نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵، ص. ۲۱۶-۲۰۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 2, Summer 2016, P. 209-216
ISSN: 2008 - 4730

اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات ظاهری، کمی و کیفی اسانس در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* Miller)

سارا خراسانی نژاد[1*]- حسن سلطانلو[2]- جواد هادیان[3]- صادق آتشی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۳

چکیده

ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و با کمبود منابع آب و وجود زمین‌های شور مواجه است. با توجه به افزایش جمعیت و محدودیت اراضی قابل‌کشت، استفاده از منابع آب و خاک شور کشور ضروری به‌نظر می‌رسد. یکی از روش‌های بهره‌برداری از این منابع کشت گیاهان دارویی است. اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) گیاه دارویی چندساله و چوبی است که با هدف تهیه اسانس موجود در گل‌ها و برگ‌هایش کشت می‌شود. به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر شاخص‌های رشد، عملکرد و ترکیب اسانس برگ گیاه اسطوخودوس، آزمایشی گلدانی بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام گردید. تنش به‌صورت هیدروپونیک و در پنج سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرورسدیم اعمال شده و پس از چهار ماه اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی از قبیل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه، درصد و ترکیب اسانس برگ انجام پذیرفت. نتایج تجزیه‌های آماری و اندازه گیری با دستگاه GC-MS نشان دادند تنش شوری اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد، درصد و ترکیب اسانس دارد. با افزایش شوری، طول ساقه، وزن تر ساقه و وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه کاهش یافته و طول ریشه و درصد اسانس ابتدا تا سطح شوری ۲۵ میلی‌مولار افزایش و سپس کاهش یافت. ترکیب اجزای اسانس تحت تاثیر تنش شوری، تغییر کرده‌است. به‌طوری‌که با افزایش سطح شوری مقدار بورنئول، کادینول، کامفور، کاریوفیلن اکساید و سیمن-۸-ال ابتدا افزایش و سپس در سطح ۱۰۰ میلی‌مولار شوری کاهش یافته‌است که مهم‌ترین ماده در ترکیب اسانس برگ اسطوخودوس، بورنئول می‌باشد که با افزایش سطح شوری مقدار آن افزایش قابل‌توجهی نشان داد که می‌توان نتیجه گرفت در سطوح اولیه تنش شوری درصد اسانس افزایش می‌یابد ولی با شدیدتر شدن تنش علی‌رغم کاهش در درصد اسانس تولید شده، کیفیت اسانس افزایش خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: بورنئول، شاخص‌های رشد، گیاه دارویی، هیدروپونیک، GC-MS

مقدمه

گیاهان دارویی از دیر باز به منظور درمان انسان که در تمام دوران تاریخ، برای درمان خویش چاره‌ای جزء توسل به گیاهان نداشته، مورد استفاده قرار گرفته‌است. اگرچه در نیم‌قرن گذشته استفاده از داروهای شیمیایی به شدت رواج یافته، ولی آثار زیان‌بار آن‌ها بر زندگی، سبب گرایش مجدد انسان‌ها به گیاهان دارویی گردید. با این‌وجود استفاده از گیاهان دارویی همواره در طول تاریخ یکی از روش‌های مؤثر درمان بوده‌است (۱۰ و ۲۳). خاک شور نیز از عوامل محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. شوری خاک از مهم‌ترین عوامل محدودکننده کشاورزی در کشور است، به‌طوری که ایران از نظر وسعت زمین‌های شور در رده سوم آسیا و پنجم جهان قرار دارد (۱۱ و ۲۴). واکنش معمول گیاهان به بالا رفتن غلظت نمک در محیط ریشه تنش اسمزی، سمیت‌یونی و کمبود عناصر غذایی است. شوری همچنین منجر به ایجاد تغییراتی در متابولیسم گیاهان می‌شود (۲۰). بر اساس آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۰ سطح زیرکشت و عرصه‌های طبیعی مورد بهره‌برداری گیاهان دارویی در کشور ۳۵۱۰۸ هکتار، برابر با تولید ۱۲۸۰۴۶ تن می‌باشد و از این مقدار سهم استان گلستان ۷۲ هکتار سطح زیر کشت و تولید ۱۰۲ تن محصول دارویی

۱ و ۴- استادیار و کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: khorasaninejad@gau.ac.ir)
۲- دانشیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳-استادیار پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه شهید بهشتی تهران

است (۲۱). باتوجه به این سطح بالای کشت گیاهان دارویی و مشکل شوری خاک‌ها، تحقیقات انجام‌شده بر روی کشت گیاهان دارویی در شرایط دارای تنش، نظیر شوری بسیار محدود است. در بررسی‌هایی از این دست روی گیاهان دارویی، صفرنژاد و حمیدی (۱۸) ضمن بررسی اثر شوری روی رازیانه[1] ملاحظه نمودند که علاوه بر کاهش جدی جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به بنیه و زیست‌توده به طور معنی‌داری در اثر شوری کاهش یافت. صفرنژاد و همکاران (۱۷) اعلام کردند که با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی، شاخص بنبه بذر، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه در سیاهدانه کاهش یافت. از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در کمیت و کیفیت اسانس‌ها تنش شوری می‌باشد. یوداگاوا و همکاران (۲۵) گزارش کردند که با افزایش EC محلول غذایی، غلظت کل اسانس و عملکرد آن در آویشن افزایش، ولی غلظت کل اسانس در گیاه شبت کاهش یافت. آرویی به نقل از جایمند و رضایی (۶)، اثر سطوح مختلف شوری (صفر، ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در لیتر کلرورسدیم) را بر کدوی تخم کاغذی بررسی نموده و اعلام داشت که تنش شوری اثر معنی‌داری برعملکرد روغن دانه‌ها و مقدار بتاسیتوسترول[2] در روغن دارد به‌طوری‌که بیشترین عملکرد روغن و بالاترین محتوی بتاسیتوسترول موجود در روغن در تیمار ۲/۵ گرم در لیتر به دست آمد. در تحقیق مشابهی، الفا و همکاران (۱۳) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث کاهش تعداد برگ‌ها و مقدار اسانس گردیده و مقدار مواد موجود در ترکیب اسانس گیاه نیز به شدت تحت تاثیر شوری قرار گرفته است. از تحقیقاتی که روی خانواده نعناع در این ارتباط انجام شده می‌توان به نتیجه تحقیقات پراساد و همکاران (۱۶) اشاره کرد که شوری محتوی اسانس گونه‌های مختلف نعناع را به طور متغیری تحت تاثیر قرار می‌دهد، اشاره نمود. همچنین بنا به گفته داو و همکاران (۳) شوری عملکرد اسانس را در گیاهان خانواده نعناع کاهش می‌دهد و این احتمالاً به دلیل محدود شدن عرضه سیتوکینین[3] از ریشه‌ها به شاخه‌ها و درنتیجه تغییر نسبت بین سیتوکینین و اسیدآبسایسیک برگ باشد. در تحقیق مشابهی، ال-کلتاوی وکروتیو (۴) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه‌ای نعناع بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث یک کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد اسانس می‌شود. تحت اثر شوری در نعناع، مقدار لیمونن[4] افزایش ولی مقدار کارون[5] کاهش یافت. در مورد مرزنجوش نیز تنش شوری باعث افزایش در مقدار سابینین[6] شد که با کاهش در مقدار هیدرات سابنین[7] همراه بود. نتایج این تحقیق نشان داد که نعناع و مرزنجوش به شوری حساس هستند و شوری رشد و تولید اسانس را شاید از طریق محدود کردن متابولیسم و انتقال سیتوکینین متوقف می‌سازد، زیرا برگ‌پاشی گیاهان مذکور با سیتوکینین، رشد و تولید اسانس را افزایش داده و اثرات شوری را تا حد زیاد تعدیل نمود. و نهایتا در تحقیق خراسانی‌نژاد و همکاران (۷) روی بررسی اثر تنش شوری روی نعناع‌فلفلی، مشخص گردید تیمارهای مختلف شوری اثرات قابل‌توجه و معنی‌داری بر کلیه صفات مورفولوژیکی، کمیت اسانس و ترکیب اجزای اسانس نعناع‌فلفلی دارند و می‌توان اذعان داشت که نعناع‌فلفلی تحمل متوسطی نسبت به تنش‌های شوری می‌باشد به طوری که در اکثر خاک‌های کشاورزی مشروط بر این‌که حد شوری آن‌ها از ۱۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بیشتر نباشد، می‌توانند پرورش یابد. اسطوخودوس گیاهی چندساله، همیشه سبز، دارای ساقه چوبی در قاعده، برگ‌ها متقابل باریک و نوک تیز به رنگ سبز خاکستری و دارای عطر ویژه است، گل‌ها آبی رنگ و بنفش، بسیار معطر، به صورت مجتمع در رأس ساقه از خردادماه تا شروع یخبندان بر روی گیاه شکفته می‌شوند (۵، ۹ و ۱۴). با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از کشور ما را مناطق شور و یا مناطق با محدودیت منابع آبی تشکیل می‌دهد، اهمیت تحقیق در این زمینه بیشتر احساس می‌شود. امروزه تحقیقی در زمینه اثر این تنش‌ها روی اسطوخودوس صورت نگرفته است و با توجه به اهمیتی که این گونه مهم دارویی و معطر به عنوان گیاه دارویی اولویت‌دار در بخش تحقیقات گیاهان دارویی غیربومی ایران در برنامه راهبردی تحقیقات گیاهان دارویی وزارت جهاد کشاورزی دارد (۲۲)، نیاز به بررسی چگونگی اثرات تنش شوری برای توسعه سطح زیر کشت، روی این گونه دارویی احساس می‌شود. در این تحقیق خصوصیات رشدی، ترکیب و عملکرد اجزاء اسانس حاصله از گیاهان تحت تیمار شوری اندازه‌گیری و مقایسه گردیدند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار در سه تکرار که هر تکرار شامل پنج گلدان بوده و در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. بذر مورد نیاز برای انجام آزمایش از پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهران تهیه گردید. برای شکست خواب بذر، بذور به مدت سه هفته در محیط مرطوب و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده‌شدند (۲۶). بذور در اسفند ماه در گلدان خاکی (خاک مزرعه) کشت شدند. پس از

1 - Foeniculum vulgare Mill.
2 -β-Sitosterol
3 -Cytokinin
4 -Limonene
5 -Carvone
6 -Sabinene
7 -Sabinene hydrate

گذشت حدود ۳ هفته از تاریخ کشت، جوانه‌زنی بذور آغاز شده و بعد از ۲ هفته از محیط جوانه‌زنی به محیط کشت نهایی برای اعمال تیمارها منتقل شدند. در هر گلدان (با دهانه ۲۵ سانتی‌متر) به تعداد پنج عدد نشای ۴ برگی کاشته شد. با احتساب تعداد تیمارها، تکرارها و واحدهای آزمایشی (آن تعداد گلدانی که در هر تکرار درنظر گرفته شده‌است)، ۷۵ گلدان در این آزمایش وجود داشت. غلظت‌های انتخابی در تیمار شوری عبارت از صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر کلرورسدیم بودند. غلظت‌های کلرور سدیم نامبرده توسط سیستم هیدروپونیک و همراه محلول غذایی هوگلند (۱۲) ابتدا برای سازگاری بوته‌ها به محیط و بستر جدید، به مدت ۲ هفته گلدان‌ها هر روز با ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول غذایی آبیاری شدند. پس از سازگاری بوته‌ها به بستر جدید، تنش شوری در ۵ سطح۰ (فقط محلول هوگلند)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار شوری، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار تا هنگام گلدهی، به مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول غذایی حاوی نمک سدیم‌کلراید در سطوح مورد نظر و با دفعات آبیاری یک روز در هفته اعمال شد. پس از سه ماه از شروع کشت و پس از کامل‌شدن رشد رویشی، گیاهچه‌ها بیرون آورده‌شدند و شاخص‌های مختلف رشد از قبیل طول ریشه، طول ساقه، وزن تر ساقه، وزن‌تر ریشه، وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شدند. پس از چهار ماه از شروع کشت و در مرحله گلدهی کامل اقدام به برداشت۱۰۰ گرم نمونه برگ از هر واحد آزمایشی گردیده و در یک آسیاب کاملاً خرد شد و بر اساس روش توصیه شده در فارماکوپه بریتانیا و به‌روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر (کلونجر) طی چهار ساعت اسانس‌گیری انجام شد. پس از خارج نمودن اسانس از کلونجر و جداسازی آب همراه آن با سورنگ شیشه‌ای با استفاده از سولفات‌سدیم خشک آبگیری و تا زمان استفاده در شیشه‌های تیره و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. عملکرد اسانس، با استفاده از بیومس کل، محاسبه گردید (۸). اجزای اسانس با استفاده از GC-MS شناسایی شد. دستگاه گاز کروموتوگرافی استفاده شده از نوع ThermoQuest-Finnigan مدل TRACE MS ستون به طول ۳۰متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. تنظیمات دمایی دستگاه به صورت: دمای ابتدایی آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد و در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد و پنج دقیقه توقف در این دما، بود. دمای ستون تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. طیف نگار جرمی مورد استفاده با مدل فوق با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص بازداری آن‌ها با استفاده از زمان بازداری و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت. محاسبه آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل معنی‌داری (LSD) در سطح ۵ درصد بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی‌ها نشان دادکه تمام صفت‌های اندازه‌گیری شده به صورت معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده قرار داشته‌اند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه اسطوخودوس

Table 1- ANOVA of salinity stress on morphological characteristics of Laverder

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Freedom degree	میانگین مربعات Mean of square					
		وزن تر اندام هوایی shoot fresh weight (g)	وزن تر ریشه root fresh weight (g)	وزن خشک ریشه root dry weight (g)	طول ساقه stem length (cm)	طول ریشه root length (cm)	درصد اسانس essential oil percent
شوری Salinity	4	1222.5**	813.23**	154.11**	196.11*	5.1*	0.233**
خطا Error	10	60.93	41.2	9.12	18.6	10.73	0.0028
CV (%)		17.87	26.86	23.81	12.54	10.09	8.84

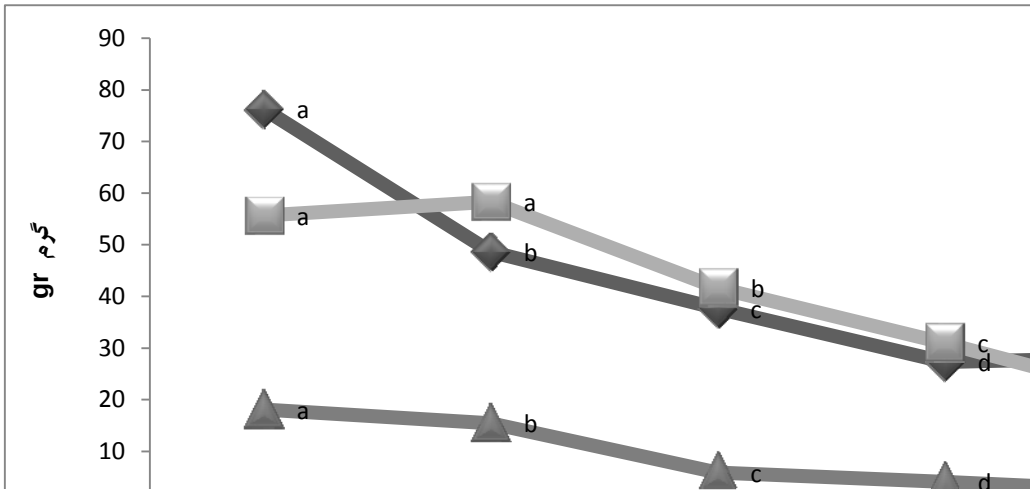
** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

**significant differences at 1%, * significant differences at 5%

با افزایش تنش شوری، وزن تر ساقه و ریشه کاهش یافت (شکل۱). همان‌طورکه سلامی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که در گیاهان زیره‌سبز[1] و سنبل‌الطیب[2]، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، بیوماس و نسبت اندام هوایی به ریشه در اثر تنش شوری کاهش یافت، که این نتایج تاییدی بر نتایج آزمایشات فوق می‌باشد. از جمله دلایلی که می‌توان برای این کاهش وزنی در گیاهان مورد مطالعه بیان نمود، از بین رفتن تعادل یونی و تعادل اسمزی تحت تاثیر تنش شوری می‌باشد و مطابق با بررسی‌های ازترک و همکاران (۱۵) است که اثر شوری را بر روی بادرنجبویه بررسی نموده و دریافتند که شوری سبب کاهش طول ریشه، وزن‌تر و خشک ریشه و ساقه و درصد اسانس در این گیاه می‌شود. کاهش وزن تر اندام هوایی تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل تجمع یون‌ها مضر مانند Cl^{-}، Mg^{+2} ، Na و $SO4^{2-}$ می‌باشد که یا خود آنها مضرند ویا باعث اختلال در متابولیسم مواد غذایی دیگر می‌شوند. مثلا رقابت آن‌ها با عناصر غذایی مهم سبب اختلال در جذب مواد غذایی می‌شوند. به‌علاوه با افزایش سطح شوری تعداد برگ کاهش می‌یابد که این به‌خاطر کاهش تقسیم سلولی و تمایز و در نتیجه کاهش تعداد برگ می‌باشد (۲۷). همچنین با افزایش تنش شوری، خشک ریشه کاهش یافت (شکل۱). همانطور که ذکر شد این نتیجه با نتایج آزمایشات سلامی و همکاران (۱۹) روی اثر تنش شوری بر زیره سبز و سنبل‌الطیب و ازترک و همکاران (۱۵) روی اثر شوری بر بادرنجبویه، مطابقت دارد. زیرا سمیت یونی حاصل از تجمع عناصر مضر سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی گیاه و در نهایت سبب از بین رفتن گیاه یا کاهش شدید در اندام هوایی می‌شود. همچنین تنش شوری به خصوص در غلظت‌های بالای NaCl موجب از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه آب‌کشیدگی از بافت‌ها و از بین رفتن آماس سلولی گردیده و در نهایت منجر به پژمردگی می‌شود. مصرف بیش از حد انرژی جهت تولید برخی از مواد آلی که نقش پایدارسازی تعادل اسمزی را با جذب یون‌ها انجام می‌دهند از دیگر عوامل کاهش وزن تر اندام هوایی به شمار می‌آید. با افزایش سطح شوری، طول ساقه کاهش چشمگیری داشت (شکل۲). این نتیجه مطابق با بررسی‌های صفرنژاد و حمیدی (۱۸) است که ضمن بررسی اثر شوری بر روی رازیانه[3] ملاحظه نمودند که علاوه بر کاهش جدی جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، وزن‌تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه و زیست‌توده به طور معنی‌داری در اثر شوری کاهش یافت. که این اختلال رشدی و کاهش ارتفاع اندام هوایی به دلیل کاهش و یا از بین رفتن سطح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش شوری می‌باشد. همچنین با افزایش تنش شوری، طول ریشه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۲). این نتیجه با نتیجه آزمایشات صفرنژاد و همکاران (۱۷) که اعلام کردند که با افزایش تنش شوری درصدجوانه زنی، شاخص قدرت جوانه‌زنی بذر، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه در سیاهدانه کاهش می‌یابد، همسو می‌باشد. این کاهش رشد در گیاهان تحت تنش شوری، به دلیل کاهش ذخائر انرژی گیاه باشد که می‌تواند در نتیجه کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان بوجود بیاید. همچنین کاهش طول ریشه می‌تواند به علت سمیت یونی و در نهایت اختلال متابولیسمی باشد و افزایش پس از آن، به این دلیل است که ریشه یکی از اندام‌های است که شروع به گسترش می‌کند تا سطح جذب‌کننده گیاه را افزایش دهد، در نتیجه هر چه طول ریشه گسترش می‌یابد قدرت جذب آب افزایش یافته و اثر تنش خشکی کم می‌شود که این نتیجه با نتایج عباسقلی‌زاده (۱) روی پونه‌سای البرزی مطابقت داشت. با افزایش سطح شوری، درصد اسانس ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (شکل ۳). این نتیجه موید تاثیر مثبت سطوح کم تنش بر درصد اسانس می‌باشد که با افزایش سطوح تنش درصد اسانس کاهش می‌یابد که دلیل کاهش درصد اسانس در سطوح متوسط تا شدید را می‌توان کاهش سطوح فتوسنتز کننده و مصرف بیش از حد انرژی در جهت کنترل و کاهش اثر شوری برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و آماس سلولی و در نتیجه کاهش تولید متابولیت‌های ثانویه و درصد اسانس ذکر نمود (۱۵).

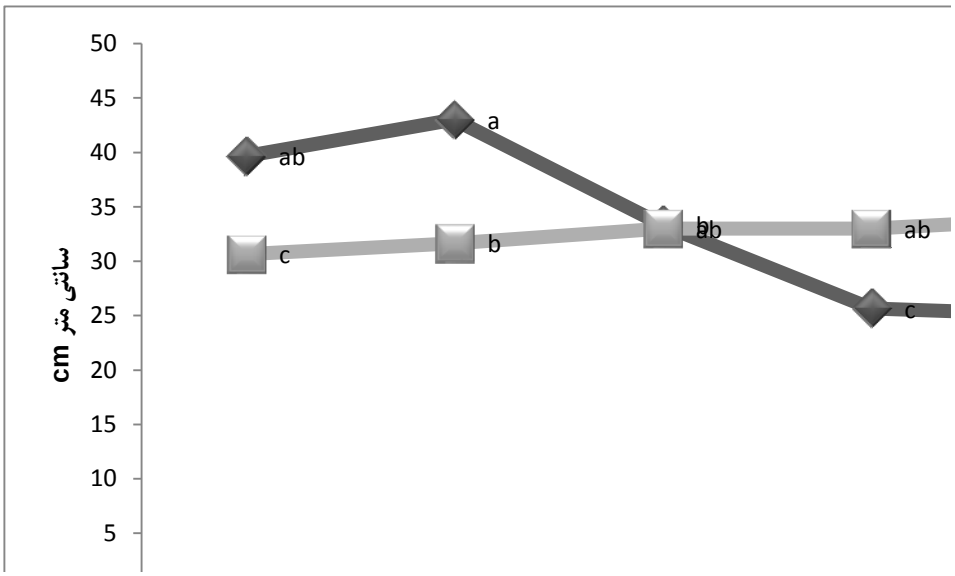
باتوجه به جدول۲ مشخص است که ترکیب اجزای اسانس تحت تاثیر تنش شوری، تغییر کرده‌است. به‌طوری‌که با افزایش سطح شوری مقدار بورنئول، کادینول، کامفور، کاریوفیلن اکساید و سیمن۸-ال ابتدا افزایش و سپس در سطح پنجم کاهش، ترکیبات مختلف سیمن ابتدا تا سطح دوم شوری کاهش، در سطوح متوسط افزایش و در سطح پنجم کاهش داشته است. نتایج نشان می‌دهند با افزایش تنش به خصوص تا سطوح متوسط (سطح چهارم)، اجزایی از اسانس که تعیین‌کننده کیفیت آن می‌باشند به نفع افزایش کیفیت اسانس، افزایش نشان داده‌اند به طوری که بورنئول، کاریوفیلن اکساید و سیمن-۸-ال از ترکیبات مهم اسانس، افزایش‌دهنده کیفیت اسانس، افزایش یافته است.

1 - Nigella sative
2 - Cuminum cyminum
3 - Foeniculum vulgare Mill.



شکل ۱- اثر تنش شوری بر وزن تر ریشه و ساقه و وزن خشک ریشه گیاه اسطوخودوس

Figure 1- The effect of salinity on shoot and root fresh weight and root dry weight of Laverder



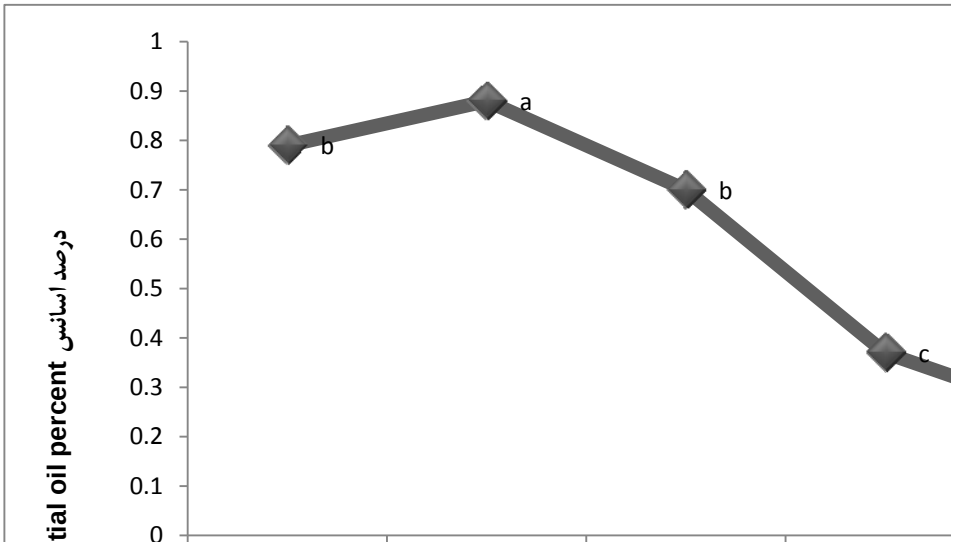
شکل ۲- اثر تنش شوری بر طول ساقه و ریشه گیاه اسطوخودوس

Figure 2- The effect of salinity on stem and root length of Laverder

تغییرات مشاهده‌شده در ترکیب اجزای اسانس اسطوخودوس تحت تاثیر تنش شوری، در گیاهان دارویی دیگر نیز گزارش شده است به‌طوری‌که این تغییرات را می‌توان به صرف بیشتر انرژی گیاه برای جذب آب در شرایط تنش، تغییر و افزایش غلظت پروتوپلاست، تغییر در مسیرهای تنفسی و مسیر فسفات‌پنتوز مربوط دانست که به نوعی در تولید آنزیم‌های تولید کننده اسانس در گیاه اختلال ایجاد کرده و در نتیجه سبب تغییر در اجزای اسانس می‌شوند و می‌تواند نوع ترکیب‌های اسانس را نیز تغییر دهد (۲). به‌طوری‌که در تحقیق مشابهی، ال-کلتاوی وکروتیو (۴) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه‌ای از نعناع بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث یک کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد اسانس می‌شود. تحت اثر شوری در نعناع، مقدار لیمونن[1] افزایش ولی مقدار کارون[2] کاهش یافت. در مورد مرزنجوش نیز تنش شوری باعث افزایش در مقدار سابینین[3] شد که با کاهش در مقدار هیدرات سابنین[4] همراه بود. نتایج این تحقیق نشان داد که نعناع و مرزنجوش به شوری حساس هستند و شوری

1 -Limonene
2 -Carvone
3 -Sabinene
4 -Sabinene hydrate

رشد و تولید اسانس را شاید از طریق محدود کردن متابولیسم و انتقال سیتوکینین متوقف می‌سازد، زیرا محلول‌پاشی گیاهان مذکور با سیتوکینین، رشد و تولید اسانس را افزایش داده و اثرات شوری را تا حد زیاد تعدیل نمود. ازطرف دیگر در نتیجه تنش شوری متابولیسم گیاه و تولید آنزیم‌های سازنده اسانس تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در نتیجه در مقدار نهایی اجزای اسانس تغییر ایجاد می‌گردد.



شکل ۳- اثر تنش شوری بر وزن درصد اسانس گیاه اسطوخودوس

Figure 3- The effect of salinity on essential oil percent of Laverder

جدول ۲- اثر سطوح مختلف تنش شوری روی اجزای اسانس برگ اسطوخودوس

Table 1- The effect of salinity stress of leaf components of Laverder essential oil

	NaCl ($mmol\ L^{-1}$)				
متابولیت‌های ثانویه Secondary metabolits	**0**	**25**	**50**	**75**	**100**
Borneol	27.76	30.3	34.9	38.9	18.15
Epi-α-Cadinol	39.2	28.8	24.8	22.3	42.55
Caryophyllene oxide	6.53	9.45	9.75	10	7.5
1-8-Cineol	0.53	0.55	0.57	0.6	0.1
Camphor	1.36	1.43	2.7	3.6	0.6
P-Cymen-8-ol	0.8	0.6	0.9	1.5	0.45
P-Cymen-9-ol	0.56	0.3	1.1	2.5	0.25
Γ-Cadinene	4.84	6.5	7.93	2.9	10.15
cis-14-nor>Muurol-5-en-4-one>	4.2	4.2	3.7	3.5	6.2
Cyclolorenone	5.23	4.55	4.1	3.6	6.5
Hexahydrofarnesyl acetone	1.3	2.1	1.8	1.2	2.2
1-10-di-epi-cubenol	2.2	2.1	1.7	1.9	2.3
Camphene	0.13	0.1	0.01	–	–
P-Cymene	0.13	0.2	0.14	0.1	0.05
Crypton	0.1	1.05	0.9	0.7	0.2
Eucarvone	0.26	0.7	0.75	0.8	0.1
Borneol Formate	0.26	0.4	0.3	0.2	0.2
Cumin aldehyde	0.56	0.8	0.7	0.6	0.35
Carvone	0.3	0.35	0.46	0.6	0.15
Phellandral	0.06	0.4	0.3	0.1	0.05
Bornyl acetate-١	1	1.2	1.8	2.3	0.6
α-Santalene	0.45	0.55	0.5	0.4	0.2
α-Calacorene	0.5	0.3	0.4	0.4	0.45
Total	98.76	97.85	98.5	98.6	99.3

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد اسطوخودوس دارای تحمل متوسطی نسبت به تنش شوری می‌باشد به‌طوری‌که در اکثر خاک‌های کشاورزی مشروط براین‌که حد شوری آن‌ها از ۲۵میلی‌مولار کلریدسدیم بیشتر نباشد، می‌تواند پرورش یابد در غیر این‌صورت افزایش درصد و کیفیت اسانس ممکن است تا حدی کاهش شاخص‌های رشدی در اثر تنش شوری را جبران نماید.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی با شماره ۱۲۹-۳۱۴-۹۲ مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۳۰، با اعتبارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده‌است که بدین وسیله از معاونت و مدیریت محترم پژوهشی صمیمانه تشکر می‌گردد

منابع

1- Abbasghlizadeh M. 2011. Effect of drought stress on quantity and quality characters of medicinal plant Nepeta racemosa. MSc thesis from Islamic Azad University-Rudehen unit. 86 pages.
2- Afzali S.F.A.D., Shariatmadari H., Hajiabbasi, M.A. and Moatar F. 2007. Salinity and drought stresses effects on flower yield and flavonol-o-glycosides in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 3 (37): 382-390 (in Persian).
3- Dow A.I., Cline, T.A. and Horning E.V. 1981. Salt tolerance studies on irrigated mint. Bull. Agr. Center, Washington State University, Pullman, No: 906.
4- El-Keltawi N.E. and Croteau R. 1987. Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reverse foliar applied cytokinin. Phytochemistry, 26:1333-1334.
5- Hajisamadiasl B., Hassanpouraghdam, M.B. and Khalighi A. 2011. Effects of gibberlic acid (GA3) foliar application on growth characteristics andessential oil of Lavender (*Lavandula officinalis* Chaix.), Journal of Agriculture Sciences. 21(2): 223 – 232.
6- Jaimand K. and Rezaei M.B. 2001. Essential oil and essential oil device. Researches of Medicinal and Aromatic Plants, 9: 1-161.
7- Khorasaninejad S., Mousavi A., Soltanloo H., Hemmati, K. and Khalighi A. 2010. The Effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of Peppermint (*Mentha piperita* L.). World Applied Sciences Journal, 11 (11): 1403-1407.
8- Mashreghi M., Azizi M., Oroojalian, F. and Shah Tahmasebi N. 2014. Study on the chemical constituents and antibacterial activity of *Kelussia odoratissima* and *Teucrium polium* essential oils against some food borne pathogens. Journal of Horticultural Science, 28 (4): 487-495 (in Persian).
9- Mozaffarian V. 1996. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang moaser, Tehran. 740p.
10- Nazari H., Jahanjo N., Safarieh M., Taherian M., Khaleghian, A. and Vafaei A. 2011. The effect of *Avena sativa* alcoholic and aqueous ewtract on the wound healing and skin inflammation. Urmia Medical Journal, 22 (5): 467-473.
11- Niakan M., Khavarynejad, R.A. and Rezaee M.B. 2004. Effects of different rates of NPK fertilizer on the leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content of *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 20 (2): 131-148.
12- Noruzi M. 2001. The Hydroponic. Mohaddes Press.
13- Olfa Baatour R., Kaddour W., Aidi Wannes, M. and Lachaal Marzouk B. 2009. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). Acta Physiol Plant, 10: 0374-4.
14- Omidbeigi R. 2005. Produce and process of medicinal plants. Volume 3. Astan Ghods Razavi Press. 400p.
15- Ozturk A., Unlukara A., Ipek, A. and Gurbuz B. 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of Lemon Balm (*Melissa officialis* L.). Pakistan Journal of Botany, 36(4): 787-792.
16- Prasad A., Anwar M., Patra, D.D. and Singh D.V. 1996. Tolerance of mint plants to soil salinity. Journal of the Indian Society of Soil Science, 44(1):184-186.
17- Safarnejad A., Sadr, S.V.A. and Hamidi H. 2007. Effect of salinity stress on morphological characters of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 15(1): 75- 84 (In Persian).
18- Safarnejad A. and Hamidi H. 2008. Morphological characterization of *Foeniculum vulgare* Mill. in response to salt stress, 17(1): 38-49.
19- Salami M.R., Safarnejad, A. and Hamidi H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. Pajouhesh and Sazandegi, 72: 77 -83 (In Persian).
20- Sarani H., Heidari M., Glavi, M. and Siahsar B.A. 2013. Effects of salinity and iron on growth, photosynthetic pigments and electrophoresis bands in two genus chamomile (*Matricaria chamomilla* L. and *Anthemis nobilis* L.).

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(4): 732-746 (In Persian).
21- Statistics letter of agriculture. 2011. Volume 2. Ministry of Agricultural Jahad.
22-The plan of guideline of Medicinal plant Research. 2008. Research Institute of Forestes and Rangelands.
23- The Site of Medical Services of Iran, WWW.IranEMs.com
24- Szabolcs I. 1989. Salt-affected soils. CRC press. Boca Raton. Florida. p 274.
25- Udagawa Y., Ito T., Tognoni F., Namiki T., Nukaya, H. and Maruo T. 1995. Some response of dill (*Anettum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) grown in hydroponics to the concentration of nutrient solution. Acta Horticulturae, 396:203-210.
26- Upson T. and Andrews S. 2004. The genus Lavandula, 1st edn. Timber press, Portland, Oregon.
27- Zafari F., Amiri, M.E. and Vatanpour Azghandi A. 2015. Physiological response of pear *(Pyrus Communis* cv. Dargazi*)* to salinity stress under In vitro conditions. Journal of Horticultural Science, 28(4): 594-599 (in Persian).