

## بررسی اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد بذر ژنوتیپ‌های برتر گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

- ۱- لیلی صفائی، مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران  
safaii2000@yahoo.com
- ۲- سعید دوازده امامی، استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
- ۳- غلام‌حسن رنجبر، استادیار، مرکز تحقیقات ملی شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
- ۴- داوود افیونی، استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷

### چکیده

به منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد بذر گیاه رازیانه، تحقیقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۱، در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی و ۳ تکرار انجام شد. در این پژوهش ۴ ژنوتیپ برتر رازیانه شامل دو ژنوتیپ بومی همدان و لرستان و دو ژنوتیپ اروپایی ۱۱۴۸۶ و P11-820065 در ۳ تیمار شوری آب آبیاری صفر (شاهد)، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر بررسی شد. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از تعداد گل‌آذین (چتر مرکب)، تعداد چترک، تعداد بذر در چترک، وزن بذر گل‌آذین، عملکرد بذر در هکتار، وزن هزار دانه، میانگین ارتفاع گیاه در زمان ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد گلدهی، نسبت وزن خشک به تر، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی کامل، وزن خشک اندام هوایی، درصد اسانس و عملکرد اسانس. نتایج نشان داد که اثر شوری بر همه صفات به استثناء درصد اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر ژنوتیپ تنها بر تعداد بذر در چترک و عملکرد بذر معنی‌دار نبود. برهمکنش شوری در ژنوتیپ بر همه صفات به استثناء درصد اسانس معنی‌دار شد. ژنوتیپ P11-820065 بیشترین عملکرد بذر و عملکرد اسانس را (به ترتیب ۲۳۵۹/۸ و ۹۱/۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد به خود اختصاص داد. هرچند با افزایش شوری ژنوتیپ‌های بومی از عملکرد بالاتری برخوردار بودند و ژنوتیپ لرستان به ترتیب با ۱۴۶۳ و ۳۸/۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد بذر و اسانس در رده اول قرار گرفت. روابط همبستگی نشان داد که عملکرد بذر در هکتار همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد اسانس (۰/۹۰) و عملکرد علوفه (۰/۷۳) در هکتار دارد. نتایج آزمایش نشان داد که تنش شوری باعث افت عملکرد اقتصادی گیاه یعنی عملکرد بذر و اسانس و همچنین عملکرد علوفه می‌گردد.

**واژگان کلیدی:** شوری؛ آبیاری؛ رازیانه؛ بذر؛ اجزاء عملکرد؛ اسانس.

### مقدمه

شوری و خشکی سبب کاهش رشد و تولید ماده‌ی خشک گیاه می‌شود. در این شرایط، انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی زیاده‌تر شده و انرژی رشد کاهش می‌یابد. این کاهش رشد در محصولات مختلف می‌تواند توسط متغیرهایی نظیر ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک و یا ترکیبات شیمیایی مانند پرولین ارزیابی گردد. همچنین این دو تنش باعث تاثیر بر مواد موثره گیاهان دارویی می‌گردد [۱۰].

با توجه به کمبود منابع آب در کشور شناخت روش‌های مناسب مدیریتی و زراعی برای استفاده از آب‌هایی با کیفیت پایین‌تر (شور و لب شور) ضروری است. شوری خاک یا آب از جمله عوامل تنش‌زای محیطی است که افزون بر اختلال و کاهش قابلیت جذب آب توسط ریشه‌ها، گیاهان را نیز از نظر تغذیه‌ای و فرآیندهای متابولیکی دچار مشکل می‌نماید و در موجودیت، رفتار، پراکنش، رشد و عملکرد گیاهان تاثیر به‌سزایی دارد [۱۹].

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی علفی، چند ساله و متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) است. این گیاه دارای ریشه‌ای مستقیم، ساقه‌ای استوانه‌ای به رنگ سبز روشن و به ارتفاع ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتی‌متر، برگ‌های سبز تیره، متنوب و دارای بریدگی با دم‌برگ پهن است. گل‌های کوچک و زرد رنگ گیاه به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار می‌گیرند [۲۲]. میوه رازیانه دوکی شکل با دو انتهای باریک و رنگ آن سبز یا قهوه‌ای روشن است [۲]. امروزه از مواد موثره آن در داروسازی برای مداوای سرفه، دل درد، نفخ، سوءهاضمه در کودکان و تحریک تولید شیر در مادران شیرده استفاده می‌شود. همچنین اسانس آن به عنوان چاشنی در صنایع نوشابه سازی، غذایی و آرایشی - بهداشتی کاربرد دارد [۱۶].

تحقیقات نشان داده است که با افزایش شوری، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، طول ساقه، شاخص بنیه بذر، وزن تر و خشک ریشه و ساقه، نسبت اندام هوایی به ریشه و مقدار بیوماس در ژنوتیپ‌های رازیانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. البته میزان کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف رازیانه متفاوت است. به طور کلی، ژنوتیپ‌های مختلف رازیانه در مرحله گیاه کامل نسبت به مرحله گیاهچه دارای تحمل بیشتری نسبت به تنش شوری هستند [۲۵]. همچنین گزارش شده است که سطوح مختلف شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر رازیانه به شدت اثر گذاشته و با افزایش درصد شوری این دو متغیر کاهش نشان داده‌اند. به نحوی که بالاترین میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمار شوری یک دسی زیمنس بر متر معادل ۹۱ درصد و کمترین آن در تیمار شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر برابر

با یک درصد مشاهده شده است [۲۶]. شوری آب آبیاری باعث کاهش رشد رویشی، میزان گلدهی و میوه دهی و در آخر عملکرد گیاه رازیانه می‌گردد [۳۲]. بررسی اثر تنش شوری بر مرزنجوش و گونه‌ای نعنای نشان داده که در هر دو گیاه ارتفاع و سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۱۲]. اثر زیان آور شوری بالا بر روی گیاهان را می‌توان در سطح کل گیاه، مثل مرگ گیاه و یا کاهش محصول مشاهده نمود [۱۸]. شوری ناشی از کلرور سدیم باعث کاهش رشد گیاه می‌شود [۲۰]. همچنین در اثر تنش شوری کاهش میزان اسانس در *Echinacea angustifolia* [۶]، رازیانه [۷] و ریحان [۱۴] گزارش شده است.

با توجه به مطالب گفته شده، این آزمایش با هدف بررسی میزان عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه در شرایط شوری آب آبیاری و بررسی رفتار گیاه در مواجهه با این تنش پایه‌گذاری گردید.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر شوری آب آبیاری بر ویژگی‌های کمی گیاه دارویی رازیانه در استان اصفهان، مطالعه‌ای در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام گرفت. زمین مورد استفاده در این آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۱ شخم و برای کشت رازیانه پاییزه آماده شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای طرح (عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر)

ECe (dS/m)	pH گل اشباع	Ca++ Mg++ (meq/l)	HCO3- (meq/l)	Cl- (meq/l)	SO4 (meq/l)	Na+ (meq/l)	جمع آنیون‌ها (meq/l)	جمع کاتیون‌ها (meq/l)	کربن آلی (%)	کربنات کلسیم (%)	ازت کل (%)	بافت خاک لومی رسی
۱/۷۵	۷/۶۴	۸۵	۱۰/۸	۳۶	۵۵/۲	۲۵	۱۰۲	۱۱۰	۱/۴۴	۴۰	۰/۱۴	

یافته بررسی تنوع ژنتیکی رازیانه [۲۷] به عنوان ژنوتیپ‌های منتخب از نظر عملکرد بذر و میزان اسانس مشخص شده بودند. تیمارهای شوری آب آبیاری نیز شامل سه سطح شاهد، ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر بود [۸]. جهت تهیه آب شور از نمک طعام استفاده شد و با اضافه

آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی ۴ ژنوتیپ رازیانه شامل دو رقم P11-820065 آلمانی و ۱۱۴۸۶ اروپایی و دو توده همدان و لرستان بود. این تیمارها براساس نتایج بدست آمده از طرح خاتمه

- تعداد بذر در چترک: تعداد بذر موجود در چترک ثانویه؛
  - وزن بذر در گل آذین: میانگین تعداد بذر موجود در چترهای ثانویه بر حسب گرم؛
  - عملکرد بذر در هکتار: با استفاده از کوادرات گل آذین‌ها در سطح یک مترمربع برداشت و پس از خشک نمودن و جداکردن بذر مقدار بذر بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد؛
  - وزن هزار دانه: ۱۰۰۰ عدد بذر هر ژنوتیپ با چهار تکرار توزین و بر حسب گرم بیان شد؛
  - ارتفاع در زمان ۵۰ درصد گلدهی: فاصله طوقه تا راس انتهایی آخرین ساقه گل دهنده در زمان گلدهی بر حسب سانتی‌متر (ژنوتیپ‌های بومی در نیمه دوم اردیبهشت ماه و ژنوتیپ‌های خارجی در نیمه دوم خرداد ماه)؛
  - ارتفاع در زمان ۱۰۰ درصد گلدهی: فاصله طوقه تا راس انتهایی آخرین ساقه گل دهنده در زمان گلدهی بر حسب سانتی‌متر (ژنوتیپ‌های بومی در نیمه اول خرداد ماه و ژنوتیپ‌های خارجی در نیمه اول تیر ماه)؛
  - تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که ۵۰٪ بوته‌های هر کرت به گل رفته باشد؛
  - تعداد روز تا رسیدگی کامل: تعداد روز از زمان کاشت تا برداشت بذر؛
  - وزن تر و خشک اندام هوایی: اندام هوایی گیاه در زمان رسیدگی بذر برداشت شده و پس از توزین، در سایه و هوای آزاد خشک گردید؛
  - عملکرد اسانس: حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد بذر بر حسب کیلوگرم در هکتار؛
- در این تحقیق برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS و جهت بررسی برهمکنش‌ها از برنامه MSTAT-C استفاده گردید. همبستگی بین صفات نیز به روش پیرسون برآورد شد.

### نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات نشان دهنده اثر شوری بر همه صفات مورد مطالعه به استثناء درصد اسانس بود. اثر ژنوتیپ نیز تنها بر دو صفت تعداد بذر در چترک و عملکرد بذر معنی دار نشد. برهمکنش شوری در ژنوتیپ بر صفات

کردن تدریجی محلول غلیظ آب شور به بشکه‌های آبیاری و هم زدن مرتب، EC شوری مورد نظر برای هر تیمار با استفاده از EC سنج فراهم گردید.

پس از تقسیم مزرعه به ۳ بلوک و ایجاد فاصله ۱ متری بین بلوک‌ها بر اساس نقشه طرح کرت‌بندی انجام گردید. کرت‌ها در این طرح به مساحت ۶ متر مربع (۳ × ۲) و فاصله هر کرت ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. کاشت بذر در تاریخ ۱۷ مهرماه ۱۳۹۱ به صورت ردیفی با فاصله ۵۰ سانتیمتر انجام شد. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور و دومین آن ۳ روز پس از کاشت با آب معمولی که شوری آن ۲ دسی‌زیمنس بر متر بود و به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد انجام گردید. از آنجا که نیاز آبی گیاهان دارویی تعیین نشده آبیاری طبق عرف آبیاری منطقه تا اواخر اسفندماه با توجه به رطوبت خاک به طور میانگین ۱۰ روز یکبار و پس از آن هر هفت روز یکبار صورت گرفت. پس از استقرار بوته‌ها در اوایل فروردین فاصله بوته‌ها روی هر کرت، با تنک کردن، حدود ۲۰ سانتیمتر تنظیم شد و اعمال تیمارهای شوری با استفاده از آب شور تهیه شده در بشکه‌های شیردار از ۱۴ فروردین ۱۳۹۲ آغاز گردید. وجین به صورت دستی و در چند مرحله انجام گرفت. اولین وجین در مرحله چهار برگی، دومین و سومین وجین هرکدام به فاصله یک ماه و وجین نواحی حاشیه طرح تا یک ماه قبل از برداشت ادامه داشت. با توجه به اینکه استقرار رازیانه در سال اول به کندی انجام می‌گیرد بنابراین سال ۱۳۹۲ سال استقرار گیاه در نظر گرفته شد و داده‌برداری‌ها در سال ۱۳۹۳ انجام گرفت.

جهت مطالعه اجزاء عملکرد در زمان رسیدگی بذور (ژنوتیپ‌های بومی در اواخر تیرماه و ژنوتیپ‌های خارجی در اواسط تا اواخر مردادماه) در هر کرت آزمایشی دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و ویژگی‌های زیر بر روی ۱۰ بوته در هر کرت اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری گردید:

- تعداد شاخه (ساقه) فرعی: تعداد شاخه‌هایی که بر روی ساقه اصلی بوجود آمده است؛
- تعداد گل آذین: تعداد چتر مرکب در هر بوته؛
- تعداد چترک: تعداد چترهای ثانویه در هر چتر مرکب؛

تعداد گل آذین، وزن بذر گل آذین، نسبت وزن خشک به تر، عملکرد بذر و عملکرد اسانس در سطح یک درصد و تعداد بذر در چترک، وزن هزار دانه و ارتفاع در زمان ۱۰۰ درصد گلدهی در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۲). شوری آب و خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر بر تولید است که رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا را محدود می‌کند. مهم‌ترین واکنش گیاه به شوری، کاهش رشد است. تنش شوری، رشد گیاه را محدود می‌نماید که این کاهش رشد در حقیقت سازگاری گیاه برای زنده ماندن است [۱۲ و ۳۳]. نتایج این پژوهش نیز نشان‌دهنده این است که صفات مربوط به عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه رازیانه تحت تاثیر شوری قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری نشان داده‌اند.

مقایسه میانگین صفات (جدول ۳) نشان داد که با افزایش میزان شوری آب آبیاری، کاهش معنی‌داری در بیشتر صفات مورد مطالعه دیده شد. تیمار شاهد بالاترین تعداد شاخه فرعی، تعداد گل آذین، تعداد چترک، تعداد بذر در چترک، وزن بذر گل آذین، ارتفاع در ۵۰ و ۱۰۰ درصد گلدهی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی کامل بذر، نسبت وزن خشک به تر، عملکرد علوفه، عملکرد بذر و اسانس را به خود تخصیص داد. کمترین مقدار این صفات نیز در تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد. تنش‌ها و از جمله آن تنش شوری، رشد و تقسیم سلول‌ها را تحت تاثیر قرار داده که در نتیجه آن کاهش مشخص در اندازه و تعداد برگ، کاهش تورژسانس سلولی و در آخر کاهش رشد و توسعه سلول به خصوص در ساقه و برگ‌ها قابل مشاهده است. با کاهش رشد سلول‌ها، اندازه اندام محدود و به همین دلیل اولین اثر محسوس تنش شوری روی گیاه را می‌توان از روی کاهش ارتفاع یا اندازه کوچکتر آن تشخیص داد. در اثر توقف رشد برگ، سطح فتوسنتزی کاهش یافته و این امر موجب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. در این تحقیق نیز با افزایش میزان شوری کاهش معنی‌داری در صفات رویشی و زایشی رازیانه مشاهده گردیده است.

بر اساس مقایسه میانگین صفات (جدول ۴) بالاترین تعداد شاخه فرعی مربوط به ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (۸ عدد) بود که تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین

مقدار نیز در ژنوتیپ‌های بومی مشاهده شد. ژنوتیپ‌های ۱۱۴۸۶ و P11-820065 به ترتیب با دارا بودن ۲۹/۳ و ۳۰/۴ عدد گل آذین بیشترین تعداد گل آذین را به خود اختصاص دادند. بیشترین تعداد چترک مربوط به ژنوتیپ‌های بومی همدان و لرستان (به ترتیب ۱۷/۱ و ۱۶/۳ عدد) و کمترین آن در ژنوتیپ‌های ۱۱۴۸۶ و P11-820065 (به ترتیب ۱۱/۴ و ۱۲/۱ عدد) به دست آمد. ژنوتیپ‌های همدان و لرستان بیشترین تعداد بذر در چترک (۱۶/۳ و ۱۵/۷ عدد) و ژنوتیپ‌های P11-820065 و ۱۱۴۸۶ کمترین تعداد (۹ و ۱۰ عدد) را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ لرستان بیشترین عملکرد بذر در هکتار (۱۲۱۵/۲ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با بقیه ژنوتیپ‌ها نداشت. بالاترین وزن هزار دانه در ژنوتیپ P11-820065 (۴۶/۸ گرم) مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها نداشت.

بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی کامل در ژنوتیپ‌های P11-820065 و ۱۱۴۸۶ و کمترین آن در ژنوتیپ‌های بومی به دست آمد. بیشترین ارتفاع گیاه در مرحله ۵۰٪ گلدهی و گلدهی کامل نیز مربوط به ژنوتیپ‌های غیر بومی P11-820065 و ۱۱۴۸۶ بود. ژنوتیپ P11-820065 بیشترین درصد اسانس را معادل ۳/۷ درصد تولید نمود که تفاوت آماری معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین درصد اسانس نیز مربوط به ژنوتیپ‌های بومی بود. ژنوتیپ P11-820065 با ۴۵/۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد اسانس بذر را دارا بود. سایر ژنوتیپ‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند.

مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ در شوری (جدول ۵) نشان داد که با افزایش میزان شوری، تعداد شاخه فرعی گیاه رازیانه کاهش نشان داده است. بیشترین تعداد شاخه فرعی در ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (۱۰ عدد) تیمار شاهد بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. در دو تیمار شوری دیگر نیز ژنوتیپ‌های غیر بومی بیشترین مقدار این صفت را دارا بودند. بیشترین تعداد گل آذین نیز در ژنوتیپ‌های غیر بومی تیمار شاهد بالاترین مقدار را داشت و با افزایش شوری این صفت کاهش

بالاترین عملکرد بذر نیز در تیمار شاهد و ژنوتیپ P11-820065 (۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. این در حالی است که با افزایش میزان شوری، عملکرد ژنوتیپ‌های غیر بومی به شدت کاهش یافته و حتی کمتر از ژنوتیپ‌های بومی بود و در شوری ۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر این ژنوتیپ‌های بومی بودند که از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. بالاترین عملکرد اسانس مربوط به ژنوتیپ P11-820065 در تیمار شاهد با ۹۱/۴ کیلوگرم در هکتار بود ولی با افزایش روند شوری عملکرد اسانس ژنوتیپ‌های بومی بیشتر از ژنوتیپ‌های غیر بومی بدست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده عملکرد بذر و عملکرد اسانس که از جمله عامل‌های مهم در گیاه رازیانه هستند تحت تاثیر شوری کاهش یافته‌اند. از آنجایی که شوری به طور جدی شرایط محیط ریشه، پتانسیل اسمزی محلول خاک و موازنه طبیعی یون‌های محلول را تغییر می‌دهد بنابراین موثرترین اثر آن روی گیاهان، کاهش رشد بوده که با کاهش عملکرد همراه است. گزارش‌های موجود روی گیاه زنیان نیز نشان دهنده کاهش عملکرد این گیاه در شرایط شوری است [۱ و ۹]. همچنین افزایش شوری از ۰/۳ به ۴ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد بیولوژیک بادرنجبویه را به یک سوم و افزایش شوری از ۳ به ۹ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد بیولوژیکی رازیانه به یک پنجم شده است [۹]. در این تحقیق روند کاهش میزان ارتفاع گیاه رازیانه نیز به خوبی با افزایش میزان شوری آب آبیاری قابل مشاهده است. نتایج نشان دهنده آن است که در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر این اثر بخوبی مشاهده می‌گردد و در شوری بالاتر از ۵ دسی‌زیمنس بر متر این کاهش مشهودتر است. گزارش شده است که در گیاه رازیانه و رزماری، افزایش شوری آب آبیاری از ۳ به ۹ دسی‌زیمنس بر متر، باعث کاهش ارتفاع این گیاهان می‌گردد. همچنین با افزایش شوری از ۰/۳ به ۴ دسی‌زیمنس بر متر در گیاه بادرنجبویه کاهش معنی دار ارتفاع گیاه مشاهده گردید [۹]. کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش شوری که در این تحقیق مشاهده شد با نتایج تحقیقات روی گیاه ریحان [۱۴]، مرزنجوش و نعنای [۱۲] و حسن یوسف و مریم گلی [۱۵] مطابقت دارد. کاهش عملکرد و ارتفاع

معنی‌داری نشان داد. بیشترین تعداد چترک در ژنوتیپ همدان تیمار شاهد (۲۱ عدد) مشاهده شد و با افزایش میزان شوری این صفت کاهش داشت ولی در مجموع در هر سه تیمار ژنوتیپ‌های بومی بیشترین مقدار این صفت را دارا بودند. بیشترین تعداد بذر در چترک نیز همانند صفت قبل در ژنوتیپ‌های بومی بیشتر از ژنوتیپ‌های غیر بومی بدست آمد و با افزایش میزان شوری آب آبیاری کاهش نشان داد. بالاترین وزن بذر گل آذین در ژنوتیپ‌های غیر بومی تیمار شاهد و معادل ۱/۹ گرم بدست آمد.

در این پژوهش بیشترین وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ P11-820065 تیمار شاهد و معادل ۴۹ گرم بود که تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. علت این امر درشت‌تر بودن بذر این ژنوتیپ در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود که به همراه آن وزن هزار دانه بالاتری را به دنبال داشت. همچنین شاید بتوان گفت که گیاه تا سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر تشکیل بذر و ذخیره مواد غذایی در بذر را ادامه داده است ولی با افزایش بیشتر شوری از مواد ذخیره موجود در بذر برای انجام فعالیت‌های متابولیسمی خود استفاده نموده و در نتیجه بذور کوچکتر و ضعیف‌تر شده‌اند.

ژنوتیپ‌های غیر بومی در تیمار شاهد بیشترین ارتفاع در زمان ۵۰ و ۱۰۰ درصد گلدهی را به خود اختصاص دادند. این صفت نیز مانند سایر صفات با افزایش میزان شوری کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی کامل نیز در ژنوتیپ‌های غیر بومی تیمار شاهد مشاهده گردید و با افزایش شوری مقدار آن کاهش یافت. بالاترین عملکرد علوفه در ژنوتیپ P11-820065 تیمار شاهد (۳۱/۳ تن در هکتار) بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (۲۷ تن در هکتار) نداشت. علوفه گیاه رازیانه به عنوان افزایش دهنده شیر در جیره دام استفاده می‌گردد. در این تحقیق با افزایش میزان شوری، کاهش علوفه نیز مشاهده شده است. کاهش عملکرد اندام هوایی در اثر تنش شوری در گیاه آگاستا [۱۷]، کدوی تخمه کاغذی [۴]، ریحان [۱۴]، مرزنجوش و نعنای [۱۲]، حسن یوسف و مریم گلی [۱۵]، گل‌انگشتانه [۲۱] و رازیانه [۱۳] گزارش شده است.

گیاه رازیانه از شوری ۲/۶ دسی‌زیمنس بر متر شروع می‌گردد [۲۹].

بیشترین درصد اسانس در ژنوتیپ P11-820065 تیمار شاهد و معادل ۳/۹ درصد بدست آمد که این مسئله در سایر تیمارهای شوری نیز مشاهده گردید. اثر منفی شوری بر درصد اسانس در گیاهانی مانند زنیان (*Trachyspermum ammi* [۵]، مرزه (*Satureja hortensis*) [۲۳]، ریحان [۲۸] و مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) [۳۰] گزارش شده است، در حالی که در این تحقیق درصد اسانس در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری نشان نداده است. شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر از نظر کمی، حتی اسانس بالاتری نسبت به شاهد داشته است. با توجه به اینکه در شرایط تنش، میزان متابولیت‌های اولیه گیاه کاهش می‌یابند، بنابراین تولید متابولیت‌های ثانویه به عنوان نوعی سازوکار دفاعی در دستور کار گیاه قرار می‌گیرد [۳] که شاید یکی از دلایل افزایش اسانس مشاهده شده باشد. همچنین از آن‌جا که کاهش معنی‌داری از نظر درصد اسانس در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطوح پایین‌تر مشاهده نشده است، بنابراین می‌توان این‌گونه بیان نمود که گیاه رازیانه تا این سطح شوری نیز توانسته است همه مراحل رشد و نمو خود را کامل کرده و فعالیت‌های متابولیسمی را انجام دهد. از آن‌جا که اسانس به عنوان متابولیت ثانویه گیاه است و سیستم‌های آنزیمی مختلفی در تولید آن نقش دارند، بنابراین این سیستم‌ها با افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر نیز همچنان فعال بوده و روند کاری خود را به طور طبیعی انجام داده‌اند. بنابراین گیاه توانسته است اسانس مورد انتظار را در سطوح شوری اعمال شده تولید نماید. تحقیقات تکمیلی با اعمال سطوح شوری بالاتر تصمیم‌گیری در مورد این موضوع را آسان‌تر خواهد کرد. لازم به ذکر است که گزارش‌هایی در مورد افزایش میزان اسانس رازیانه در شرایط تنش شوری وجود دارد [۲۴] که می‌تواند به علت تفاوت ژنوتیپ‌ها و محیط باشد.

در این تحقیق با افزایش سطوح شوری با وجود عدم کاهش درصد اسانس، کاهش عملکرد اسانس مشاهده شده است. از آن‌جا که عملکرد اسانس حاصل‌ضرب عملکرد بذر در درصد اسانس است [۳۱] و در گیاه رازیانه با افزایش

مقدار شوری کاهش عملکرد بذر رخ می‌دهد، بنابراین این مسئله به طور کامل منطقی به نظر می‌رسد. همچنین سمیت احتمالی ناشی از تجمع بیش از حد یون سدیم در اندام‌های گیاه به‌ویژه برگ‌ها باعث بسته شدن روزنه‌های هوایی و کاهش تبادلات گازی می‌گردد که به دنبال آن کاهش فتوسنتز رخ می‌دهد. حتی شوری می‌تواند رشد ریشه را نیز متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام هوایی را کاهش دهد که در عملکرد بذر گیاه به طور مستقیم و در عملکرد اسانس به طور غیر مستقیم نقش دارد.

عملکرد بذر ژنوتیپ‌های غیر بومی در تیمار شاهد بالاتر از ژنوتیپ‌های بومی است، ولی با افزایش میزان شوری، کاهش این صفت در ژنوتیپ‌های غیر بومی بیشتر از ژنوتیپ‌های بومی مشاهده شده است. باید در نظر داشت که در این تحقیق ژنوتیپ‌های بومی دارای دوره رشدی کوتاه‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های غیر بومی هستند و رسیدگی بذر آنها تقریباً یک‌ماه زودتر رخ می‌دهد. این در حالی است که در ژنوتیپ‌های غیر بومی رسیدن بذر در اوج گرمای تابستان بوده و گیاه علاوه بر تنش شوری آب آبیاری دچار تنش گرمایی نیز می‌گردد و این دو تنش افت شدید عملکرد را به همراه دارند. بنابراین به نظر می‌رسد در مناطقی که مانند منطقه اجرای تحقیق دارای تابستان‌های گرم و طولانی هستند در صورت استفاده از آب شور، بهتر است از ژنوتیپ‌های بومی جهت کاشت استفاده گردد.

همبستگی ساده صفات به روش پیرسون (جدول ۶) نشان داد که عملکرد بذر همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد چترک، تعداد بذر در چترک و وزن بذر گل آذین داشته است. پس با تلاش در زمینه بهبود این صفات، عملکرد بذر نیز افزایش می‌یابد. درصد اسانس نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی، تعداد گل آذین، تعداد بذر در چترک، وزن هزار دانه، ارتفاع و عملکرد علوفه نشان داده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش عملکرد اقتصادی گیاه بایستی هم مرحله رویشی و هم مرحله زایشی گیاه مورد توجه قرار گیرد. با توجه به این‌که عملکرد اسانس حاصل‌ضرب عملکرد بذر در درصد اسانس می‌باشد، بنابراین با بهبود

این دو صفت افزایش عملکرد اسانس نیز رخ خواهد داد. در تحقیق بر روی چهار ژنوتیپ رازیانه نیز، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و عملکرد اسانس مشاهده شد [۱۱].

شوری خاک در پایان آزمایش بین ۱/۳ تا ۱/۶ برابر تیمارهای شوری آب آبیاری اعمال شده بدست آمد که با توجه به چندساله بودن گیاه رازیانه و پوشش ایجاد شده در هر کرت لازم است در آزمایشی مجزا این روند تغییرات بررسی گردد.

جدول ۲- میانگین مربعات تاثیر شوری آب آبیاری و ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

MS														
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چترک	تعداد بذر در گل آذین	وزن بذر دانه	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی	روز تا رسیدگی کامل	وزن خشک به تر	عملکرد علوفه	عملکرد بذر	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۰/۲۱	۲۱/۸۵	۴/۰۳	۳/۰۱	۰/۰۰۰۴	۲۷/۴۴	۲۵/۳۴	۴/۳۶	۸/۶۹	۴۴/۲۶	۲۷۶۶۲/۶	۰/۰۳	۶۰/۲۸
شوری	۲	۱۸۰/۵**	۶۱۷/۷۳**	۱۷۹/۱۷**	۲۲۱/۹۸**	۲۳۳**	۰/۱۴**	۳۹۳/۹۴**	۶۶/۷۷**	۴۸۰/۳۰۲**	۴۷۲/۸۱**	۳۳۸۲۲۵۹/۴**	۰/۰۶	۳۴۶۸/۵**
شوری در بلوک	۴	۰/۱۶	۱۲/۸۹	۲/۶۷	۱/۷۵	۰/۰۱	۴۹/۶۸	۸۶/۲۲	۹/۸۶	۳/۴۴	۱۸/۸۸	۵۹۵۱۶/۷	۰/۰۸	۶۷/۱۸
ژنوتیپ	۳	۹/۸۵**	۱۱۶۱/۳۲**	۷۴/۶۰**	۱۳۲/۰۸	۰/۲۷**	۴/۵۶**	۷۰/۱۷/۹**	۲۰۷۴/۴۰**	۱۴۱۱/۲۹**	۱۵۱/۰۳**	۳۳۴۲۳۲/۷	۳/۴**	۸۲۶/۳**
شوری در ژنوتیپ	۶	۰/۳*	۷۴/۲۰**	۴/۶۵*	۴/۶۲*	۰/۰۶**	۰/۰۵*	۲۵۴/۰۴*	۴/۱۹*	۲/۲۳*	۴۹/۶۵*	۸۵۴۶۹۶/۹**	۰/۳۳	۱۳۳۹/۵**
خطا	۱۸	۰/۱۷	۲۷/۲۳	۲/۶۱	۱/۷۴	۰/۰۹	۶۲/۷۱	۷۷/۹۳	۳/۴۱	۴/۶۲	۲۳/۹۴	۱۶۰۳۸۹/۹	۰/۱۸	۱۶۸/۸۵

\*\* به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

صفت شوری	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین (عدد)	تعداد چترک (عدد)	تعداد بذر در گل آذین (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی (cm)	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی (cm)	روز تا رسیدگی کامل (روز)	وزن خشک به تر (ton/ha)	عملکرد علوفه (kg/ha)	عملکرد بذر (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (kg/ha)
شاهد	۸/۱±۰/۳۳a	۲۸۳±۴۱/۹a	۱۸۳±۰/۸۴a	۱۷۵±۰/۳۶a	۱۷۳±۰/۱۷a	۱۹۶/۱±۸/۳a	۱۵۴/۸±۹/۰a	۸۵/۰±۲/۱۸a	۲۱/۴±۲/۷a	۱۶۶/۹±۱۹۲/۸a	۲/۸±۰/۳۳a	۵۰/۴±۹/۳a	
۵	۶/۵±۰/۳۱b	۱۷۵±۰/۳۱b	۱/۲±۰/۰۵b	۱/۲±۰/۰۵b	۱۰/۰±۰/۳۳a	۱۲/۲±۵/۸b	۱۲۷/۷±۶/۸b	۱۲۸/۸±۳/۹b	۰/۳±۰/۰۲b	۹۰/۷±۱۵۹/۱۲b	۲/۸±۰/۳۳a	۲۵/۳±۴/۸b	
۸	۶/۰±۰/۲۵c	۱۵/۲±۲/۰b	۱/۱±۱/۰۰c	۹/۲±۱/۲۱c	۳/۹±۰/۱۷b	۱۲۰/۴±۶/۷c	۱۲۰/۴±۶/۷c	۸۰/۰±۲/۱۶b	۰/۳±۰/۰۰۵c	۱۰/۰±۰/۰۳b	۲/۸±۰/۳۳a	۱۸۰/۲±۷/۰b	

میانگین‌های با حداقل یک حرف یکسان در هر ستون در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار با هم ندارند (آزمون LSD).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

صفت شوری	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین (عدد)	تعداد چترک (عدد)	تعداد بذر در گل آذین (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی (cm)	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی (cm)
همدان	۶/۱±۰/۳۳c	۱۰/۴±۳/۱۱b	۱۷/۰۷±۱/۰۴a	۱۶/۳±۱/۰۶a	۰/۹۳±۰/۰۸c	۱۱۱/۴±۴/۱۶b	۱۲۵/۱±۳/۸۷b
لرستان	۶/۲±۰/۳۶c	۱۰/۰۲±۰/۷۷b	۱۶/۳±۱/۰۵a	۱۵/۷±۱/۰۱a	۱/۱۱±۰/۱۲b	۴۰/۸±۳/۹۴b	۱۳۰/۷±۴/۸۲b
P11-820065	۷/۷±۰/۳۵b	۳/۰۴±۳/۹۶a	۱۲/۱±۱/۰۲b	۹/۱۴±۱/۴۵b	۱/۲۶±۰/۱۵a	۱۵۹/۵±۷/۱۲a	۱۶۸/۹±۹/۶۲a
۱۱۴۸۶	۸/۱۲±۰/۴۷a	۲۹/۳±۳/۷۴a	۱۱/۴±۱/۶۲b	۹/۶±۱/۷b	۱/۳±۰/۱۷a	۱۵۷/۴±۷/۰۳a	۱۶۵/۱±۷/۰۲a

میانگین‌های با حداقل یک حرف یکسان در هر ستون در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی دار با هم ندارند (آزمون LSD).

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

صفت شوری	روز تا ۵۰٪ گلدهی (روز)	روز تا رسیدگی کامل (روز)	وزن خشک به تر	عملکرد علوفه (ton/ha)	عملکرد بذر (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (kg/ha)
همدان	۷۱/۷±۱/۰۵b	۱۱۴/۶±۱/۰۳b	۰/۳۷±۰/۰۲a	۱۲/۶±۱/۹۴b	۱۰۰۵/۸±۱۱۲/۶۲a	۲/۴±۰/۰۹c	۲۴/۱±۳/۱۴b
لرستان	۷۱/۲±۰/۸۹b	۱۱۴/۷±۱/۲۳b	۰/۳۸±۰/۰۲a	۱۱/۴±۱/۴۴b	۱۲۱۵/۲±۱۱۹/۹۷a	۲/۴±۰/۱۲c	۲۹/۱۶±۲/۵۷b
P11-820065	۹۳/۸±۰/۸۸a	۱۴۱/۷±۱/۰۶a	۰/۲۹±۰/۰۱b	۱۹/۹±۳/۶۹a	۱۱۹۲/۴±۳۱۰/۹۱a	۳/۷±۰/۱۵a	۴۵/۲۶±۱۲/۱۹a
۱۱۴۸۶	۹۲/۴±۰/۸۹a	۱۴۰/۳±۱/۲a	۰/۳۳±۰/۰۲b	۱۷/۹±۲/۴۸a	۸۷۵/۳±۲۹۲/۶۰a	۲/۹±۰/۱۹b	۲۶/۳۸±۹/۵۱b

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ در سال بر صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

شوری	ژنوتیپ	تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین (عدد)	تعداد چترک (عدد)	تعداد بذر در چترک (عدد)	وزن بذر گل آذین (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع در ۵۰٪ گلدهی (cm)	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی (cm)
شاهد	همدان	۷/۳±۰/۱۶ c-e	۱۴/۵±۰/۶۳ cd	۲۱/۰±۰/۸۲ a	۲۰/۰±۰/۱۵ a	۱/۲±۰/۰۶ c	۳۵/۰±۰/۰۴ d	۱۲۷/۷±۲/۸۹ c	۱۳۶/۳±۴/۶۶ cd
شاهد	لرستان	۷/۵±۰/۰۳ cd	۱۲/۹±۰/۴۴ d	۲۰/۰±۰/۲۷ ab	۱۹/۳±۰/۸۸ a	۱/۶±۰/۰۵ b	۳۵/۰±۰/۰۳ d	۱۲۲/۷±۰/۱۰ c	۱۴۷/۲±۱/۸۳ bc
شاهد	P11-820065	۸/۸±۰/۴۴ b	۴۵/۱±۳/۷۵ a	۱۶/۲±۱/۳۴ c	b-d	۱/۹±۰/۰۳ a	۴۹/۰±۰/۰۶ a	۱۸۵/۵±۵/۶۱ a	۲۰۳/۷±۶/۰۰ a
شاهد	۱۱۴۸۶	۹/۹±۰/۲۱ a	۴۰/۸±۷/۵۱ a	۱۷/۲±۲/۰۰ bc	۱۵/۸±۰/۴۶ b	۱/۹±۰/۰۲ a	۴۶/۰±۰/۰۶ bc	۱۸۳/۳±۳/۶۵ a	۱۸۹/۳±۱/۰۱ a
۵	همدان	۵/۵±۰/۰۱ f	۸/۰±۰/۵۸ d	۱۴/۷±۰/۸۹ cd	۱۵/۵±۰/۷۶ bc	۰/۹±۰/۰۵ ef	۳۳/۰±۰/۱۲ de	۱۰۷/۳±۵/۶۰ d	۱۲۵/۸±۳/۱۶ de
۵	لرستان	۵/۶±۰/۲۱ F	۷/۷±۰/۲۷ d	۱۵/۸±۰/۱۷ cd	b-d	۱/۰±۰/۰۱ de	۲۲/۰±۰/۱۲ e	۱۰۶/۵±۲/۵۹ d	۱۲۶/۰±۵/۳۴ de
۵	P11-820065	۷/۴±۰/۱۹ c-e	۲۴/۰±۰/۷۷ b	۱۱/۶±۰/۴۸ ef	۶/۹±۰/۷۸ ef	۱/۱±۰/۱۲ cd	۴۷/۰±۰/۱۵ ab	۱۵۱/۳±۳/۱۷ b	۱۶۱/۰±۶/۶۵ b
۵	۱۱۴۸۶	۷/۷±۰/۱۵ c	۲۴/۴±۳/۴۶ b	۹/۴±۱/۰۵ fg	۸/۳±۱/۵۴ e	۱/۲±۰/۱۰ c	۴۶/۰±۰/۰۲ bc	۱۴۵/۵±۸/۰۴ b	۱۶۱/۰±۷/۸۱ b
۸	همدان	۵/۳±۰/۱۷ f	۸/۸±۰/۷۳ d	۱۵/۵±۰/۴۷ cd	۱۳/۳±۰/۳۳ cd	۰/۷±۰/۰۰۳ g	۳۳/۰±۰/۰۵ de	۹۹/۳±۱/۶۶ d	۱۱۲/۸±۳/۰۶ e
۸	لرستان	۵/۴±۰/۳۱ F	۹/۵±۰/۲۹ d	۱۳/۲±۰/۱۷ de	۱۲/۸±۰/۷۳ d	۰/۸±۰/۰۰۳ fg	۳۳/۰±۰/۰۵ de	۹۷/۳±۳/۷۱ d	۱۱۹/۰±۵/۶۷ e
۸	P11-820065	۶/۸±۰/۴۴ de	۲۲/۷±۳/۴۶ bc	۸/۶±۰/۴۵ g	۵/۸±۰/۶۲ f	۰/۹±۰/۰۰۳ e-g	۴۵/۰±۰/۰۳ bc	۱۴۱/۷±۶/۰۰ b	۱۴۲/۰±۵/۷۹ c
۸	۱۱۴۸۶	۶/۸±۰/۱۵ e	۲۲/۸±۰/۷۸ bc	۷/۶±۰/۴۵ g	۴/۷±۰/۵۱ f	۰/۸±۰/۰۰۳ e-g	۴۴/۰±۰/۰۳ c	۱۴۳/۳±۳/۲۱ b	۱۴۵/۰±۵/۰۰ c

میانگین‌های با حداقل یک حرف یکسان در هر ستون در سطح احتمال یک در صد تفاوت معنی دار با هم ندارند (آزمون LSD).

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ در سال بر صفات مورد مطالعه در گیاه رازیانه (*F. vulgare*)

شوری	ژنوتیپ	روز تا ۵۰٪ گلدهی (روز)	روز تا رسیدگی کامل (روز)	وزن خشک به تر	عملکرد علوفه (ton/ha)	عملکرد بذر (kg/ha)	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (kg/ha)
شاهد	همدان	۷۵/۳±۰/۸۸ c	۱۱۷/۶±۱/۴۵ d	۰/۴۵±۰/۰۲ ab	۱۵/۲±۱/۹۸ bc	۱۱۰۳/۹±۲۰/۶۱ c-e	۲/۵±۰/۱۳ d-g	۲۸/۰±۱/۶۲ cd
شاهد	لرستان	۷۴/۰±۱/۱۵ cd	۱۱۷/۳±۰/۸۸ d	۰/۴۶±۰/۰۰۲ a	۱۶/۰±۰/۶۴ b	۱۴۶۳/۱±۱۱۸/۱۱ bc	۲/۴±۰/۰۲ e-g	۳۴/۸±۲/۵۳ c
شاهد	P11-820065	۹۵/۰±۲/۵۱ a	۱۴۶/۰±۲/۰۸ a	۰/۳۱±۰/۰۰۹ e	۳/۱۳±۷/۴۴ a	۲۳۵۹/۸±۳۳۱/۱۴ a	۳/۹±۰/۳۵ a	۹۱/۴±۱۱/۷۱ a
شاهد	۱۱۴۸۶	۹۵/۷±۰/۶۶ a	۱۴۳/۰±۲/۰۸ ab	۰/۳۲±۰/۰۰۲ de	۲۷/۰±۲/۰۲ a	۱۹۳۰/۵±۴۲۳/۳۴ ab	۳/۰±۰/۲۱ c-e	۵۹/۷±۱۵/۵۸ b
۵	همدان	۶۸/۷±۰/۸۸ e	۱۱۴/۶±۰/۳۳ de	۰/۳۹±۰/۰۰۸ bc	۱۵/۴±۴/۴۳ bc	۱۰۹۶/۷±۳۵۳/۴۲ c-e	۲/۳±۰/۱۱ fg	۲۴/۰±۱/۰۹ cd
۵	لرستان	۷۰/۰±۱/۰۰ e	۱۱۶/۷±۰/۸۸ d	۰/۳۹±۰/۰۰۵ bc	۱۰±۰/۵۴ bc	۱۲۷۶/۶±۲۴۳/۳۴ b-d	۲/۱±۰/۰۲ g	۲۷/۰±۶/۱۲ cd
۵	P11-820065	۹۳/۳±۰/۸۸ ab	۱۴۲/۷±۱/۲۰ ab	۰/۲۸±۰/۰۰۷ e	۱۶/۵±۱/۸۰ b	۷۳۹/۲±۹۵/۹۳ d-f	۳/۸±۰/۲۵ ab	۲۸/۰±۳/۷۹ cd
۵	۱۱۴۸۶	۹۱/۳±۰/۶۶ b	۱۴۱/۰±۱/۱۵ b	۰/۳۷±۰/۰۰۵۲ cd	۱۵/۷±۱/۶۹ bc	۳۲۳/۸±۷۵/۰۰ f	۳/۱±۰/۳۷ b-d	۱۰/۷±۳/۲۸ d
۸	همدان	۷۱/۰±۰/۵۸ de	۱۱۱/۳±۰/۶۶ ef	۰/۳۰±۰/۰۰۷ e	۷/۳±۰/۶۵ c	۸۱۶/۸±۹/۰۸ c-f	۲/۵±۰/۱۳ d-g	۲۰/۸±۰/۸۶ cd
۸	لرستان	۶۹/۷±۱/۲۰ e	۱۱۰/۷±۱/۷۶ f	۰/۳۰±۰/۰۱۳ e	۸/۳±۲/۸۲ bc	۹۰۵/۸±۱۳۸/۲۰ c-f	۲/۸±۰/۱۱ c-f	۲۵/۸±۳/۴۲ cd
۸	P11-820065	۹۳/۰±۱/۰۰ ab	۱۳۶/۳±۰/۸۸ c	۰/۳۰±۰/۰۰۸ e	۱۲/۰±۰/۵۷ bc	۴۷۸/۱±۴۲/۷۶ ef	۳/۵±۰/۱۹ a-c	۱۶/۷±۱/۷۵ cd
۸	۱۱۴۸۶	۹۰/۳±۰/۸۸ b	۱۳۷/۰±۱/۵۲ c	۰/۲۹±۰/۰۱۵ e	۱۱/۲±۰/۷۲ bc	۳۷۱/۴±۸۲/۷۶ f	۲/۵±۰/۳۶ d-g	۸/۸±۱/۴۸ d

جدول ۶- همبستگی صفات مورد مطالعه در چهار ژنوتیپ برتر رازیانه (*F. vulgare*) تحت تنش شوری

تعداد شاخه فرعی	تعداد گل آذین	تعداد چترک	تعداد بذر در چترک	وزن بذر گل آذین	وزن هزار دانه	ارتفاع ۵۰٪ گلدهی	ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی	وزن بذر	وزن بذر گل	تعداد چترک	تعداد گل آذین	تعداد شاخه فرعی
۱	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد گل آذین	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد چترک	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد بذر در چترک	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
وزن بذر گل آذین	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
وزن هزار دانه	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
ارتفاع ۵۰٪ گلدهی	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
ارتفاع در ۱۰۰٪ گلدهی	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
وزن بذر	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
وزن بذر گل آذین	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد چترک	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد گل آذین	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
تعداد شاخه فرعی	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
نسبت خشک به تر	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
عملکرد علوفه	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
عملکرد بذر	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
درصد اسانس	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**
عملکرد اسانس	۰/۸۹**	۰/۰۷	-۰/۱۳	۰/۴۹	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۵**	۰/۱۴	۰/۲۷	-۰/۳۸	-۰/۱۸	۰/۹۵**

\*\*و\* به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی دار است



## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که شوری آب آبیاری بر رشد رویشی و زایشی گیاه رازیانه تاثیر گذاشته و باعث کاهش معنی‌دار عملکرد اقتصادی گیاه می‌شود. در این گیاه با افزایش میزان شوری آب آبیاری از شاهد به ۸ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش عملکرد بذر که به طور غیر مستقیم باعث کاهش عملکرد اسانس می‌شود به خوبی قابل مشاهده است. باید توجه داشت که ژنوتیپ‌های غیر بومی در شرایط غیر شور از عملکرد بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های بومی برخوردار بودند، ولی با افزایش شوری، ژنوتیپ‌های بومی عملکرد بیشتری را به خود اختصاص دادند. عملکرد بذر ژنوتیپ لرستان در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر ۱۳ درصد و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر ۴۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت. در صورتی که در ژنوتیپ P11-820065 با افزایش شوری از شاهد به ۵ و ۸ دسی‌زیمنس به ترتیب کاهش ۶۹ و ۸۰ درصدی عملکرد بذر مشاهده گردید. این مسئله در عملکرد علوفه رازیانه نیز دیده شد. کاهش عملکرد علوفه

در ژنوتیپ لرستان در تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر ۴۹ درصد و در گونه P11-820065 به میزان ۶۲ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. همچنین کاهش عملکرد اسانس در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ژنوتیپ لرستان ۲۶ و در گونه P11-820065، ۸۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بود. بنابراین در صورتی که اقدام به کاشت این گیاه در شرایط مشابه اجرای تحقیق شود بهتر است از ژنوتیپ‌های بومی به دلیل مقاومت بیشتر به شرایط شوری و راندمان بالاتر استفاده گردد. با این وجود گیاه در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نیز پا برجا بوده و قادر به ادامه حیات است، ولی به دلیل رشد ضعیف بوته‌ها، پایین آمدن عملکرد بذر و کاهش عملکرد اسانس، کشت آن توجیه اقتصادی ندارد. اما برای ایجاد پوشش سبز در مناطق دارای چنین شوری می‌تواند یکی از گیاهان پیشنهادی مناسب باشد. انجام تحقیقات تکمیلی در خصوص واکنش گیاه به سطوح شوری بالاتر نیز می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های آتی بسیار موثر باشد.

## References

- [1]. Akbarinia, A. (2003). Study of yield and oil components of *Carum copticum* in conventional, organic and combination farming systems. Agriculture Ph.D. thesis, Agriculture faculty, Tarbiat Modarres University. (in Farsi).
- [2]. Anant K., J., Sanket, K.J., & Tarun, P. (2005). Seed album of some medicinal plants of India. Asian Medicinal Plants & Health Care Trust, 107 PP.
- [3]. Archangi, A., & Khodambashi, M. (2014). Effects of salinity stress on morphological characteristics, essential oil content and ion accumulation in basil (*Ocimum basilicum*) plant under hydroponic conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 5(17): 125-138, (in Farsi).
- [4]. Arooi, H. (1998). The effect of seed preparation, salinity stress and N fertilizer on some quantitative and qualitative traits of Pumpkin. Horticultural Ph. D. thesis, Agriculture department, Tarbiat Moddares University. (in Farsi).
- [5]. Ashraf, M. & 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(2), 209-220.
- [6]. Ashraf, M., & Akhtar, N. (2004). Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet Fennel. *Bologia Plantarum*, 48(3), 461-464.
- [7]. Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. & 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.
- [8]. Davazdahemami, S., & Marjoovi, A. (2001). The effect of salinity stress on seed germination of 10 species of medicinal plants. Project of Research Institute of Forests and Rangelands, 145.81, (in Farsi).
- [9]. Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., & Mazaheri, D. (2010). Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil content and composition of *Carum copticum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(4), 504-512, (in Farsi).

- [10]. Davazdahemami, S., Rezaii, M., safaii, L., & Shiran, S. (2015). Evaluation of microelements effects on seed yield and yield components of black seed in salinity stress. National Salinity Research Center of Yazd project, 48168, (in Farsi).
- [11]. Ehsanipoor, A. (2009). Effect of different values of N fertilizers on yield, essential oil components and oil of Fennel populations. Agriculture M.Sc. Thesis, Agriculture faculty, Isfahan University of Technology, (in Farsi).
- [12]. El-Keltawi, N.E., & Croteau, R. (1986). Influence of foliar applied cytokinins on growth and essential oil content of several members of lamiaceae. *Phytochemistry*, 26(4), 891-895.
- [13]. Graifenberg, A., Botrini, L., Giustiniani, L., & Lipucci Di Paola, M. (1996). Salinity affects growth, yield and elemental concentration of fennel. *Hortscience*, 31(7), 1131-1134.
- [14]. Hasani, A. (2003). The effect of drought and salinity stress (NaCl) on morphological and physiological traits of basil (*Keshkeni luvelou*). Horticultural Ph. D. thesis, Agriculture department, Tarbiat Moddares University, (in Farsi).
- [15]. Ibrahim, K.M., Collins, J.C., & 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.
- [16]. Khan, M.A. (2002). Halophyte seed germination: Success and Pitfalls. In: International symposium on optimum resource utilization in salt affected ecosystems in arid and semi-arid regions (Eds.): A.M. Hegazi, H.M. El-Shaer, S, 1-15.
- [17]. Khorsandi, O., Hassani, H., Sefidkon, F., Shirzad, H., & Khorsandi, A. (2010). Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of *Agastache foeniculum kuntz.* *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(3), 438-451, (in Farsi).
- [18]. Kumar, P.A., & Bandhu, D.A. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324- 349.
- [19]. Levitt, Y. (1980). Responses of Plants to environmental stresses. Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. Academic press, New York, Pp. 807.
- [20]. Montanari, M., Degl'Innocenti, E., Maggini, R., Pacifici, S., Pardossi, A. & 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.
- [21]. Morales, M.R., Charles, D.J., & Simon, J.E. (1993). Fennel: A new specialty vegetable for the fresh market. P: 575 - 579. In: J. Janick and J.E. Simon (Eds). New Crops: Exploration, Research, Commercialization. Proc. New Crops, Oct. 6-9, 1991, Indianapolis, IN. John Wiley & Sons, Inc., N. Y.
- [22]. Mozaffarian, V. (1993). Apiaceae family in Iran, identification keys and Distribution, Research Institute of Forests and Rangelands, 388 pp., (in Farsi).
- [23]. Najafi, F., Khavari-Nejad, R.A., & Ali, M.S. (2010). The effects of salt stress on certain physiological parameters in summer savory (*Satureja hortensis* L.) plants. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 6(1), 13-21.
- [24]. Omer, E.A., Said-Al Ahl, H.A.H., & El-Gendy, A.G. (2014). Productivity and essential oil of *Foeniculum vulgare* cultivated under soil salinity in Sinai comparing to non-saline soil in Giza, Egypt. *The Journal of Plant Physiology*, 115, 217-227.
- [25]. Safarnezhad, A., & Hamidi, H. (2008). Study of morphological characters of *Foeniculum vulgare* under salt stress. *Jurnal of Rangeland and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(31), 125-140, (in Farsi).
- [26]. Saffaei, L. (2005). Effects of saline water on germination of Esfahan Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds. National congress in sustainable development of medicinal plants. Mashhad. 307- 308, (in Farsi).
- [27]. Saffaei, L., Zeinali, H., & safari, M. (2007). Study of Fennel variation. Finished project of Research Institute of Forests and Rangelands, 1614.86, (in Farsi).

- [28]. Said-Al Ahl H.A.H., Meawad A.A., Abou-Zeid E.N., & Ali, M.S. (2010). Response of different basil varieties to soil salinity. *International Agrophysics*, 24, 183-188.
- [29]. Semiz, G., Ünluğara, A., Yurtseven, E., Suarez, D., & Telci, I. (2012). Salinity impact on yield, water use, mineral and essential oil content of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal of Agricultural Sciences*, 18, 177-186.
- [30]. Taarit M.B., Msaada, K., Hosni, K., & Marzouk, B. (2010). Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. *Food Chemistry*, 119(3), 951-956.
- [31]. Wagner, H. (1993). Maximizing seed yield and important components of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Wissens chaft Technologie*, 95(3), 114-117.
- [32]. Wahab, M.A., (2006). The efficiency of using saline and fresh water irrigation as alternating methods of irrigation on the productivity of *Foeniculum vulgare* Mill subsp. *vulgare* var. *vulgare* under North Sinai conditions. *Research journal of Agriculture and Biology Science*, 2, 571-577.
- [33]. Zhu, J.K. (2001). Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 6(2), 66-71.

## The effect of water salinity on seed yield and seed yield components of miracle genotypes of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

1- L. Safaei, Instructor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

safaii2000@yahoo.com

2- S. Davazdahemami, Assistant Professor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

3- G. H. Ranjbar, Assistant Professor, Iranian National Salinity Research Center, AREEO, Yazd, Iran

4- D. Afiumi, Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Received: 15 Jan 2017

Accepted: 18 Jul 2017

### Abstract

In order to study the effects of water salinity on fennel seed yield and seed yield components, an experiment was conducted at Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan in a split plot experiment based on randomized complete block design with three replicates, during 2012- 2014. Four superior *Foeniculum vulgare* genotypes (Lorestan, Hamedan, P11- 820065 and 11486) in three treatments (control, 5 and 8 ds/m) were investigated. Number of inflorescences and umbels, seeds per umblets, seed yield, weight of 1000 seeds, plants height in 50% flowering and 100% flowering time, dry weight of plant aerial parts, plant dry weight/wet weight, days until 50% flowering and maturing time, percentage of essential oil and essential oil yield were evaluated. Results showed that the effect of salinity was significant on all traits with the exception of essential oil percentage. Effect of genotype wasn't significant on seed per umblet and seed yield. Interactions of salinity and genotype were significant on all traits except for essential oil percentage. In control treatment P11- 820065 had the highest seed yield and essential oil yield (2359.8 and 91.5 kg/ha, respectively) but by increasing in salinity levels, seed yield of native genotypes was higher than P11- 820065 and Lorestan was the superior genotype with 1463 and 4/38 kg/ha, respectively. There was a positive correlation between seed yield with essential oil and forage yields. Based on the results, salinity stress decreased the seed, essential oil and herbage yield economically.

**Keywords:** Water salinity; Fennel; Seed; Yield components; Essential oil.