

## اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر رشد، عملکرد، میزان و ترکیب‌های اسانس *Agastache foeniculum kuntz.*

اروجعلی خرسندی<sup>۱\*</sup>، عباس حسنی<sup>۲</sup>، فاطمه سفیدکن<sup>۳</sup>، حبیب شیرزاد<sup>۴</sup> و علیرضا خرسندی<sup>۵</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

پست الکترونیک: Khorsandy\_hort@yahoo.com

۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- استاد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- مربی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۵- کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۸۸

### چکیده

شوری خاک و آب از عوامل کاهش‌دهنده‌ی رشد و عملکرد بسیاری از محصولات کشاورزی در ایران می‌باشد. آگاستاکه (*Agastache foeniculum kuntz.*) گیاهی علفی، چندساله و معطر متعلق به تیره نعناعیان (Lamiaceae) است. از مواد موثره این گیاه در صنایع غذایی، داروسازی، آرایشی و بهداشتی و همچنین در بستنی‌سازی استفاده می‌شود. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر شوری بر رشد، عملکرد و میزان اسانس انجام گردید. این بررسی به صورت یک آزمایش گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار سطوح شوری شامل صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌مول در لیتر کلرور سدیم و چهار تکرار در گلخانه انجام شد و برخی عوامل‌های رشدی، عملکرد و میزان اسانس اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تنش شوری اثر معنی‌داری بر عامل‌های اندازه‌گیری شده دارد. با افزایش سطح شوری، ارتفاع بوته، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، فواصل میانگره‌ها، تعداد و سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه، عملکرد پیکر رویشی تر و خشک در گلدان و میزان اسانس در گلدان کاهش یافت. در اجزاء متشکله‌ی اسانس ترکیب‌هایی نظیر بتا-پینن، میرسن، انیس‌آلدئید و بتا-بوربونن افزایش و به‌عکس مقدار لینالول و متیل‌کاوایکول کاهش یافت. همچنین در سطح شوری ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌مولار کلرور سدیم بوته‌ها قبل از به گل رفتن از بین رفتند.

واژه‌های کلیدی: *Agastache foeniculum kuntz.*، تنش شوری، رشد، عملکرد، اسانس، نعناعیان.

### مقدمه

خاک‌های شور در ایران حدود ۲۴ میلیون هکتار است که معادل ۱۵٪ از اراضی کشور می‌باشد (جعفری، ۱۳۷۳). مهمترین واکنش گیاه به شوری، کاهش رشد است. شوری خاک از چند راه بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه

امروزه شوری خاک و آب یکی از موانع و محدودیت‌های استفاده از این منابع در تولید بهینه محصولات کشاورزیست (همایی، ۱۳۸۱). وسعت

معالجه‌ی بیماریهای ریوی و سرفه استفاده می‌کنند. اسانس آگاستاکه، خاصیت ضد باکتریایی و قارچی دارد. گل‌های این گیاه عسل‌آور هستند (امیدبگی، ۱۳۸۴). با توجه به این که این گیاه به تازگی به ایران آورده شده و همچنین در مورد اثر تنش شوری بر روی این گیاه آزمایش انجام نشده است، بنابراین لازم است که واکنش‌های این گیاه نسبت به عوامل محیطی بررسی شود. در همین راستا تحقیق حاضر به منظور شناخت واکنش این گیاه به تنش شوری مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روشها

جهت بررسی اثر تنش شوری بر روی رشد، عملکرد و اسانس گیاه، یک آزمایش گل‌دانی در طی بهار و تابستان سال ۱۳۸۶، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار در محل گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا گردید. تیمارهای شوری مورد استفاده در این آزمایش عبارت از صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌مول در لیتر کلوروسدیم بودند که به ترتیب دارای هدایت الکتریکی معادل ۰/۷۱، ۳/۷۵، ۶/۷۲، ۱۰/۰۵، ۱۲/۹۱ و ۱۴/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر بودند. هر واحد آزمایشی متشکل از شش گل‌دان بود. گل‌دان‌های مورد استفاده از نوع پلاستیکی و با حجم ۱۱ لیتر بودند. پس از توزین هر کدام از گل‌دان‌های خالی، در کف گل‌دان‌ها به مقدار مساوی (۵۰ گرم) شن درشت (جهت انجام زه‌کشی) ریخته شد و بعد گل‌دان‌ها با خاک تهیه شده پر شدند (در داخل هر گل‌دان ۱۱ کیلوگرم خاک). نتیجه آزمایش خاک در جدول ۱ آورده شده است.

تأثیر می‌گذارد ولی نشانه‌های آسیب‌دیدگی ناشی از وجود شوری معمولاً هنگامی در گیاه آشکار می‌شود که غلظت املاح محلول در خاک بسیار بالا باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰؛ همایی، ۱۳۸۱). تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیر زیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند. کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده‌ماندن گیاه در شرایط تنش است (Zhu, 2001). EL-Keltawi و Croteau (۱۹۸۷) ضمن بررسی اثر تنش شوری بر روی مرزنجوش و گونه‌ای نعنای ملاحظه نمودند که در هر دو گیاه ارتفاع گیاه و سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. اثر زیان‌آور شوری بالا بر روی گیاهان را می‌توان در سطح کل گیاه، مثل مرگ گیاه و یا کاهش محصول مشاهده نمود (Kumar & Bandhu, 2005). Montanari و همکاران (۲۰۰۸)، گزارش کردند که شوری ناشی از کلرور سدیم باعث کاهش رشد در گیاه *Echinacea angustifolia* شد. کاهش میزان اسانس در اثر تنش شوری در رازیانه (Ashraf & Akhtar, 2004)، زیان (Ashraf et al., 2004) و ریحان (حسینی، ۱۳۸۲) نیز گزارش شده است.

آگاستاکه گیاهی علفی، چندساله و معطر است که متعلق به خانواده نعنای (Lamiaceae) می‌باشد. این گیاه بومی آمریکای شمالی است و در مناطق مدیترانه‌ای و اروپای مرکزی و شمالی کشت می‌گردد (Hegi, 1993؛ Charles et al., 1991). این گونه (*Agastache foeniculum*) جزء مهمترین گونه‌های جنس آگاستاکه است که به منظور تولید اسانس کشت می‌شود. متیل کائوکول عمده‌ترین ترکیب در اسانس این گیاه می‌باشد (Omidbaigi, Gershenson & Croteau, 1990). Sefidkon, 2003 & امیدبگی، ۱۳۸۴). از این گیاه برای

دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) در آزمایشگاه شیمی گیاهی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شد. همچنین با توجه به این که بوته‌ها در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌مولار قبل از به گل رفتن از بین رفتند، بنابراین صفات مورد بررسی در این تیمارها اندازه‌گیری نشدند. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه و تحلیل گردید و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

### نتایج

#### اثر تنش شوری بر پارامترهای رشدی ارتفاع بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، شوری اثر معنی‌داری ( $P < 0.1$ ) بر ارتفاع گیاه داشته است. همچنین مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری، ارتفاع گیاه کاهش یافته است، به طوری که بیشترین ارتفاع (۶۷/۸۸ سانتی‌متر) در تیمار شاهد (صفر میلی‌مولار) و کمترین ارتفاع (۳۲/۰۱ سانتی‌متر) در تیمار ۷۵ میلی‌مولار دیده شد.

#### تعداد و طول شاخه‌های جانبی

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر شوری بر تعداد و طول شاخه‌های جانبی معنی‌دار ( $P < 0.1$ ) بوده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری تعداد و مجموع طول شاخه‌های جانبی کاهش یافته است و اختلاف بین تیمار شاهد با سایر تیمارها از نظر طول شاخه‌های جانبی معنی‌دار بوده که بیشترین طول شاخه مربوط به تیمار شاهد (۱۵۷/۵ سانتی‌متر) و کمترین طول

در طول مدت آزمایش دمای حداقل و حداکثر گلخانه به‌طور متوسط ۱۶/۸۱ و ۳۲/۰۵ درجه سانتی‌گراد بود و روشنایی مورد نیاز گیاهان با نور طبیعی آفتاب تأمین می‌شد. ۳۰ عدد بذر در هر گلدان (عمق کاشت ۰/۵ سانتی‌متر) کشت شدند، بعد از سبز شدن بذرها، بوته‌ها در طی چند مرحله تنک گردیده و نهایتاً در داخل هر گلدان هفت بوته نگهداری شد. آبیاری تا شروع تیمارها با آب معمولی (شاهد) به صورتی بود که بوته‌ها دچار تنش آبی نگردند (یک لیتر آب، دوبار در هفته). در مرحله شش تا هشت برگی شدن بوته‌ها (۸ هفته بعد از کاشت) اعمال تیمارهای شوری با آب حاوی غلظت‌های مورد نظر کلرور سدیم شروع شدند. برای جلوگیری از شوک ناگهانی ناشی از شوری آب آبیاری، تیمارهای شوری از کمترین مقدار (۲۵ میلی‌مول در لیتر) شروع شده و غلظت‌های بیشتر به تدریج در طی چند روز (هر روز ۲۵ میلی‌مول در لیتر) به گلدان‌ها افزوده شد. آبیاری با آب شور به صورت زه‌آب بود تا تجمع نمک در داخل خاک ایجاد نگردد (یک لیتر، دو روز در میان)، همچنین سه هفته یک‌بار با یک لیتر آب معمولی (بدون شوری) گلدان‌ها آبیاری شدند تا نمک‌های تجمع یافته احتمالی از گلدان‌ها خارج گردند. در مرحله گلدهی کامل (حدود هشت هفته پس از شروع تیمارهای شوری) از هر واحد آزمایشی یک گلدان به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، فواصل میانگره‌ها، تعداد و سطح برگ، شاخص سطح برگ و عملکرد پیکر رویشی در گلدان اندازه‌گیری شد. همچنین برداشت بوته‌ها به منظور استخراج و اندازه‌گیری اسانس در مرحله گلدهی کامل انجام شد و اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب انجام شد. جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس با استفاده از

غلظت نمک در آب آبیاری تعداد و سطح برگها دچار کاهش شده‌اند، به طوری که تعداد برگ در تیمار شاهد از ۱۱۱/۱ عدد به ۴۳/۱۳ عدد در تیمار ۷۵ میلی مولار رسیده است. همچنین بیشترین سطح برگ در تیمار شاهد (۱۲۴۷ سانتی متر) و کمترین آن در تیمار ۷۵ میلی مولار (۳۴۵/۶ سانتی متر) مشاهده شد، هر چند اختلاف سطح برگ بین تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار در سطح ۰.۵٪ معنی دار نبود.

### وزن تر و خشک برگ و ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، شوری اثر معنی داری ( $P < 0.1$ ) بر وزن تر و خشک برگ و ساقه داشته است. همچنین مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش سطح شوری وزن تر و خشک برگ و ساقه کاهش یافته است و بیشترین و کمترین مقادیر صفات ذکر شده به ترتیب در تیمارهای شاهد (صفر میلی مولار) و ۷۵ میلی مولار مشاهده گردیدند. همچنین در مورد وزن تر و خشک برگها بین تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

### عملکرد ماده تر و خشک در گلدان

طبق نتایج تجزیه واریانس شوری اثر معنی داری ( $P < 0.1$ ) بر عملکرد ماده تر و خشک در گلدان داشته است (جدول ۲). به طوری که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری عملکرد ماده تر و خشک در گلدان کاهش یافت و اختلاف بین سطوح مختلف شوری از این نظر در سطح ۰.۵٪ معنی دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین میزان وزن تر (۱۵۳/۳ گرم) و وزن خشک (۳۹/۶۳ گرم) در تیمار شاهد و کمترین میزان وزن تر (۴۶/۵۲ گرم) و وزن خشک (۱۰/۴۸ گرم) در تیمار ۷۵ میلی مولار بدست آمد.

شاخه مربوط به تیمار ۷۵ میلی مولار (۱۱/۷۷ سانتی متر) بود، هر چند بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵ میلی مولار اختلاف معنی دار مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد شاخه‌های جانبی کمتر در تأثیر تنش شوری قرار گرفته و اختلاف معنی دار تنها در تیمار ۷۵ میلی مولار با بقیه تیمارها وجود داشت و بین تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری در سطح ۰.۵٪ مشاهده نشد.

### قطر ساقه

طبق نتایج تجزیه واریانس، شوری اثر معنی داری ( $P < 0.1$ ) بر قطر ساقه داشته است (جدول ۲). با افزایش سطح شوری قطر ساقه کاهش یافت و اختلاف بین کلیه تیمارها، به استثناء اختلاف بین تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار معنی دار بود و بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد (۳/۸۰ میلی متر) و کمترین قطر ساقه در تیمار ۷۵ میلی مولار (۲/۵۷ میلی متر) مشاهده شد (جدول ۳).

### طول میانگره‌ها

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر تأثیر معنی دار شوری بر طول میانگره‌ها می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری طول میانگره‌ها کاهش می‌یابد، به صورتی که بیشترین طول میانگره در تیمار شاهد (۵/۷۷۸ سانتی متر) و کمترین آن در نتایج تیمار ۷۵ میلی مولار (۳/۰۹۶ سانتی متر) مشاهده شد.

### تعداد و سطح برگها

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) بیانگر تأثیر معنی دار شوری بر تعداد و سطح برگها می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نیز نشان می‌دهد که با افزایش

### اثر تنش شوری بر اسانس محتوا یا درصد اسانس

درصد اسانس به طور معنی داری ( $P < 0.1$ ) در تأثیر شوری قرار گرفت (جدول ۴). با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری (تا حد ۲۵ میلی مولار) درصد اسانس افزایش یافت ( $2.2/0.8$ ٪ در تیمار ۲۵ میلی مولار)، اما در شوری‌های بالاتر از ۲۵ میلی مولار درصد اسانس کاهش یافت، به طوری که در تیمار ۷۵ میلی مولار کمترین درصد اسانس ( $1.1/0.75$ ٪) مشاهده شد. البته اختلاف درصد اسانس در تیمار شاهد با سطح شوری ۵۰ میلی مولار در سطح ۵٪ معنی دار نبود (شکل ۱).

### عملکرد اسانس

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) شوری اثر معنی داری ( $P < 0.1$ ) بر عملکرد اسانس در گلدان داشته است. بدین ترتیب که با افزایش درجات شوری، عملکرد اسانس در گلدان کاهش یافت (شکل ۲). به طوری که بالاترین عملکرد اسانس ( $3/54$  میلی لیتر در گلدان) در تیمار شاهد و کمترین میزان عملکرد اسانس ( $1/12$  میلی لیتر در گلدان) در تیمار ۷۵ میلی مولار مشاهده گردید.

### اجزاء متشکله اسانس

جدول ۵ ترکیب‌های شناسایی شده و درصد هر کدام از آنها را در تیمارهای مختلف شوری نشان می‌دهد. به طوری

که در اسانس حاصل از تیمار شاهد (صفر میلی مولار)، ۹ ترکیب شناسایی شد. ترکیب‌های عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: متیل کائوکیول ( $92/5$ ٪)، لیمونن ( $5/0$ ٪)، سابینن ( $1/3$ ٪) و بتا-پینن ( $0/5$ ٪) که در مجموع  $99/4$ ٪ از کل اجزاء اسانس را تشکیل می‌دادند. در اسانس حاصل از تیمار ۲۵ میلی مولار، ۹ ترکیب شناسایی شد. ترکیب‌های عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: متیل کائوکیول ( $90/4$ ٪)، لیمونن ( $5/9$ ٪)، بتا-پینن ( $1/0$ ٪) و میرسن ( $0/6$ ٪) که در مجموع  $97/9$ ٪ از کل اجزاء اسانس را تشکیل می‌دادند. در اسانس حاصل از تیمار ۵۰ میلی مولار، ۸ ترکیب شناسایی شد. ترکیب‌های عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: متیل کائوکیول ( $91/2$ ٪)، لیمونن ( $5/5$ ٪)، بتا-بوربونن ( $0/6$ ٪) و بتا-پینن ( $0/6$ ٪) که در مجموع  $97/8$ ٪ از کل اجزاء اسانس را تشکیل می‌دهند و در اسانس حاصل از تیمار ۷۵ میلی مولار، ۹ ترکیب شناسایی گردید. ترکیب‌های عمده اسانس در این تیمار به ترتیب مقدار عبارت بودند از: متیل کائوکیول ( $92/0$ ٪)، لیمونن ( $4/1$ ٪)، بتا-بوربونن ( $0/6$ ٪)، بتا-پینن ( $0/6$ ٪) و میرسن ( $0/5$ ٪) که در مجموع  $97/8$ ٪ از کل اجزاء اسانس را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱- نتایج آزمایش تجزیه خاک

بافت خاک	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم)	ازت کل (٪)	کربن آلی (٪)	واکنش گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی (EC) (دسی زیمنس بر متر)
شنی-لومی	۲۹۶	۴۹	۰/۲۸	۱/۵۴	۷/۳	۱/۱۹

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عامل‌های رشد اندازه‌گیری شده در رابطه با سطوح مختلف شوری

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های جانبی	طول شاخه‌های جانبی	قطر ساقه	تعداد برگ
بلوک	۳	۱۳/۶۶ **	۴/۶۸ *	۲۴۱/۹۳ **	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۸۳/۰۴ **
تیمار شوری	۳	۹۶۷/۳۳ **	۶۴/۸۰ **	۱۸۰۵۳/۹۵ **	۱/۰۴۹ **	۳۴۴۲/۷۹ **
اشتباه آزمایشی	۳	۲/۹۰	۲/۹۴	۲۰۴/۷۹	۰/۳۸	۸۵/۸۳
ضریب تغییرات (%)		۳/۴۶	۱۲/۰۲	۱۹/۴۵	۶/۱۵	۱۱/۶۵

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عامل‌های رشد اندازه‌گیری شده در رابطه با سطوح مختلف شوری

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات			
		برگ		ساقه	
		وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک
بلوک	۳	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۳ <sup>ns</sup>
تیمار شوری	۳	۴۸/۴۲۹ **	۳/۹۷۲ **	۳۴/۳۷۷ **	۲/۵۳۷ **
اشتباه آزمایشی	۹	۲/۳۶۷	۰/۱۳۵	۰/۱۸۲	۰/۰۱۲
ضریب تغییرات (%)		۱۸/۸۰	۱۸/۵۲	۷/۸۹	۸/۹۴

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های عامل‌های رشدی اندازه‌گیری شده در رابطه با سطوح مختلف شوری

غلظت کلرور سدیم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه‌های جانبی	طول شاخه‌های جانبی (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	طول میانگره‌ها (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)
صفر میلی‌مول در لیتر	۶۸/۸۸ a	۱۷/۳۸ a	۱۵۷/۵ a	۳/۸۰ a	۵/۷۷۸ a	۱۱۱/۱ a	۱۲۴۷/۰ a
۲۵ میلی‌مول در لیتر	۵۲/۶۵ b	۱۶/۶۳ a	۹۷/۴۶ b	۳/۲۲ b	۴/۵۴۹ b	۹۳/۰۰ b	۷۰۷/۲ b
۵۰ میلی‌مول در لیتر	۴۳/۶۳ c	۱۴/۶۳ a	۲۷/۶۳ c	۳/۰۱ b	۳/۸۸۲ c	۷۰/۷۵ c	۵۸۲/۹ b
۷۵ میلی‌مول در لیتر	۳۲/۰۱ d	۸/۵۰ b	۱۱/۷۷ c	۲/۵۷ c	۳/۰۹۶ d	۴۳/۱۳ d	۳۴۵/۶ c

حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین آنهاست (آزمون دانکن).

ادامه جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های عامل‌های رشدی اندازه‌گیری شده در رابطه با سطوح مختلف شوری

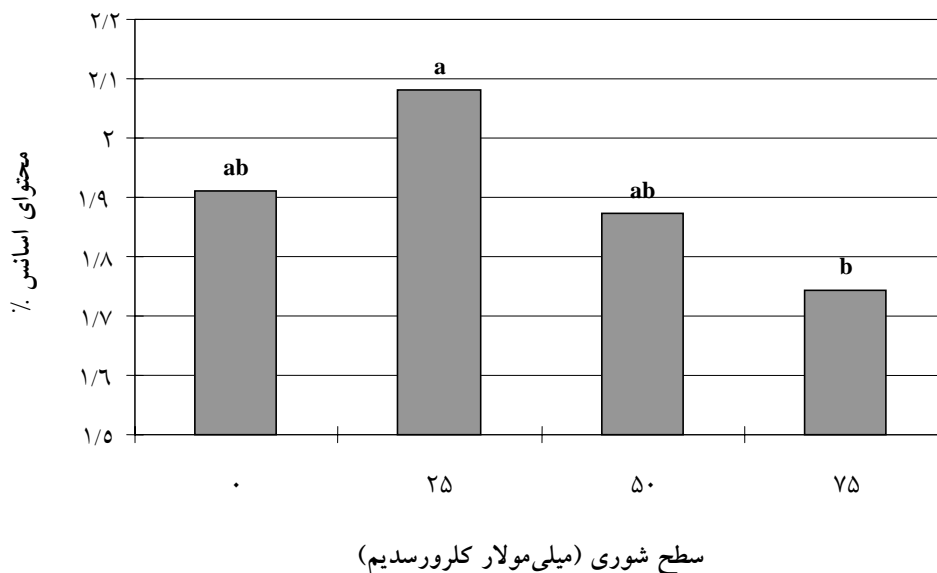
غلظت کلور سدیم	صفات				
	عملکرد ماده تر در گلدان (گرم)	عملکرد ماده خشک در گلدان (گرم)	برگ		ساقه
			وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن تر (گرم)
صفر میلی‌مول در لیتر	۱۲/۶۰ a	۳/۳۴۲ a	۹/۲۹۴ a	۲/۳۱۸ a	۱۵۳/۳ a
۲۵ میلی‌مول در لیتر	۸/۵۷۶ b	۲/۰۰۳ b	۸/۸۰۶ b	۱/۲۲۲ b	۱۰۰/۷ b
۵۰ میلی‌مول در لیتر	۷/۳۶۶ b	۱/۵۷۷ bc	۴/۰۶۲ c	۰/۸ c	۷۹/۹۹ c
۷۵ میلی‌مول در لیتر	۴/۱۸۹ c	۱/۰ c	۲/۴۵۷ d	۰/۴۹۷ d	۴۶/۵۲ d

حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در هر ستون، نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین آنهاست (آزمون دانکن).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس درصد و عملکرد اسانس در رابطه با سطوح مختلف شوری

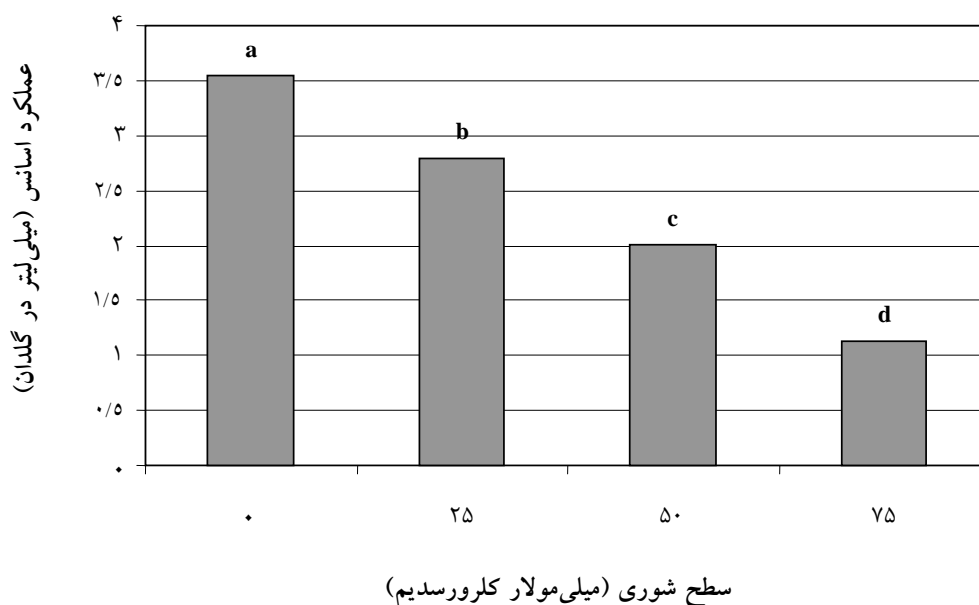
منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات	
		درصد اسانس	عملکرد اسانس در گلدان
بلوک	۳	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۱ ns
تیمار شوری	۳	۰/۰۷۷ **	۴/۳۱۶ **
اشتباه آزمایشی	۹	۰/۰۲۱	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات (%)		۷/۶۷	۸/۱۳

ns و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین‌های درصد اسانس در رابطه با سطوح مختلف شوری

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین آنهاست (آزمون دانکن)



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد اسانس در رابطه با سطوح مختلف شوری  
حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین آنهاست (آزمون دانکن)

جدول ۵- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس حاصل از تیمارهای مختلف شوری

ردیف	نام ترکیب	اندیس بازداری	صفر میلی مولار (شاهد) (%)	۲۵ میلی مولار (%)	۵۰ میلی مولار (%)	۷۵ میلی مولار (%)
۱	camphene	۹۵۲	-	-	-	۰/۲
۲	sabinene	۹۷۱	۱/۳	-	-	-
۳	$\beta$ -pinene	۹۷۵	۰/۵	۱/۰	۰/۶	۰/۶
۴	myrcene	۹۸۴	۰/۲	۰/۶	۰/۵	۰/۵
۵	limonene	۱۰۲۵	۵/۰	۵/۹	۵/۵	۴/۱
۶	<i>cis</i> -linalool oxide	۱۰۵۵	۰/۱	-	-	-
۷	linalool	۱۰۷۹	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۸	Methyl chavicol	۱۱۷۵	۹۲/۵	۹۰/۴	۹۱/۲	۹۲/۰
۹	anisaldehyde	۱۲۳۶	۰/۴	۰/۴	۰/۵	۰/۵
۱۰	$\beta$ -bourbonene	۱۳۸۰	۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶
۱۱	<i>trans</i> - $\alpha$ -bergamotene	۱۴۳۴	-	۰/۲	۰/۱	۰/۲
۱۲	$\alpha$ -humulene	۱۴۴۴	-	۰/۲	-	-



## بحث

## اثر تنش شوری بر عامل‌های رشد

شوری میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه مقدار انرژی کمتری برای نیازهای رشد باقی می‌ماند. بنابراین گیاهان در شرایط شور به طور عام ضعیف‌تر بوده و برگ‌های کوچکتری نسبت به گیاهان معمولی دارند. در شرایط شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد. در ابتدا فقط رشد گیاه بدون آن که هیچ‌گونه علائم خارجی در آن مشاهده شود متوقف می‌شود، بنابراین تشخیص اثر نمک در این مرحله دشوار است ولی بتدریج آثار تغییر در ساختمان برگ‌ها ظاهر می‌شود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش شوری که در این تحقیق مشاهده شد با نتایج تحقیقات حسنی (۱۳۸۲) در ریحان، El-Keltawi و Croteau (۱۹۸۷) در مرزنجوش و Ibrahim, *Mentha spicata* و همکاران (۱۹۹۱) در حسن یوسف و مریم‌گلی، Pascal و Barbieri (۱۹۹۷) در لوییـــــا و Chartzoulakis و Loupassaki (۱۹۹۷) در بادمجان مطابقت و همخوانی دارد.

در شرایط شوری، پتانسیل اسمزی محلول خاک مشابه حالتی است که از عمل خشکی نتیجه می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و در نتیجه انرژی آزاد آب کاهش یافته و گیاه برای جذب آب با مشکل مواجه می‌شود (اثر اسمزی). به همین دلیل تنش نمک را نوعی خشکی فیزیولوژیکی می‌دانند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). شاخه‌دهی زیاد در شرایط خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا باعث افزایش سطح تعرق‌کننده و اتلاف آب می‌گردد (Keim &

Kronstad, 1981). بنابراین کاهش تعداد و طول شاخه‌های جانبی ممکن است یک نوع سازوکار سازگاری باشد که به وسیله آن گیاه آگاستاکه تلاش می‌کند اتلاف آب را کاهش دهد. کاهش معنی‌دار طول شاخه‌های جانبی در اثر شوری توسط حسنی (۱۳۸۲) در ریحان نیز گزارش شده است.

کاهش رشد برگ اولین واکنش گیاهان گلیکوفیت در برابر شوریست (Munns & Termaat, 1986). این کاهش ممکن است نتیجه اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و یا نتیجه کاهش طول مدت توسعه سلولی باشد. همچنین به نظر می‌رسد که در گلیکوفیت‌ها، عدم توانایی برگ‌ها برای جادهی و مورد استفاده قرار دادن نمک انتقال یافته از ریشه در سرعتی متناسب با دریافت آن، باعث کند شدن آهنگ رشد برگ و در نهایت مرگ برگ شود (Volkmar *et al.*, 1998). در پی کاهش سطح برگ، جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه یا تاج پوشش کاهش می‌یابد که باعث کاهش تأمین فرآورده‌های فتوسنتزی لازم برای رشد می‌گردد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰؛ Volkmar *et al.*, 1998). Zekri و Parsons (۱۹۹۰) نیز بیان داشتند که کاهش رشد در شرایط شوری از کاهش سطح فتوسنتزکننده یا میزان فتوسنتز در واحد سطح ناشی می‌شود. به علاوه پیرشدن سریع برگ‌ها در اثر تنش شوری منجر به کاهش دوام سطح برگ می‌گردد. رشد برگ‌های جدید به وسیله انتقال کربن از برگ‌های بالغ پشتیبانی می‌شود. هنگامی که توانایی برگ‌های مسن‌تر برای حمایت رشد برگ‌های جدید کاهش می‌یابد (در اثر نکرورز برگ‌های ناشی از نمک زیاد) تولید و رشد برگ‌های جدید با مشکل مواجه می‌گردد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰؛ Volkmar *et al.*, 1998).

معنی داری یافت، در حالی که تعداد برگها در تأثیر شوری قرار نگرفت.

کاهش وزن تر و خشک برگ و ساقه گیاه آگاستاکه در شرایط شوری که در این تحقیق مشاهده شد با نتایج تحقیقات آروبی (۱۳۷۹) در کدوی تخمه کاغذی، آروین و کاظمی پور (۱۳۸۰)، خدادادی (۱۳۸۱) در پیاز، حسنی (۱۳۸۲) در ریحان، El-Keltawi و Croteau (۱۹۸۷) در مرزنجوش و Ibrahim *Mentha spicata* و همکاران (۱۹۹۱) در حسن یوسف و مریم گلی، Alberico و Cramer (۱۹۹۳) در ذرت، Morales و همکاران (۱۹۹۳) در گل انگشتانه و Graifenberg و همکاران (۱۹۹۶) در رازیانه مطابقت دارد که این کاهش در عامل های ذکر شده باعث کاهش تولید ماده تر و خشک و نیز میزان عملکرد در شرایط شوری می شود.

میزان شاخص سطح برگ (LAI) رابطه مستقیمی با سطح برگ داشته و تغییرات آنها تابع تغییرات سطح برگ است. بنابراین با کاهش سطح برگ در اثر شوری، مقدار عامل ذکر شده نیز کم می شود. LAI بیانگر میزان جذب اشعه فتوسنتزی توسط پوشش گیاهی می باشد و برای تولید حداکثر ماده خشک در اغلب محصولات، مقدار آن باید در حدود ۳ تا ۵ باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹). بنابراین کاهش LAI می تواند تا حدود زیادی توجیه کننده عملکرد پایین آگاستاکه در شرایط شوری باشد. گزارشهای متعددی در مورد کاهش LAI در اثر شوری در گیاهان مختلف وجود دارد (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). حسنی (۱۳۸۲) و Drazkiewicz (۱۹۹۴) بیان داشتند که به دنبال کاهش سطح برگ و پدیده کلروزه شدن و ریزش برگها در اثر شوری مقدار LAI کاهش می یابد.

علاوه بر کاهش رشد (کاهش ارتفاع، تعداد و طول شاخه های جانبی، قطر ساقه، تعداد و سطح برگها)، علائم ظاهری ناشی از تنش شوری به صورت زردی (کلروز) شدید برگهای پایینی و مسن گیاه (به خصوص در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ میلی مولار)، پیچش برگهای پایینی و نهایتاً مرگ و ریزش آنها، زردی خفیف در برگهای انتهایی و غنچه های گل، نکروز و سوختگی نوک و حاشیه های غنچه های گل و نیز جوانه های بسیار جوان جانبی و در نهایت از بین رفتن کل گیاه (به ویژه در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی مولار) و کوتاه ماندن ساقه گل دهنده (در شوری های بالای ۵۰ میلی مولار) تظاهر پیدا کرد. در حقیقت قسمتی از کاهش مشاهده شده در تعداد و سطح برگها (در شوری های بالای ۲۵ میلی مولار) از مرگ و ریزش برگهای مسن و پایینی گیاه در اثر شوری ناشی شده است. بدیهی است که با کاهش سطح برگ، گیاه آب کمتری را از طریق تعرق از دست می دهد، بنابراین محدود شدن سطح برگ را شاید بتوان به عنوان یکی از مکانیسم های دفاعی گیاه آگاستاکه برای اجتناب از شوری در نظر گرفت.

کاهش تعداد و سطح برگها در شرایط شوری که توسط حسنی (۱۳۸۲) در ریحان، Ibrahim و همکاران (۱۹۹۱) در حسن یوسف و مریم گلی، Alberico و Cramer (۱۹۹۳) در ذرت، Al-Harbi (۱۹۹۵) در خیار و گوجه فرنگی و Ghoulam و همکاران (۲۰۰۲) در چغندر قند نیز گزارش شده است، نتایج این تحقیق را مورد تأیید قرار می دهند. با این حال El-Keltawi و Croteau (۱۹۸۷) در مرزنجوش و *Mentha spicata* و Chartzoulakis و Loupassaki (۱۹۹۷) در بادمجسان گزارش کردند که سطح برگ در اثر شوری کاهش

شوری با کاهش در میزان اسانس بادرنجبویه همراه است. Prasad و همکاران (۱۹۹۶) نیز اعلام داشتند که شوری محتوی اسانس گونه‌های مختلف نعنای را به‌طور متغیری در تأثیر قرار می‌دهد. همچنین تنش شوری میزان اسانس را در گیاه خاله شیطانی (Ashraf et al., 2004)، رازیانه (Ashraf & Akhtar, 2004) و زنیان (Ashraf & Orooj, 2006) کاهش می‌دهد.

حسینی (۱۳۸۲) بیان نمود که با افزایش سطوح تنش شوری میزان اسانس گیاه ریحان تحت تأثیر قرار می‌گیرد که با نتیجه تحقیقات ما مطابقت می‌نماید. همچنین کاهش عملکرد اسانس در نتیجه تنش شوری ممکن است ناشی از اثر زیان‌آور تنش بر رشد و عملکرد پیکر رویشی گیاه باشد، به عبارت دیگر با کاهش عملکرد پیکر رویشی گیاه آگاستاکه در شرایط شوری، عملکرد اسانس نیز کاهش می‌یابد.

براساس نتایج بدست‌آمده، مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری مقدار ترکیب‌هایی نظیر بتا-پینن، میرسن، انیس‌الدئید و بتا-بوربون افزایش و بعکس مقدار لینالول و متیل کایکول کاهش یافت، اگرچه کاهش مشاهده شده در مورد متیل کایکول بسیار جزئی بود. تغییرات مواد مؤثره گیاهان در اثر شوری در تحقیقات Morales و همکاران (۱۹۹۳) که گزارش کردند شرایط شوری متوسط باعث افزایش مقادیر کاردنولاید در برگ‌های گل‌انگشتانه می‌شود و آروبی (۱۳۷۹) که اعلام داشت تنش شوری اثر معنی‌داری بر مقدار بتا-سیتوسترول در روغن بذر کدوی تخمه کاغذی دارد، نیز مشاهده گردید. همچنین حسینی (۱۳۸۲) بیان نمود که با افزایش غلظت نمک در آب آبیاری ریحان مقدار ترکیب‌هایی نظیر میرسن، او-۸-سینئول، متیل کایکول، بورنیل استات، ژرانیل

نتایج ارائه شده در مورد اثرهای تنش شوری بر عامل‌های رشد گیاه آگاستاکه مؤید این واقعیت است که رشد گیاه آگاستاکه نسبت به شوری آب آبیاری بسیار حساس است، زیرا به محض گذر از غلظت صفر میلی‌مول و برخورد با شوری واکنش منفی قابل‌توجهی را نشان داده است. کاهش معنی‌دار رشد (کاهش ارتفاع، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ‌ها، وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه) که حتی در پایتترین غلظت نمک (۲۵ میلی‌مول در لیتر) نیز دیده شد ماهیت گلیکوفیت بودن گیاه آگاستاکه را مورد توجه قرار می‌دهد.

#### اثر تنش شوری بر اسانس

نتایج بیشتر تحقیقات انجام گرفته، حکایت از کاهش مقدار و عملکرد اسانس گیاهان در اثر شوری دارد. بنابر گزارش Dow و همکاران (۱۹۸۱) شوری عملکرد اسانس را در گیاهان خانواده نعنای کاهش می‌دهد و این احتمالاً به دلیل محدود شدن عرضه سیتوکینین از ریشه‌ها به شاخه‌ها و در نتیجه تغییر نسبت بین سیتوکینین و اسیدآبسیسیک برگ باشد. El-Keltawi و Croteau (۱۹۸۶) دریافتند که آبیاری گیاه *Mentha spicata* با یک محلول شور رشد گیاه را کاهش داده و تشکیل اسانس را متوقف می‌سازد. در تحقیق مشابهی، El-Keltawi و Croteau (۱۹۸۷) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه‌ای نعنای بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث کاهش ۲۰ درصدی عملکرد اسانس می‌شود. Udagawa و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که با افزایش EC محلول غذایی، غلظت کل اسانس در گیاه شوید کاهش یافت ولی در آویشن غلظت کل و عملکرد اسانس افزایش نشان داد. Ozturk و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که افزایش میزان

- آروین، م. و کاظمی پور، ن.، ۱۳۸۰. آثار تنشهای شوری و خشکی بر رشد و ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی چهار رقم پیاز خوراکی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵۲(۴): ۵۱-۵۲.
- آروبی، ح.، ۱۳۷۹. تأثیر آماده سازی بذر، تنش شوری و تغذیه ازت بر برخی صفات کمی و کیفی کدوی تخمه کاغذی. پایان نامه دکتری، رشته علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- جعفری، م.، ۱۳۷۳. سیمای شوری و شور روی ها. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۵ صفحه.
- حیدری شریف آباد، ح.، ۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۹۹ صفحه.
- حسینی، ع.، ۱۳۸۲. بررسی اثرهای تنش خشکی و شوری ناشی از کلورور سدیم بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه ریحان رقم کشکنی لولو. پایان نامه دکتری، رشته علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- خدادادی، م.، ۱۳۸۱. بررسی اثرهای تنش شوری و آماده سازی بذر بر ویژگی های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام پیاز خوراکی ایران. پایان نامه دکتری، رشته علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- سرمندیا، غ. و کوچکی، ع.، ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.
- همایی، م.، ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۹۷ صفحه.
- Alberico, G.J. and Cramer, G.R., 1993. Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion? I. Preliminary screening of seven cultivars. *Journal of Plant Nutrient*, 16(11): 2289-2303.
- Al-Harbi, A.R., 1995. Growth and nutrient composition of tomato and cucumber seedling as affected by sodium chloride salinity and supplemental calcium. *Journal of Plant Nutrient*, 18(7): 1403-1416.
- Ashraf, M. and Orooj, A., 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). *Journal of Arid Environments*, 64: 209-220.
- Ashraf, M. and Akhtar, N., 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. *Bologia Plantarum*, 48(3): 461-464.

استات و سیس - آلفا-برگاموتن افزایش و بعکس مقدار لینالول، متیل اوژنول و آلفا-هومولن کاهش می یابد.

با توجه به یافته های تحقیق حاضر، کشت و پرورش گیاه آگاستاکه در شرایط شوری، به دلیل رشد ضعیف بوته ها، پایین آمدن عملکرد پیکر رویشی و کاهش درصد و عملکرد اسانس اقتصادی نبوده و قابل توصیه نیست. بنابراین نکته قابل تأملی که در این تحقیق وجود دارد این است که اگر چه میزان عملکرد اسانس در شوری های ۲۵ و ۵۰ میلی مولار کمتر از تیمار صفر میلی مولار (شاهد) بود، اما چون اختلاف بین تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی مولار با تیمار شاهد از نظر درصد اسانس معنی دار نشده است و از طرفی چون گیاهان تولید شده در شرایط شوری های ۲۵ و ۵۰ میلی مولار کوچکتر از تیمار شاهد بوده و حجم کمتری را اشغال می نمایند، بنابراین شاید بتوان با افزایش تراکم کاشت در شوری های تا حد ۵۰ میلی مولار، میزان کمبود عملکرد اسانس را نسبت به شرایط بدون تنش جبران کرد و به عملکرد قابل قبولی از اسانس دست یافت.

## سپاسگزاری

از دکتر لطفعلی ناصری (مدیریت محترم گروه علوم باغبانی)، مهندس رامین حاجی تقی لو (کارشناس گروه علوم باغبانی) و همچنین از مسئولان دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به دلیل در اختیار قرار دادن مواد آزمایشگاه های مورد نیاز و حمایت های مالی از تحقیق کمال تشکر را داریم.

## منابع مورد استفاده

- امیدبگی، ر.، ۱۳۸۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۴۳۸ صفحه.

- Keim, D.L. and Kronstad, W.E., 1981. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Science*, 21: 11-14.
- Kumar, P.A. and Bandhu, D.A., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Montanari, M., Degl'Innocenti, E., Maggini, R., Pacifici, S., Pardossi, A. and Guidi, L., 2008. Effect of nitrate fertilization and saline stress on the contents of active constituents of *Echinacea angustifolia* DC. *Food Chemistry*, 107(4): 1461-1466.
- Morales, C., Cusido, R.M., Palazon, J. and Bonfill, M., 1993. Response of *Digitalis purpurea* plants to temporary salinity. *Journal of Plant Nutrient*, 16(2): 327-335.
- Munns, R. and Termaat, A., 1986. Whole plant response to salinity. *Australia Journal Plant Physiology*, 13: 143-160.
- Omidbaigi, R. and Sefidkon, F., 2003. Essential Oil Composition of *Agastache foeniculum* Cultivated in Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 15: 52-53.
- Ozturk, A., Ipek, A., Unlukara, A. and Gurbuz, B., 2004. Effects of salt stress and water deficit on plant growth and essential oil content of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 36(4): 787-792.
- Pascal, S.D. and Barbieri, G., 1997. Effects of soil salinity and top removal on growth and yield of broadbean as a green vegetable. *Scientia Horticulturæ*, 71: 147-165.
- Prasad, A., Anwar, M., Patra, D.D. and Singh, D.V., 1996. Tolerance of mint plants to soil salinity. *Journal of Indian Society Soil Science*, 44(1): 184-186.
- Udagawa, Y., Ito, T., Tognoni, F., Namiki, T., Nukaya, A. and Maruo, T., 1995. Some responses of dill (*Anethum graveolens*) and thyme (*Thymus vulgaris*), grown in hydroponics to the concentration of nutrient solution. *Acta Horticulture*, 396: 203-210.
- Volkmar, K.M., Hu, Y. and Steppuhn, H., 1998. Physiological responses of plants to salinity. A review of *Canadian Journal of Plant Science*, 78: 19-27.
- Zekri, M. and Parsons, L.R., 1990. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on root distribution, growth and stomatal conductance of sour orange seedlings. *Plant and Soil Journal*, 129: 137-143.
- Zhu, J.K., 2001. Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2): 66-71.
- Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. and Rha, E.S., 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, 42(4): 543-550.
- Charles, D.J., Simon, J.E. and Widrlechner, M. P., 1991. Characterization of the essential oil of *Agastache* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39: 1946-1949.
- Chartzoulakis, K.S. and Loupassaki, M.H., 1997. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agriculture Water Management*, 32: 215-225.
- Dow, A.I., Cline, T.A. and Horning, E.V., 1981. Salt tolerance studies on irrigated mint. *Bulletin of Agricultural Research Center, Washington State University, Pullman*, 906p.
- Drazkiewicz, M., 1994. Chlorophyllase: Occurrence, functions, mechanism of action, effect of external and internal factors. *Photosynthetica*, 30(3): 321-331.
- El-Keltawi, N.E. and Croteau, R., 1986. Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of lamiaceae. *Phytochemistry*, 26(4): 891-895.
- El-Keltawi, N.E. and Croteau, R., 1987. Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reversal by foliar applied cytokinin. *Phytochemistry*, 26: 1333-1334.
- Gershenzon, J. and Croteau, R., 1990. Regulation of monoterpene biosynthesis in higher plants. *Recent Advances in Phytochemistry*, 24: 99-160.
- Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K., 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and praline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47: 39-50.
- Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L. and Lipucci Di Paola, M., 1996. Salinity affects growth, yield and elemental concentration of fennel. *Horticultural Science*, 31(7): 1131-1134.
- Gumes, A., Inal, A. and Alpuslun, M., 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrient*, 19(2): 389-396.
- Hegi, G., 1993. *Flora von Mitteleuropa*. J. F. Lehmanns Verlag Munchen. Vol 5, 2368p.
- Ibrahim, K.M., Collins, J.C. and Collin, H.A., 1991. Effects of salinity on growth and ionic composition of *Coleus blumei* and *Salvia splendens*. *Journal of Horticultural Science*, 66(2): 215-222.
- Joens, R.W., Pike, L.M. and Yourman, L.F., 1989. Salinity influences cucumber growth and yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114(4): 547-551.

## Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of *Agastache foeniculum* kuntz.

O. Khorsandi<sup>1</sup>, A. Hassani<sup>2</sup>, F. Sefidkon<sup>3</sup>, H. Shirzad<sup>2</sup> and A. Khorsandi<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, West Azarbaijan, Iran,  
E-mail: Khorsandy\_hort@yahoo.com

2- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, West Azarbaijan, Iran

3- Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: February 2010

Revised: August 2010

Accepted: August 2010

### Abstract

Water and soil salinity on the environmental agents limit plant growth and its productivity in Iran. Anise Hyssop (*Agastache foeniculum* kuntz.) is a perennial and aromatic herb plant, belonging to the Lamiaceae family. The essential oil of Anise Hyssop used in food industries, pharmacy, perfumery and making soda. This experiment was conducted in a randomized complete blocks design with six salt treatments including 0 (control), 25, 50, 75, 100 and 125 mM NaCl and four replications in green house. Some parameters such as growth, yield and content and composition of essential oil were modulated. The results showed that salt stress had significant effects on estimated parameters. Salinity decreased plant height, number and length of axillary shoots, stem diameter, length of internodes, number and area of leaves, fresh and dry weight of leave and shoot, herbal yield and amount of essential oil in pot. In the composition of essential oil  $\beta$ -pinene, myrcene, anisaldehyd and  $\beta$ -bourbonene increased and amount of linalool and methyl chavicol decreased. Also high salinity (100 and 125 mM) destroyed plants.

**Key words:** Anise Hyssop (*Agastache foeniculum* kuntz.), Salt stress, growth, yield, essential oil, Lamiaceae.