر روی برخی صفات گیاه در مرحله گلدهی گیاه سنبل-الطیب مورد بررسی قرار گرفتند. ابتدا بذور سنبل‌الطیب در نیمه دوم تیرماه جهت پرورش نشا در زمین کشت گردیدند. بدلیل نیاز به نور و رطوبت جهت تسریع در جوانه‌زنی بذور، روی بذور حداکثر با ۰/۱cm خاک‌برگ و سطح خزانه با پوشش‌های مناسبی پوشانده شد. سوپرجاذب بعد از توزین بر اساس غلظت‌های تعیین شده (۱۰۰g/m^2، ۲۰۰ و ۳۰۰) با

[1] superabsorbent

خاک کرت‌ها (جدول ۱) مخلوط گردید، سپس گیاهان در مرحله چهاربرگی (اواخر شهریورماه) داخل کرت‌ها نشاء گردیدند (۱۰ بوته بعنوان مشاهده در هرکرت با فواصل ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف). بعد از استقرار نشاها، آبیاری تمامی تیمارها با فواصل شش و ده روز با یک میزان آب مشخص برای تمامی کرت‌ها انجام شد. ریزوم‌ها و ریشه‌ها، سال بعد در فصل پائیز (اواخر مهر) سال بعد جمع‌آوری گردیدند.

جدول۱- آنالیز خاک مورد استفاده در زمین

Table 1- Analysis soil used in the field

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	نیتروژن ٪ N	پتاسیم ٪ K	فسفر ٪P	کربن آلی ٪OC	مواد آلی ٪Om	هدایت الکتریکی (Ds/ms)
Sandy loam	۷/۸	۰/۰۶۴	۰/۰۲۳	۰/۰۰۲	۰/۳۷	۰/۶۴	۱/۲۱

سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل Delta T اندازه گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن و عملکرد ریشه‌های خشک، ریشه‌های گیاه پس از خشک کردن در دمای ۴۰ درجه (۴۵) با استفاده از ترازوی دیجیتال مدل AND GF-3000 با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری گردید. به منظور اندازه گیری میزان کلروفیل a، b، در این آزمایش، روش درِ و همکاران مورد استفاده قرار گرفت (۱۰). در ابتدا ۰/۱ گرم نمونه برگی تازه را در هاون چینی کوبیده و بعد در ۵ میلی‌لیتر حلال متانول ۹۶٪ حل گردید. عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه توسط دستگاه سانتریفیوژ مدلHERMLE Z200A، سانتریفیوژ شده؛ سپس توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CECIL CE2502، میزان جذب را در طول موج‌های ۶۵۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۶۶ نانومتر برای کلروفیل b قرائت شد. عدد بدست آمده از هر طول موج را جهت تعیین غلظت هر کدام از رنگیزه‌ها در فرمول‌های زیر قرار گرفت:

$$C_a = ۱۵/۶۵ (A_{۶۶۶}) - ۷/۳۴۰ (A_{۶۵۳})$$

$$C_b = ۲۷/۰۵ (A_{۶۵۳}) - ۱۱/۲۱ (A_{۶۶۶})$$

فرمول ۱. (Eq. 1)

$$C_t = C_a + C_b$$

جهت تعیین محتوای نسبی آب برگ، از جوانترین برگ بالغ در هر بوته، ۱۰ عدد دیسک برگی تهیه و برای تعیین وزن تر، نمونه‌ها بلافاصله توزین گردیدند (FW). سپس تمام نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و تاریکی در آب مقطر غوطه‌ور گردیده و پس از آن، وزن اشباع آن‌ها اندازه‌گیری شد (TW). سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و بعد وزن خشک آن‌ها تعیین گردید (DW). با استفاده از رابطه زیر، محتوای نسبی آب برگ (RWC) محاسبه گردید (۳۷).

$$RWC (\%) = [(FW-DW)/(TW-DW)]\times 100$$

فرمول ۲. (Eq. 2)

به منظور تعیین پایداری غشا سلول در برگ‌ها، از اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیتی استفاده گردید. به این منظور ۱۰ عدد دیسک برگی از جوانترین برگ بالغ در هر بوته تهیه و بلافاصله دو بار با آب مقطر شستشو داده شد و سپس داخل ظروف درب‌دار پلاستیکی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت هدایت الکتریکی محلول (C_1) اندازه‌گیری شد. پس از آن ظروف حاوی دیسک‌های برگی، در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، بمدت ۱۵ دقیقه

اتوکلاو شده و پس از خنک شدن در دمای اتاق، مجددا هدایت الکتریکی محلول (C_2) اندازه‌گیری شد و میزان نشت الکترولیت از غشا توسط فرمول زیر محاسبه گردید (۲۳).

فرمول ۳. (Eq. 3) نشت الکترولیت از غشا (درصد) = $(C_1/C_2)\times100$

جهت اندازه‌گیری میزان اسانس (به روش حجمی/وزنی)، ۴۵ گرم از ریشه‌های هر نمونه، پس از خشک شدن کامل در دمای ۴۰ درجه، جهت استخراج اسانس توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب بمدت ۴ ساعت در یک مرحله مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد اسانس از حاصلضرب محتوای اسانس گیاهان در وزن خشک مربوطه محاسبه شده و بر اساس میلی‌لیتر در تک‌بوته مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری JMP8، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

جدول ۲- تجزیه واریانس اثرات دور آبیاری (روز) و پلیمر سوپرجاذب بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و اسانس سنبل الطیب

Table ۲ – The ANOVA results on the effects of irrigation period (day) and superabsorbent polymer on some morphological, biochemical, physiological characteristic and essential oil of *Valeriana officinalis*

منابع تغییر Treatments	درجه آزادی DF	سطح برگ leaf area	وزن خشک ریشه Root dry weight	عملکرد خشک ریشه Root dry yield	کلروفیل a Chlorophyll content a	کلروفیل b Chlorophyll content b	نشت الکترولیت Electrolyte leakage	محتوای آب نسبی برگ RWC	میزان اسانس Essential oil content	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار (Replication)	2	291.79^{ns}	1.78^{ns}	0.0003^{ns}	0.0006^{ns}	0.0005^{ns}	49.60^{ns}	1.39^{ns}	0.001^{ns}	0.002^{ns}
غلظت (Concentration)	3	2373.54^{**}	76.95^{**}	0.0122^{**}	0.0333^{**}	0.0145^{**}	4618.47^{**}	31.74^{**}	0.168^{**}	0.315^{**}
دور آبیاری (Irrigation period)	1	25544.72^{**}	215.52^{**}	0.0408^{**}	0.0220^{**}	0.0334^{**}	1181.46^{**}	61.08^{**}	0.158^{**}	0.968^{**}
غلظت × دور آبیاری (Concentration×Irrigation period)	3	1171.51^{**}	48.53^{**}	0.0023^{**}	0.0089^{**}	0.0050^{**}	162.48^{*}	3.89^{**}	0.019^{**}	0.187^{**}
خطا (Error)	14	249.93	1.07	1.6369	0.0016	0.002	44.27	۰,63	0.000۵	0.004

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ >p و ۰/۰۱ >p

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

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (۲)، اثرات ساده و متقابل تیمارها (دور آبیاری و سطوح مختلف سوپرجاذب استاکوزورب) برای تمام صفات مورد بررسی در این تحقیق، اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند. طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، مربوط به اثرات متقابل تیمارها، کمترین مقادیر بدست آمده در مورد تمام صفات اندازه گیری شده به غیر از نشت الکترولیت مربوط به تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ روز بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل تیمارها بر برخی صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی سنبل‌الطیب

Table 3 – The Comparison of the mean simple and interaction effects of treatments on some morphological, biochemical, physiological characteristic and essential oil of *Valeriana officinalis*

تیمارها Treatment	سطح برگ leaf area (cm^2)	وزن خشک ریشه weight Root dry (gr/plant)	a کلروفیل Chlorophyll content a (mg.g-۱)	b کلروفیل Chlorophyll content b (mg. g^{-1})	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (µS $cm^{-۱}$)	محتوای آب نسبی برگ RWC (%)
غلظت (Concentration)						

شاهد (0) (Control)	118.64 c	3.35 d	0.39 c	0.14 c	17.54 d	3.51 d
استاکوزورب ۱۰۰ گرم × مترمربع Stockosorb100g/ m^2	132.60 bc	4.99 c	0.50 b	0.22 a	38.80 c	4.86 c
استاکوزورب ۲۰۰ گرم × مترمربع Stockosorb 200g/ m^2	150.63 ab	11.14 a	0.50 b	0.19 ab	53.96 b	6.31 b
استاکوزورب ۳۰۰ گرم × مترمربع Stockosorb 300g/m^2	163.90 a	9.01 b	0.57 a	0.17 bc	83.50 a	8.88 a
فواصل آبیاری (Irrigation period)						
۶ روز (6 day)	174.07 a	10.12 a	0.52 a	0.17 a	52.35 a	7.48 a
۱۰ روز (10 day)	108.82 b	4.12 b	0.46 b	0.19 a	44.55 b	4.29 b
غلظت × سطوح آبیاری (Concentration × Irrigation period)						
شاهد × دور آبیاری ۶ روز (Control × 6 day Ip)	166.33 b	4.92 d	0.43 c	0.14 c	50.99 c	4.79 cd
استاکوزورب ۱۰۰ گرم×مترمربع× دور آبیاری ۶ روز (Stockosorb 100g/m^2 × 6 day Ip)	151.06 bc	7.05 c	0.48 bc	0.17 bc	41.99 c	5.79 c
استاکوزورب 200 گرم مترمربع× دور آبیاری ۶ روز (Stockosorb 200g/m^2 × 6 day Ip)	173.92 b	18.37 a	0.53 b	0.22 ab	28.94 d	7.71 b
استاکوزورب ۳۰۰ گرم× مترمربع× دور آبیاری ۶ روز (Stockosorb 300g/m^2 × 6 day Ip)	204.96 a	10.14 b	0.64 a	0.16 c	11.26 e	11.65 a
شاهد × دور آبیاری ۱۰ روز (Control × 10 day Ip)	70.96 e	1.78 f	0.35 d	0.15 c	83.54 a	2.22 e
استاکوزورب ۱۰۰ گرم × مترمربع × دور آبیاری ۱۰روز (Stockosorb 100g/m^2 × 10 day Ip)	114.14 d	2.93 ef	0.52 b	0.26 a	65.94 b	3.93 d
استاکوزورب ۲۰۰ گرم×مترمربع×دور آبیاری ۱۰ روز (Stockosorb 200g/m^2 × 10 day Ip)	127.34 cd	3.92 de	0.46 bc	0.17 bc	48.45 c	4.91 cd
استاکوزورب ۳۰۰ گرم×مترمربع×دور آبیاری ۱۰ روز (Stockosorb 300g/m^2 × 10 day Ip)	122.84 d	7.87 c	0.50 b	0.19 bc	23.82 d	6.12 c

تیمارها دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری (آزمون LSD) با احتمال ۰/۰۵ >p تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند

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

اثر تیمارها بر صفات مورد اندازه گیری

سطح برگ

یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش آماس و در نتیجه کاهش تقسیم و توسعه سلول به ویژه در برگ‌ها و در نهایت کوچک‌تر شدن اندازه آن‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد که تنش خشکی باعث کاهش قدرت رشد سلولی شده و کاهش سطح برگ، کاهش کلروفیل و فتوسنتز را به‌همراه داشته است (۳۸). تغییر در سطح برگ در کاهش جذب تشعشع موثر بوده و کاهش میزان حرارت برگ و در نهایت کاهش سرعت تعرق را به دنبال خواهد داشت (۴۲). با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۳) در این تحقیق، بیشترین سطح برگ (۲۰۴/۹۶ cm^2) در تیمار اثر متقابل استاکوزورب ۳۰۰g/m^2 با دور آبیاری شش روز بدست آمد و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ روز بود. نتایج نشان می‌دهند که در دور آبیاری ۶ روز، با کاهش میزان سوپرجاذب به ۱۰۰ g/m^2، کنترل تنش خشکی در صفت سطح برگ با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. طبق نتایج حاصل، پلیمر مورد استفاده در غلظت بیشتر (۳۰۰g/m^2) و دور آبیاری کوتاه‌تر (۶ روز) توانایی ایجاد سطح برگ مطلوب در سنبل‌الطیب را دارا بود و منجر به افزایش تقریبا ۱/۵

برابری سطح برگ نسبت به تیمار شاهد با دور آبیاری ۶ روز شد. در دور آبیاری ۱۰ روز، غلظت‌های مختلف سوپرجاذب (۱۰۰g/m^2، ۲۰۰ و ۳۰۰) نسبت به تیمار شاهد، در کنترل تنش خشکی برای صفت سطح برگ یکسان عمل نموده و تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید. اما با حفظ ۱/۵ برابری سطح برگ نسبت به تیمار شاهد، منجر به جلوگیری از آثار مخرب تنش خشکی در صفت سطح برگ گردیدند. براساس نتایج حاصل، سوپرجاذب با افزایش دور آبیاری نیز توانایی مقابله با تنش خشکی را دارا بود. کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی در گیاهان دارویی نعنا (۱)، بومادران (۳۹) و همچنین تأثیر مثبت استفاده از سوپرجاذب بر سطح برگ گیاهان در شرایط تنش خشکی توسط قاسمی و خوشخوی (۱۴) و فاضلی‌رستم‌پور و همکاران گزارش شده است (۱۳).

وزن خشک ریشه

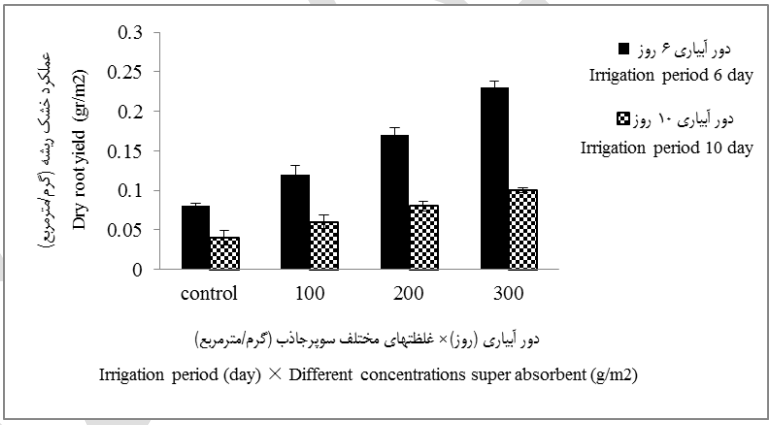
مطالعه در مورد اثر تنش رطوبتی خاک بر توسعه سیستم ریشه‌ای گونه‌های گیاهی مختلف به‌عنوان معیاری جهت تعیین مقاومت به خشکی و پتانسیل تولید در شرایط تنش می‌باشد. اگرچه کل رشد گیاه در خلال تنش خشکی کاهش می‌یابد، ریشه در مقایسه با رشد اندام‌های هوایی، بخصوص رشد برگ‌ها، در این شرایط از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است (۴۶). توسعه ریشه‌های گیاه علاوه بر اینکه یک صفت ژنتیکی می‌باشد، به وضعیت محیطی که در آن رشد می‌کند نیز وابسته است (۵). کاهش معنی‌دار ماده خشک ریشه در اثر افزایش تنش خشکی، دلالت بر تحت تاثیر قرار گرفتن ریشه به‌عنوان یکی از مهمترین اجزا گیاه در اثر این پدیده محیطی دارد. همچنان که در اثر تنش خشکی، فتوسنتز برگ کاهش پیدا می‌کند، به دنبال آن رشد ریشه به طور اجتناب ناپذیری متوقف می‌گردد (۲۶). بررسی نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که وزن خشک ریشه با استفاده از پلیمر استاکوزورب ۲۰۰g/m^2 و کاهش دور آبیاری (۶ روز)، افزایش یافت (۱۸/۳۷ g/plant) (شکل ۱) و کمترین وزن خشک ریشه (۲/۹۳ g/plant) مربوط به تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ روز بود. وزن خشک ریشه در تیمار ۱۰۰ g/m^2 سوپرجاذب با دور آبیاری ۶ روز و ۳۰۰g/m^2 سوپرجاذب با دور آبیاری ۱۰ روز، تفاوت معنی‌داری نداشت. بنابراین با دور آبیاری بیشتر، نیاز به غلظت بالاتر سوپرجاذب جهت کنترل تنش خشکی برای این صفت می‌باشد. به همین دلیل، نتایج کاربرد ۱۰۰g/m^2 سوپرجاذب با تیمار شاهد در دور آبیاری ۱۰ روز تفاوت معنی‌داری را در صفت وزن خشک ریشه نشان ندادند. در این آزمایش مشخص گردید که بوته-های گیاه سنبل‌الطیب که تحت تنش خشکی قرار داشتند با تولید ریشه‌های نازک‌تر در پاسخ به تنش خشکی از یک استراتژی مناسب استفاده کرده و بدین وسیله جذب عناصر غذایی را با حداقل صرف انرژی ادامه دادند. کاهش وزن خشک ریشه با افزایش تنش خشکی در سایر تحقیقات در گیاه دارویی آویشن (۷) و رزماری (۳۳) و همچنین کاهش وزن تر و خشک ریشه در گیاه مرزه نیز به اثبات رسیده است (۲۴).

شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ تصویر ریشه سنبل‌الطیب با تیمار استاکوزورب ۳۰۰ گرم در مترمربع و دور آبیاری ۶ روز و تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ روز

Figure 2- From right to left, image valerian root with treatment Stockosorb 300 g/m^2 and 6 days irrigation period and control irrigation with 10 days irrigation period, Respectively

عملکرد خشک ریشه

رشد رویشی در گیاهان تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد، که از مهمترین این عوامل میزان آب در دسترس می-باشد. عملکرد گیاه رابطه مستقیمی با سطح برگ و میزان کلروفیل برگ‌ها دارد (۴۶). در شرایط تنش، کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل فشار آماس سلول، ناشی از کاهش سطح برگ گیاه و همچنین کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌خصوص کلروفیل‌ها باشد (۲۰). نتایج این تحقیق نشان داد (شکل ۲)، که پلیمر استاکوزورب ۳۰۰ g/m^2 و دور آبیاری کوتاه‌تر (۶ روز)، از طریق افزایش سطح برگ و محتوی نسبی آب برگ (RWC) و در نتیجه مهیا ساختن نیازهای رشدی گیاه، منجر به افزایش عملکرد ریشه‌ها و ریزوم‌های گیاه سنبل‌الطیب (۰/۲۳ g/m^2) گردید. کاهش عملکرد ریشه خشک با کاهش مقدار سوپرجاذب مشاهده گردید و با افزایش دور آبیاری به ۱۰ روز، کاهش عملکرد خشک ریشه با کاهش مقدار سوپرجاذب شدیدتر بود. دور آبیاری ۱۰ روز با کاربرد سوپرجاذب در غلظت‌های ۲۰۰g/m^2 و ۱۰۰ با شاهد اختلاف معناداری را نشان نداد. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که جهت افزایش عملکرد ماده خشک با تنش خشکی بیشتر، نیاز به مقادیر بیشتری سوپرجاذب می‌باشد. کاهش معنی‌دار ماده خشک ریشه در اثر تنش خشکی در مرزه (۲۶) در سایر تحقیقات نیز به اثبات رسیده است.



شکل ۲- اثر متقابل دور آبیاری (روز) و مقادیر مختلف سوپرجاذب (گرم/مترمربع) بر عملکرد ریشه خشک (g/m^2)

Figure 2- The interaction effects of irrigation period (day) and different amounts of superabsorbent (g/m^2) on dry root (g/m^2)

میزان کلروفیل a و b

تغییرات محتوی رطوبتی برگ و غلظت کلروفیل a و b به عنوان یک واکنش کوتاه‌مدت به تنش و معیاری از توان حفظ قدرت منبع در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a (۰/۶۴ $mg.g^{-1}$) مربوط به تیمار اثر متقابل استاکوزورب ۳۰۰g/m^2 و دور آبیاری شش روز بود و با کاهش مقدار سوپرجاذب و افزایش دور آبیاری، مقدار کلروفیل a کاهش یافت، درصورتیکه تفاوت معناداری بین تیمارهای حاوی سوپرجاذب با غلظت کمتر (۲۰۰ و ۱۰۰ g/m^2) با دوره‌های آبیاری متفاوت مشاهده نگردید. کمترین مقدار کلروفیل a به ترتیب متعلق به تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ و ۶ روز بود. به نظر می‌رسد که دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش خشکی، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آن‌ها و نیز اختلال در فعالیت رنگیزه‌های مسئول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌باشد (۲۸). نتایج نشان داد که در شرایط تنش خشکی، رابطه

بین سطح برگ و میزان کلروفیل بصورت کاهشی بود و سوپرجاذب به عنوان یک ماده جذب کننده آب و سایر محلول-ها در جلوگیری از شستشوی ازت از اطراف ریشه گیاه اثر مثبت داشته و وجود ازت باعث افزایش رنگ گردیده است (۴۰).

بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۲۶mg. g^{-1}) مربوط به اثر متقابل تیمار استاکوزورب ۱۰۰ g/m^2 و دور آبیاری ۱۰ روز بود. کاهش میزان کلروفیل با تنش خشکی در گیاه ماریتیغال (۱۱) و اثرات مثبت سوپرجاذب با وجود تنش خشکی در گیاه بابونه (۳۲) همسو با نتایج این تحقیق گزارش شده است.

محتوی نسبی آب (RWC)

محتوی نسبی آب معرف بسیار خوبی از وضعیت آبی گیاه است که به‌عنوان یک شاخص انتخابی جهت تحمل به خشکی پیشنهاد شده است (۴۴). کاهش محتوای نسبی آب بین گیاهان و گونه‌های مختلف، متفاوت بوده و افت کمتر محتوای نسبی آب در اثر تنش خشکی، نشان دهنده ثبات عملکرد بالاتر گیاه است (۴۰). کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق در گیاه از عوامل دخیل در کاهش محتوای نسبی آب شناخته شده‌اند (۴۳).

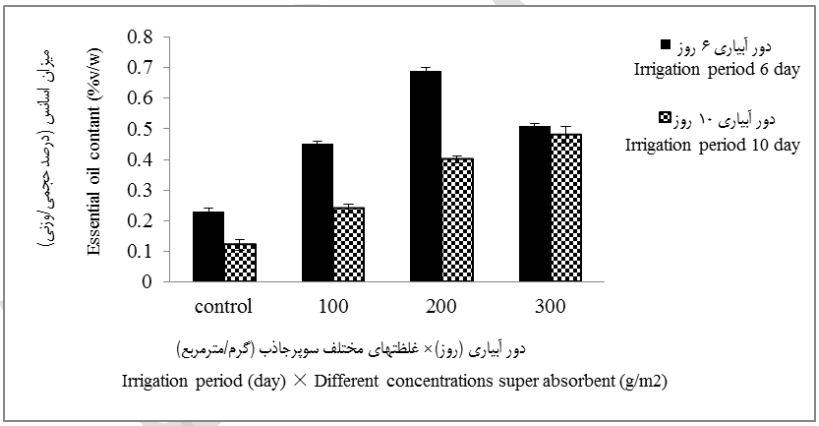
با توجه به نتایج بدست آمده، بیشترین محتوی نسبی آب برگ در راستای افزایش سطح برگ و افزایش عملکرد خشک ریشه، در اثر متقابل تیمار پلیمر استاکوزورب ۳۰۰ g/m^2 و دور آبیاری ۶ روز حاصل گردید. همچنین مقادیر بالای سوپرجاذب (۳۰۰g/m^2 و ۲۰۰) در دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به تیمار شاهد با دور آبیاری ۶ روز توانایی کنترل تنش خشکی و افزایش محتوی نسبی آب برگ را دارا بود. نتایج این پژوهش نشان داد با اعمال تنش خشکی بیشتر (دور آبیاری ۱۰ روز) و بدون استفاده از سوپرجاذب (تیمار شاهد) محتوی نسبی آب برگ کاهش یافت (جدول ۳) و کمترین پتانسیل آب برگ متعلق به تیمار شاهد (بدون پلیمر استاکوزورب و آبیاری ۱۰ روز) بود. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده، محتوی نسبی آب برگ، در بالاترین مقدار سوپرجاذب (۳۰۰g/m^2) با دوره‌های آبیاری متفاوت (۶ و ۱۰ روز)، افزایش تقریبا ۲/۵ برابری را نسبت به شاهد هر تیمار نشان داد. نتایج این تحقیق با نتایج کاهش رطوبت نسبی آب برگ با تنش خشکی در گیاه یونجه (۲۲) و سنبل‌الطیب (۱۹) مطابقت داشت.

نشت الکترولیت

پایداری غشا از خصوصیات فیزیولوژیک است که تحت تاثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد. تنش‌های محیطی از طریق ایجاد رادیکال‌های آزاد اکسیژن در داخل سلول، موجب کاهش پایداری غشا و نشت مواد سیتوپلاسمی از آن شده و افزایش نسبت هدایت الکتریکی بعد از اتوکلاو را بدنبال دارد. توانایی هر چه بیشتر خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن و حفظ پایداری غشاهای سلولی، باعث حفظ و تداوم فعالیت‌های حیاتی سلول و درنهایت تولید مواد فتوسنتزی بیشتر خواهد شد (۶). در این تحقیق، بیشترین پایداری غشا در تیمار استاکوزورب ۳۰۰g/m^2 با دور آبیاری ۶ روز مشاهده گردید و تنش خشکی در تیمار شاهد (بدون کاربرد پلیمر سوپرجاذب)، با افزایش دور آبیاری (۱۰ روز)، باعث افزایش معنی‌دار درصد نشت الکترولیت‌ها از غشا در گیاه سنبل‌الطیب شد. با توجه به نتایج بدست آمده در هر دو دور آبیاری (۶ و ۱۰ روز)، تیمار سوپرجاذب در مقدار ۱۰۰g/m^2 توانایی حفظ پایداری غشا و کاهش نشت الکترولیت، بصورت موثر را دارا نبود، درصورتیکه نتایج جلوگیری از افزایش نشت الکترولیت در تیمار سوپرجاذب با مقدار ۳۰۰g/m^2 و دور آبیاری ۱۰ روز با مقدار ۲۰۰g/m^2 سوپرجاذب و دور آبیاری ۶ روز، برابری داشت. افزایش میزان نشت با افزایش تنش خشکی، در گیاهان ماریتیغال (۱۱) و سنبل‌الطیب (۲۹) در سایر تحقیقات همسو با نتایج این پژوهش بود.

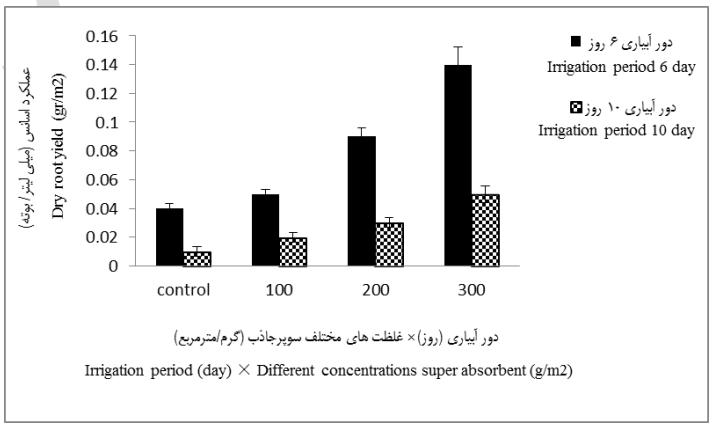
میزان و عملکرد اسانس

استرس خشکی درصد اسانس اکثر گیاهان دارویی (البته نه همه آنها) را افزایش میدهد، چون در موارد تنش‌های محیطی در اثر بیان ژن بعضی آنزیم‌ها در گیاه، اکثرا متابولیت‌های بیشتری مانند ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، اسانس‌ها تولید شده که دارای خواص زیست فعالی و بیوشیمیایی بسیاری هستند و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در سلول ها و در نهایت کمک به مقاومت گیاه به تنش های محیطی میگردد. اما عملکرد اسانس، بعلت کاهش عملکرد گیاه و اثر متقابل میزان اسانس با عملکرد گیاه، در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد (۴). نتایج حاصل از اثر متقابل پلیمر سوپرجاذب و دور آبیاری در گیاه سنبل‌الطیب نشان داد که پلیمر استاکوزورب در غلظت متوسط ($۲۰۰g/m^2$) همراه با کمترین دور آبیاری (۶ روز) بالاترین مقدار اسانس را به خود اختصاص داد (شکل ۳) و تنش شدید در تیمار شاهد با دور آبیاری ۱۰ روز منجر به کاهش میزان اسانس ریشه گیاه سنبل‌الطیب گردید. در حالیکه بیشترین عملکرد اسانس به تیمار استاکوزورب $۳۰۰g/m^2$ و دور آبیاری ۶ روز اختصاص یافت (شکل ۴). در همین راستا، محمدی عنوان نمود که میزان اسانس سنبل‌الطیب تحت تنش ملایم افزایش می‌یابد (۲۵). افزایش میزان اسانس در اثر تنش خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی نیز گزارش شد (۱۸). افزایش میزان اسانس و کاهش عملکرد آن، در اثر تنش خشکی، در دو گونه‌ی مختلف علف لیمو (۱۲) و بادرنجبویه (۴) نیز در تحقیقات دیگر به اثبات رسیده است.



شکل ۳- اثرمتقابل دور آبیاری (روز) و مقادیر مختلف سوپرجاذب (گرم/مترمربع) بر میزان اسانس (درصد حجمی/وزنی)

Figure 3- The interaction effects of irrigation period (day) and different amounts of superabsorbent (g/m^2) on essential oil contant (v/w%)



شکل ۴- اثرمتقابل دور آبیاری (روز) و مقادیر مختلف سوپرجاذب (گرم/مترمربع) بر عملکرد اسانس (میلی لیتر/بوته)

Figure 3- The interaction effects of irrigation period (day) and different amounts of superabsorbent (g/m^2) on essential oil (ml/plant)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمار دور آبیاری و استفاده از پلیمر سوپرجاذب تاثیر معنی‌داری در تمام صفات مورد ارزیابی داشت. با توجه به اینکه سنبل‌الطیب گیاه دارویی با نیاز آبی نسبتا بالا می‌باشد، تنش خشکی، طی دوره‌های آبیاری متفاوت، پارامترهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و اسانس این گیاه را تحت تاثیر قرار داد و پلیمر سوپرجاذب منجر به کنترل تنش خشکی و بهبود شرایط کمی و کیفی گیاه گردید. استاکوزورب در بیشترین مقدار ($۳۰۰g/m^2$) با حفظ ۱/۵ برابری سطح برگ نسبت به تیمار شاهد (با دور آبیاری ۶ و ۱۰ روز)، منجر به جلوگیری از آثار مخرب تنش خشکی در صفت سطح برگ گردید. عملکرد خشک ریشه و عملکرد اسانس در یک راستا و با کاربرد $۳۰۰g/m^2$ استاکوزورب و دور آبیاری کوتاه‌تر (۶ روز) بدلیل مهیا بودن شرایط رشدی بهتر در حضور مقادیر کافی آب، افزایش یافت. بیشترین مقدار سوپرجاذب ($۳۰۰g/m^2$) با دور آبیاری ۶ روز، بهترین نتیجه را در صفت نشت الکترولیت نشان داد. جهت افزایش پایداری غشا سلول و کاهش نشت الکترولیت، با افزایش دور آبیاری، باید سوپرجاذب در مقادیر بالاتری مورد استفاده قرار گیرد. بیشترین مقدار کلروفیل a و b به ترتیب در تیمار $۳۰۰g/m^2$ و ۱۰۰ سوپرجاذب با دور آبیاری ۶ و ۱۰ بدست آمد. کلروفیل a و b در شرایط تحت تنش بیشتر (دور آبیاری ۱۰ روز) با بکارگیری تیمار سوپرجاذب در تمام مقادیر نسبت به تیمار شاهد با دور آبیاری ۶ و ۱۰ روز افزایش یافتند. نتایج مربوط به بررسی محتوی نسبی آب برگ نشان داد، با افزایش تنش خشکی (دور آبیاری ۱۰ روز) و بویژه بدون استفاده از تیمار پلیمرسوپرجاذب (شاهد) محتوی نسبی آب برگ کاهش یافت، درصورتیکه با استفاده از تیمار سوپرجاذب در مقادیر بالاتر ($۲۰۰g/m^2$ و ۳۰۰)، تنش خشکی برای هر دو دور آبیاری (۶ و ۱۰ روز) مهار گردید.

با بکارگیری تیمار g/m^2 ۳۰۰ سوپرجاذب، وزن خشک ریشه با کمتر قرار گرفتن در معرض تنش خشکی، بدلیل قابل دسترس‌تر بودن آب و مواد نگه‌دارنده آب در منطقه ریشه، با استفاده از غلظت متوسط ($۲۰۰ g/m^2$) پلیمر سوپرجاذب و دور آبیاری کوتاه‌تر (۶ روز)، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد و از آنجاییکه در بعضی گیاهان دارویی تنش متوسط آبی منجر به افزایش اسانس آن‌ها می‌گردد، استفاده از مقدار مذکور، میزان اسانس سنبل‌الطیب را نیز افزایش داد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از پلیمر استاکوزورب علاوه بر کنترل تنش خشکی بدلیل قابلیت نگه-داری آب جذب شده تحت فشار و قرار دادن آن در دسترس ریشه به‌محض نیاز گیاه، قادر به افزایش دور آبیاری می‌باشد و این موضوع در نتایج کمی و کیفی مربوط به گیاه سنبل‌الطیب در تیمار g/m^2 ۳۰۰ پلیمر با دور آبیاری ۱۰ روز و ۱۰۰ گرم با دور آبیاری ۶ روز کاملا مشهود بود. بنابراین این امکان وجود دارد که با افزایش سطح این پلیمر تا حدی که منجر به کاهش عملکرد ریشه به علت آب‌ایستایی نشود و یا استفاده از سایر پلیمرهای سوپرجاذب، بتوان با افزایش دور آبیاری، حداکثر کمیت و کیفیت را در تمام صفات گیاه سنبل‌الطیب حاصل نمود، که نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه دارد. کاهش استفاده از آب تا زمانی که از آستانه عملکرد اقتصادی گیاه کاسته نشود ضروری است و نتایج این پژوهش نشان داد که پلیمرهای سوپرجاذب توانایی افزایش عملکرد گیاهان از طریق تغییرات متابولیسمی گیاه و حفاظت آنها در برابر تنش‌های محیطی را دارا بوده و کاربرد آن‌ها باعث کاهش اثرات تنش در گیاهان شده و منجر به حفظ بقا و تولید عملکرد اقتصادی گیاهان می‌گردد.

منابع

1- Abbaszadeh B, Sharifi Ashoorabadi E, Ardakani M .R, Aliabadi F. H. 2008. Effect of drought stress on quantitative and qualitative of mint. Abstracts Book of 5th International Crop Science Congress and Exhibition, Korea p. 23.

2- Abedi-Koupai J., Sohrab F., and Swarbrick G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. Journal Plant Nutrition, 31: 317-331.

3- 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)

4- Aliabadi F. H., Valadabadi S. A. R., Daneshian J., Khalvati M. A. 2009. Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. Journal Medicinal Plant Reserch. 3(5): 329–33.

5- Alizadeh A. 1995. Soil and plant water relations. 2th ed. Astan Quds Razavi Publications, pp 376. (in Persian)

6- Azari A . Modares Sanavi S. A. M., Askari H., Ghanati F., Naji A. M., and Alizadeh B. 2012. Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*), Iranian Journal of Crop Sciences, 14(2):121-135. (In Persian).

7- Babaee K., Amini-Dahghi M., Modares-Sanavi S. A. M., and Jabbari R. 2010. Water deficit effect on morphology, prolin content and thymol percentage of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2):239-251. (in Persian with English abstract)

8- Beigi S., Azizi M., Nemati S.H., and Rowshan V. 2015. 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". Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(5):763-775. (in Persian with English abstract)

9- Bos R., Henderiks H., Prass N., Stojanova, A.S. nand Georgiev, E.V. 2000. Essential oil composition of *Valeriana officinalis* ssp collina cultivated in Bulgaria. Journal of Essential Oil Research, 12: 313-316.

10- Dere S., Gunes T., and Sivaci R. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Journal of Botany, 22:13-17.

11- Daliri R., Shokrpor M., Asghari A., Sphandyare E. A., and Seiedsharifi R. 2010 .Evaluate different ecotypes *Silybum marianum* in terms of drought tolerance in the hydroponic medium. Journal Science and Technology. Greenhouse Culture, 1(1):9-17. (Persian)

12- Fatima S, Farooqi A. H. A., and Sangwan R. S. 2005. Water stress mediated modulation in essential oil, proline and polypeptide profile in palma- rosa and citronella java. Physiology and Molecular Biology of Plants, 11(1):153.

13- 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)

14- 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)

15- Ghebru M G., Du Toit, E S and Steyn J M. 2007. Water and nutrient retention by Aquasoil® and Stockosorb® polymers. South African Journal of Plant and Soil, 24(1), 32-36.

16- Gruenwald J, Brendler T. Jaenicke C. PDR for Herbal Medicine. Medical Economics Company. USA. 2000. Pp 783-785.

17- Hadley S., and Petry J. J. Valerian. 2003. American family physician, 67(8):1755-1758.

18- Khalid Kh. A .2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). Int. Agrophys, 20(4):289-296.
19- Kubis J., Floryszak-Wieczorek J., Arasimowicz-Jelonek M. 2014. Polyamines induce adaptive responses in water deficit stressed cucumber roots. Journal of Plant Research, 127:151-158.
20- Lawlor D.W., and Cornic G. 2002. Photosynthtic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higer plant. cell and Enviroment, 25:275-249.
21- Letchamo W., Ward W., Heard B., and Heard D. 2004. Essential oil of *Valeriana officinalis* L. cultivars and their antimicrobial activity as influenced by harvesting time under commercial organic cultivation. Journal of agricultural and food chemistry, 52(12):3915-3919.
22- Li Wen R., Zhang S-q., and Shan L. 2006. Effect of water stress on chlorophyll fluorescence parameters and activity of antioxidant enzyme in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seedlings. In: The first international conference on the theory and practices in Biological Water Saving (ICTPB), Beijing China.
23- Lutts S., Kinet J. M., and Bouharmont J. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance, Journal of Experimental Botany, 46:1843 – 1852.
24- Mirza M., Bahernik Z., and Abaszadeh B. 2004. Evaluation of quantitative and qualitative changes savory essential oil (*Satureja hortensis* L.) during drought on the farm. Research Institute of Forests and Rangelands, 21:76-88. (in Persian)
25- Mohammadi GH. 1993. Result of culture of Medicinal Plants in first stage. Research Institute of Forests Rangelands Iran, pp: 45.
26- Mokhtari A., and Baradaran R. 2011. The effect of drought stress on some growth indices of Savory. P.1-5. In the first regional conference ecophysiology of crops, 18 May. 2011. The effects of environmental stress on crop plants performance. Islamic Azad University Branch of Shushtar. (in Persian)
27- Montazer A. A. 2008. Stockosorb® effect of superabsorbent polymers on soil infiltration parameters in advance and furrow irrigation method. Journal of Soil and Water (Agricultural Sciences and Technology), 22(2):342-357. (in Persian)
28-Moslemi Z. 2010. Effect of super absorbent polymer and bio-fertilizers on corn growth and yield under normal and drought conditions. MS Thesis, Islamic Azad University Branch of Karaj. pp:100. (in Persian)
29- Mustafavi S. H., Shekari F., Nasiri Y., and Hatami-Maleki H. 2015. Nutritional and biochemical response of water-stressed Valerian Plants to foliar application of spermidine. Biological Forum– an International Journal, 7(1):1811-1815.
30- Naghdi-badi H., Lotfi- zad M., Ghavami N., Mehrafarin A., and Khavazi K. 2012. Response quality and quantity herb valerian (*Valeriana officinalis* L.) to use biological and chemical fertilizers phosphorus. Journal of Medicinal Plants, 2(46): 25-37. (in Persian)
31- Omid-Baigi R. 2006. Production and processing of medicinal plants. 5th ed. Vol 3. Behnashr Publications, pp 397. (in Persian)
32- 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)
33- Petropoulos S.A., Daferera D., Polissiou M.G., and Passam H.C. 2008. The effect of water deficit stress on the growth, yield and composition of essential oils of parsley. Science Horticultural, 115(4):393-397.

34- Poramini P., Habibi H., fatocian M H., Falah-nosratabadi A. 2013. P. 1-11. Biological fertilizer and super absorbent Thiobacillus impact on yield and quality of thyme and daenensis. Congress 1th on medicinal plants and sustainable agriculture, IRAN.
35- Sabbagh E., Daneshian J., Sayfzadeh S., Sabbagh Sharaf Abadi S. K., and Fanaei H. R. 2015. Influence of super absorbent, drought stress and nitrogen fertilizer on some characteristic of *Trachyspermum ammi*. Biological Forum Journal, 7(1):1023-1029.
36- Saneoka H., Moghaieb R. E. A., Premachandra G. S., and Fujita K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. Environmental and Experimental Botany, 52:131–138.
37- Schonfeld M. A., Johnson R. C., Carver B. F., and Marhinweg D. W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indication. Crop Science, 28: 526-531.
38- Selahvarzi Y., Tehranifar A., and Gezanchian A. 2008. Search physio-morphological changes under drought stress and rewatering in endemic and exotic. Journal of Horticultural Science and Technology, 9(3):193-204. (in Persian)
39- Sharifi Ashoorabadi E., Matin M., Lebaschi H., Abbaszadeh B., and Naderi B .2005. Effects of water stress on quantity yield in *Achillea millefolium*. Abstracts Book of The First International Conference on the Theory and Practices in Biological Water Saving, p.211
40- Sheikhi M., sajedi N. A., and jiryaei M. 2009. The effect of water stress on agrophysiological characteristics of different hybrids of corn. Journal of Modern Agriculture, 3(3):275-286. (in Persian)
41- 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
42- Sodaeizadeh H., Shamsaei M., Tajamolian M., Mirmohamadi- meibodi S. A., and Hakimzadeh M. A. 2016. Effect of drought stress on morphological and physiological traits *Satureja hortensis*. Plant Process and Function, 5(15):1-12. (in Persian)
43- Tarumingkeng R.C., and Coto Z. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of soybean. Kisman, Science Philosophy PPs 702, Term paper, Graduate School, Borgor Agricultural University (Institute Pertainian Borgor), December 2003
44- Teulate B., Rekika D., Nachit M. M., and Monneveux P. 1997. Comparative Osmotic adjustments in barley and tetraploid wheuts. Plant Breeding, 116:519-523.
45- Upton R., Petrone C., Swisher D., Goldberg A., Mc Guffin M., Pizzorno N. D., 1999. Valerian root valeriana officinalis analytical, quality control, and therapeutic monograph. Santa cruz, CA: American herbal pharmacopoeia (AHP).
46-Vahidi H., Ragabi A., Hagseidhadi M. R., and Talghani D. 2012. Effects of water stress on some physiological traits and yield of sugar beet.p. 5. Agronomy and plants Breeding Science of Iran, 12th Congress, Islamic Azad University Branch of Karaj. (in Persian)
47- Zargari A. 1991. Medicinal Plants. 5th ed. Vol 3. Tehran: Tehran University Publications, pp 759. (in Persian)
48- Ziaei A., Moghaddam M., and Kashefi B. 2016. The effect of superabsorbent polymers on morphological traits of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) under drought stress. Journal Science and Technology. Greenhouse Culture, 8(26):99-111.

The effect of superabsorbent polymer on quantitative and qualitative characteristics of valerian (*Valeriana officinalis* L.) under drought stress

Introduction

Medicinal plants are economical important plants that are used in traditional medicine and industry as raw or processed materials. Valerian (*Valeriana officinalis L.*) is one of the important medicinal plants which belong to Valerianaceae family. The valerian rhizome and roots have been considered as a valuable medicinal plant that essential oil content (between 0.1 to 2 percent) varied according to climatic conditions of production location. Valerian needs a lot of water during the growth period and enough moisture around the roots and rhizome increase root yield. Iran is located in arid and semi-arid region. If the least water requirement of plant does not provide, plant face to drought stress and irreparable damage is imported to the product. Nowadays, the use of superabsorbent polymers is one of the ways to increase irrigation efficiency. They are made of hydrocarbons, can store high water or aqueous solutions in root zone of plants and to reduce negative effects of drought stress. So, improvement of plant growth, increasing of irrigation intervals, reducing water loss and costs of irrigation are due to application of superabsorbent polymers. Generally, water efficiency, dry matter production and root development, are positive reactions to the use of superabsorbent. In this regard, Stockosorb® copolymer is potassium-based nutrients that have a high ability to absorb water and nutrients and high strength polymer maintained the water has been proven. The aims of this investigation were to study the effects of Stockosorb® hydrophilic polymers, on some morphological (root dry weight and yield, leaf area), biochemical (chlorophyll a, b), physiological (electrolyte leakage, leaf relative water content) characteristics and essential oil content and yield of valerian under drought stress.

Materials and Methods

This research was conducted in field (1×1 m^2) at Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. The research was set out in a factorial experiment on the basis of completely randomized block design. The Stockosorb® hydrophilic polymer at four concentrations (0, 100, 200, 300 gr/m^2) and two irrigation period (6 and 10 day) with three replications were set as treatments and leaf area, root dry weight and yield, chlorophyll a, b, electrolyte leakage, leaf relative water content and essential oil content and yield were evaluated at the end of the growth period. The seeds of *Valeriana officinalis* were sown in protected open field for seedling production and the seedling were transplanted to the field at four-leaf stage (10 plant per plot). Stockosorb® mixed with soil, after weighing the polymers based on determined concentration. After seedling establishment, all plots were irrigated with a determined amount and equal of water.

Results and Discussion

The results showed, using Stockosorb® superabsorbent polymer be useful for water supply the plant in water stress condition. Application of this substance on some morphological, biochemical and physiological characteristics and valerian essential oil, was significant at 1% and superior to the control. According to the results obtained, Stockosorb® 300gr/m^2 with irrigation period 6 day interval, increased leaf area, root dry yield, leaf relative water content, chlorophyll a and essential oil yield. While, the highest valerian root dry weight and essential oil content were obtained with application of Stockosorb® 200gr/m^2 and irrigation period of 6 days interval. The highest electrolyte leakage was related to control and irrigation period 10 days interval and the maximum chlorophyll b was belonged to Stockosorb® 100 gr/m^2 with irrigation period 10 days interval.

Conclusion

Since final goal in cultivation of valerian as other essential oil bearing plants is providing the best conditions for increasing the yield and quantity of essential oil at the same time, according to the results of this study, recommend apply Stockosorb polymer 300 gr/m^2 and irrigation period 6 day to controled drought stress and improved all measured characteristics in Valerian. The highest root dry weight under drought stress was related to more accessible and preservatives water in characteristics the root zone and it found by using the middle concentrations (200 gr/m^2) super absorbent polymer and irrigation period shorter (6 day). Using of mentioned treatments, according to the middle water stress, leads to increased valerian essential oil. The best root dry yield, essential oil yield, electrolyte leakage, chlorophyll a and %RWC with sufficient amounts of water and better growth conditions were achieved by application of 300 gr/m^2 Stockosorb® and irrigation period 6 days interval. In general, superabsorbent polymer was able to increase irrigation period and this was evident in qualitative and quantitative results related to the valerian in the treatment of 300 gr/m^2 with irrigation period 10 day and 100 gr/m^2 of polymer 6 day irrigation period. The results showed that superabsorbent polymers have the ability to increase plant performance through plant metabolism changes and protect them against environmental stresses and their application reduces the effects of stress on plants and leads to preservation and production of plant economical performance.

Keywords: Essential oil, Stockosorb®, Water stress, valerian

نسخه پیش انتشار