بررسی اثر شرایط محیطی بر اسانس و ترکیبات متشکله اسانس ژنوتیپ‌های برتر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

لیلی صفائی[1*]، حسین زینلی[1] و داوود افیونی[2]

[1] ایران، اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات منابع طبیعی

[2] ایران، اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی

تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه داروئی رازیانه، تحقیقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱، در سه ایستگاه تحقیقاتی وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان واقع در کاشان، سمیرم و گلپایگان انجام شد و در آن چهار ژنوتیپ برتر رازیانه شامل دو ژنوتیپ بومی همدان و لرستان و دو ژنوتیپ خارجی ۱۱۴۸۶ و P11-820065 با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرارگرفتند. نتایج نشان داد که برهم‌کنش مکان در ژنوتیپ بر همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. آلفاپینن، فنکون، کامفور و سیس آنتول در ژنوتیپ‌های غیربومی و پاراسیمن، لیمونن، استراگول و ترانس آنتول در ژنوتیپ‌های بومی بیشترین مقدار را داشتند. ژنوتیپ P11-820065 بالاترین درصد اسانس (۴/۲۱٪) را به خود اختصاص داد. بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب در ژنوتیپ P11-820065 ایستگاه گلپایگان (۱۶۵/۲ کیلوگرم در هکتار) و ژنوتیپ همدان ایستگاه کاشان (۶۰/۴ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. عملکرد ترانس‌آنتول در ایستگاه گلپایگان تفاوت معنی‌داری با ایستگاه کاشان داشت و بیشترین مقدار آن در ژنوتیپ همدان کاشته شده در این ایستگاه مشاهده گردید. کمترین میزان این ترکیب نیز مربوط به ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ ایستگاه کاشان با ۴۱/۱ درصد بود. عملکرد ترانس آنتول ایستگاه کاشان همبستگی منفی و معنی‌داری با ازت کل خاک داشت. درصد و عملکرد اسانس همبستگی منفی و معنی‌داری با شوری خاک نشان داد. از طرفی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فنکون با شوری خاک مشاهده گردید. این در حالی است که در ایستگاه گلپایگان همبستگی معنی‌داری بین ترکیبات اسانس و عوامل محیطی مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، عوامل محیطی، عملکرد، ترانس‌آنتول

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۱۳۷۷۷۹۹۸۳، پست الکترونیکی: safaii2000@yahoo.com

مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان در اکوسیستم تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر گونه، اقلیم منطقه، محیط خاک، ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی می‌باشد. این عوامل بر کمیت و کیفیت محصول گیاهان نیز مؤثرند (۱۱). فاکتورهای محیطی مانند دما، رطوبت و خاک از عوامل اثرگذار بر اسانس و مواد مؤثره اسانس گیاهان داروئی هستند (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴و ۱۶). از طرفی گزارشات متعدد در مورد گیاه رازیانه بیان می‌کند که رشد رویشی و کیفیت و کمیت این گیاه به‌شدت تحت تأثیر کولتیوار قرار می‌گیرد (۷، ۲۰و ۲۲). این مسئله در مورد ترکیبات متشکله اسانس آن نیز صادق است (۱۸). گرچه سنتز متابولیت‌های ثانویه از طریق ژنتیکی کنترل می‌گردد ولی شرایط محیطی

نیز به نحو چشمگیری روی این سنتز اثر دارد. تفاوت‌هایی که بین مواد موجود در اسانس دیده می‌شود به علت واریته، محل و زمان برداشت است (۱۹).

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill. متعلق به خانواده چتریان (Apiaceae) می‌باشد. این گیاه علفی افراشته و چندساله، دارای ریشه‌ای مستقیم و به رنگ سفید مات، ساقه استوانه‌ای به ارتفاع ۲۰۰ـ۱۵۰ سانتی‌متر، برگ‌ها به رنگ سبز تیره، متناوب، ظریف و دارای بریدگی، گل‌های کوچک و زرد رنگ به‌صورت مجتمع در چتر مرکب و میوه دوکی‌شکل با دو انتهای باریک به رنگ سبز یا قهوه‌ای روشن است (۵). امروزه از مواد مؤثره این گیاه در داروسازی برای مداوای سرفه، دل‌درد، نفخ، سوء هاضمه در کودکان و تحریک تولید شیر در مادران شیرده استفاده می‌شود. همچنین اسانس آن به‌عنوان چاشنی در صنایع نوشابه‌سازی، غذایی و آرایشی- بهداشتی کاربرد دارد. این گیاه به لحاظ مصارف دارویی و غذایی در اروپا، اقیانوسیه، کشورهای آسیایی، ایالات‌متحده و بسیاری از کشورهای آفریقایی و همچنین برزیل و آرژانتین در سطوح وسیعی کشت می‌گردد. در ایران سطح زیر کشت رازیانه در حدود ۱۰۶۶ هکتار است و استان‌های عمده تولیدکننده آن همدان، خراسان، کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان می‌باشند. یکی از دلایل عمده محدودیت توسعه سطح زیر کشت رازیانه عدم اطلاع کافی از عوامل تأثیرگذار در افزایش عملکرد آن می‌باشد. باتوجه به اینکه شرایط اقلیمی یکی از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد اسانس و مواد متشکله این گیاه می‌باشد و تاکنون تحقیقی در این زمینه انجام نشده است لذا این آزمایش به‌منظور بررسی اثر شرایط اقلیمی بر اسانس و ترکیبات متشکله اسانس چهار ژنوتیپ برتر رازیانه در استان اصفهان انجام شد.

مواد و روشها

این آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ در سه ایستگاه تحقیقاتی کاشان، سمیرم و گلپایگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا گردید. مشخصات جغرافیایی و خاک سه ایستگاه در جدول ۱ و اطلاعات اقلیمی سال‌های آزمایش در جدول ۲ آمده است.

مواد گیاهی شامل چهار ژنوتیپ رازیانه به نام‌های P11/820065 آلمانی، ۱۱۴۸۶ اروپایی، همدان و لرستان بود که براساس نتایج بدست آمده از طرح خاتمه یافته بررسی تنوع ژنتیکی رازیانه (۳) به‌عنوان ژنوتیپ‌های منتخب ازنظر عملکرد بذر و میزان اسانس مشخص‌شده بودند.

جهت اجرای آزمایش در هر منطقه زمینی به مساحت ۲۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین در مهرماه ۱۳۹۰ شامل شخم و دوبار دیسک عمود بر هم و افزودن دو تن در هکتار کود دامی در هر ایستگاه اجرا گردید. کود ازت در دو نوبت به میزان مساوی به‌صورت سرک در مرحله چهار برگی و سپس ساقه‌دهی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار به زمین داده شد.

ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مهرماه ۱۳۹۰ کاشته شدند. هر کرت شامل شش ردیف به طول ۳×۵ مترمربع بود. بذرها بافاصله کاشت بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت، آبیاری دوم سه روز پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یکبار انجام شد. وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. باتوجه به اینکه استقرار رازیانه در سال اول به کندی انجام می‌گیرد لذا سال ۱۳۹۱ سال استقرار گیاه در نظر گرفته شد و داده‌برداری‌ها در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. بذور ژنوتیپ‌ها قبل از رسیدگی کامل هنگامی که به حد کافی سفت شده و به رنگ خاکستری مایل به سبز در آمدند جمع‌آوری و پس از خشک شدن مقدار ۱۰۰ گرم از بذر هر ژنوتیپ توسط آسیاب برقی خرد و به روش تقطیر با بخار آب به مدت دو ساعت اسانس‌گیری شد.

جهت تجزیه اسانس، نمونه‌ها به آزمایشگاه بخش تحقیقات شیمی گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهران ارسال شد. اسانس استخراج‌شده توسط دستگاه کروماتوگراف گازی (GC) و کروماتوگراف گازی مجهز به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) واقع در موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهران آنالیز گشت که مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده به شرح زیر بود:

مشخصات گاز کروماتوگرافی (GC): کروماتوگراف گازی مدل شیمادزو (Shimadzu) مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون شعله هیدروژن) و داده‌پرداز Chromatepac، ستون DB-5 و نیمه قطبی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون، گاز حامل هلیوم، سرعت جریان گاز حامل ۲۲/۷ سانتی‌متر بر ثانیه، برنامه حرارتی ۲۵۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد بود.

مشخصات گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی(GC/MS): کروماتوگراف گازی Varin-3400 متصل شده با طیف‌سنج جرمی (Saturn II)، ستون DB-5 و نیمه قطبی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون، دتکتور Ion trap، گاز حامل هلیوم، سرعت جریان گاز حامل ۳۵ میلی‌لیتر بر دقیقه و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون‌ولت، برنامه حرارتی ۲۴۰-۶۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. پس از تزریق اسانس به دستگاه‌های نامبرده، با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها (tR)، اندیس بازداری (RI) طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد و یا با اطلاعات موجود در کتابخانه نسبت به شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اقدام گردید. درصد کمی این ترکیب‌ها نیز با محاسبه سطوح زیر منحنی در کروماتوگرام‌ها محاسبه شد (۶، ۱۲و ۲۱).

درنهایت داده‌های به دست آمده آنالیز گردید. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات با آزمون دانکن و توسط نرم‌افزار SAS، همبستگی بین صفات عملکردی با عوامل محیطی با استفاده از روش پیرسون و بررسی بر هم‌کنش‌ها به کمک MSTATC انجام شد.

نتایج

آنالیز اسانس گیاه رازیانه وجود هفت ترکیب اصلی را در ژنوتیپهای هر دو منطقه نشان داد (جدول ۳).

در منطقه سمیرم معمولاً در فصل بهار و خصوصاً اردیبهشت‌ماه دمای هوا به‌شدت کاهش‌یافته و معمولاً به زیر صفر درجه نیز می‌رسد. این زمان مصادف بازمان گل‌دهی گیاه رازیانه می‌باشد. لذا گیاهان کاشته شده در این ایستگاه دچار سرمازدگی شدید شده و اکثر گل‌ها از بین رفتند. از آنجا که عملکرد گیاه به‌شدت کاهش یافت لذا منطقه سمیرم جهت کاشت رازیانه نامناسب تشخیص داده و داده برداری‌ها در ایستگاه گلپایگان و کاشان انجام شد.

تجزیه واریانس مرکب (جدول ۴) نشان داد که اثر مکان بر عملکرد اسانس و عملکرد ترکیب ترانس آنتول در سطح احتمال یک درصد و بر درصد اسانس و درصد ترکیب پاراسیمن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌استثناء درصد اسانس و عملکرد ترکیب ترانس آنتول معنی‌دار شد. برهم‌کنش مکان در ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین برهم‌کنش مکان در ژنوتیپ (جدول ۵) نشان داد که دو ژنوتیپ خارجی ازنظر درصد ترکیب آلفاپینن تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ‌های بومی داشتند. بیشترین مقدار این ترکیب نیز در ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (۵/۱۴ درصد) در ایستگاه گلپایگان مشاهده گردید.

جدول ۱- اطلاعات جغرافیایی و خاک سه ایستگاه محل اجرای طرح

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین بارندگی سالانه(میلیمتر)	متوسط حرارت سالیانه(°c)	بافت خاک	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی خاک	درصد ازت	درصد کربن آلی	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب	اقلیم (گوسن)
گلپایگان	′۱۷ و °۵۰ شرقی	′۲۸ و °۳۳ شمالی	۱۸۰۰	۲۶۴/۳	۱۴/۶	کلی لوم	۷/۶	۰/۶۹ تا ۰/۹۴	۰/۰۹	۰/۹	۲۶/۵	۲۸۱	استپی
کاشان	′۵۰ و °۵۰ تا ′۲۵ و °۵۲	′۳۰ و °۳۳ تا ′۲۵ و °۳۴	۹۵۰	۱۳۹	۱۹/۱	شنی لومی	۷/۷	۳/۱۱	۰/۰۲	۰/۲۵	۱۲/۱	۲۰۰	نیمه بیابانی شدید
سمیرم	′۴۲ و °۵۱ شرقی	′۸ و °۳۱ شمالی	۲۳۰۰	۳۱۶	۱۱	کلی لوم	۷/۶	۰/۶	۰/۵۰	۰/۴۶	۲۲	۳۵۰	استپی سرد

جدول ۲- اطلاعات اقلیمی دو سال آزمایش ایستگاه‌های محل اجرای طرح

ایستگاه/صفت	سال ۱۳۹۱					سال ۱۳۹۲					
	حداکثر دما (°c)	حداقل دما (°c)	میانگین دمای روزانه (°c)	حداکثر دمای مطلق(°c)	حداقل دمای مطلق (°c)	بارندگی (میلیمتر)	حداکثر دما (°c)	حداقل دما (°c)	میانگین دمای روزانه (°c)	حداکثر دمای مطلق (°c)	حداقل دمای مطلق (°c)	بارندگی (میلیمتر)
کاشان	۲۵/۹	۱۲/۳	۱۹/۱	۴۵/۴	-۵/۶	۱۵۹/۵	۲۷/۹	۱۳/۵	۲۰/۷	۴۵/۶	-۴/۴	۸۱/۸
سمیرم	۱۷/۵	۷/۱	۱۲/۳	۳۲/۸	-۹/۴	۷۱/۲	۱۹	۷/۶	۱۳/۳	۳۴/۶	-۱۱/۸	۲۷۷/۶
گلپایگان	۲۰/۴	۸/۱	۱۴/۳	۳۸/۲	-۹	۲۳۹/۴	۲۲/۴	۹	۱۵/۷	۳۸/۶	-۱۰/۴	۱۸۴/۶

بیشترین درصد ترکیب پاراسیمن در ژنوتیپ همدان موجود در ایستگاه گلپایگان بدست آمد که معادل ۰/۹۱ درصد بود. کمترین مقدار این ترکیب نیز در ژنوتیپ لرستان در ایستگاه کاشان (۰/۳۹ درصد) مشاهده گردید. بالاترین میزان ترکیب لیمونن در ژنوتیپ همدان ایستگاه کاشان (۹/۳۹ درصد) بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با همین ژنوتیپ در ایستگاه گلپایگان (۹/۲۷ درصد) نداشت. بیشترین درصد ترکیب فنکون در ژنوتیپ P11-820065 ایستگاه کاشان مشاهده گردید که میزان آن ۳۳/۳۵ درصد بود. کمترین میزان این ترکیب نیز در ژنوتیپ لرستان ایستگاه کاشان (۱۳/۸۶ درصد) بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با دیگر ژنوتیپ بومی نداشت. بالاترین میزان ترکیب کامفور در ژنوتیپ‌های غیربومی مشاهده گردید که ژنوتیپ P11-820065 ایستگاه کاشان با ۰/۶۳ درصد بیشترین میزان را به خود اختصاص داد. درصد ترکیب استراگول در ژنوتیپ‌های بومی بالاتر از ژنوتیپ‌های غیربومی بود و تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بیشترین مقدار استراگول در ژنوتیپ همدان ایستگاه گلپایگان (۳/۰۴ درصد) مشاهده گردید. بیشترین مقدار ترکیب ترانس آنتول نیز در ژنوتیپ های بومی بدست آمد که ازنظر مقدار تفاوت معنی‌دار قابل‌توجهی را با ژنوتیپ های غیربومی داشت. حداکثر این ترکیب در ژنوتیپ لرستان ایستگاه گلپایگان با ۷۲/۲ درصد و کمترین آن در ژنوتیپ P11-820065 ایستگاه کاشان با ۴۳/۷۶ درصد مشاهده گردید. درصد ترکیب سیس آنتول در ژنوتیپ های بومی کمتر از ژنوتیپ های غیربومی بود. کمترین مقدار آن در ژنوتیپ همدان ایستگاه گلپایگان (۰/۲۴ درصد) و بیشترین میزان آن در ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ ایستگاه گلپایگان با ۲/۵۹ درصد مشاهده گردید. ژنوتیپ P11-820065 با ۴/۲۱ درصد بیشترین درصد اسانس را به خود اختصاص داد که تفاوت معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت. کمترین درصد اسانس نیز در ژنوتیپ همدان ایستگاه کاشان با ۲/۸ درصد بدست آمد. بالاترین عملکرد اسانس نیز در ژنوتیپ P11-820065 ایستگاه گلپایگان (۱۶۵/۱۹ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ (۱۵۶/۶۱ کیلوگرم در هکتار) همین ایستگاه نداشت. کمترین عملکرد نیز مربوط به ژنوتیپ همدان ایستگاه کاشان با ۶۰/۴ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد ترکیب ترانس‌آنتول در ایستگاه گلپایگان تفاوت معنی‌داری با ایستگاه کاشان داشت و بیشترین مقدار آن در ژنوتیپ همدان کاشته شده در این ایستگاه مشاهده گردید. کمترین میزان این ترکیب نیز مربوط به ژنوتیپ ۱۱۴۸۶ ایستگاه کاشان با ۴۱/۱۱ درصد بود.

نتایج همبستگی صفات در جدول ۶ نشان داد که عملکرد ترانس آنتول ایستگاه کاشان همبستگی منفی و معنی‌داری با ازت کل خاک داشت. همچنین درصد و عملکرد اسانس همبستگی منفی و معنی‌داری با شوری خاک نشان داد. از طرفی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فنکون با شوری خاک مشاهده گردید. این در حالی است که در ایستگاه گلپایگان همبستگی معنی‌داری بین ترکیبات اسانس و عوامل محیطی مشاهده نشد (جدول ۷).

در هر دو ایستگاه، استراگول و ترانس آنتول همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. همچنین همبستگی استراگول و ترانس آنتول با فنکون منفی و معنی‌دار بود.

جدول ۳- ترکیبات متشکله اصلی اسانس رازیانه

محل	ژنوتیپ	اجزا	درصد		نمایه بازداری
			حداقل	حداکثر	
گلپایگان	P11-820065	آلفاپینن	۳/۹۶	۷/۳۷	۹۴۲/۳۳
گلپایگان	P11-820065	پاراسیمن	۰/۵۹	۰/۸۶	۱۰۲۹/۴۵
گلپایگان	P11-820065	لیمونن	۴/۹۱	۸/۲۴	۱۰۳۳/۸۴

گلپایگان	P11-820065	فنکون	۲۳/۳۷	۳۱/۸۲	۱۰۹۵/۳۷
گلپایگان	P11-820065	کامفور	۰/۴۸	۰/۶۱	۱۱۳۸/۸۱
گلپایگان	P11-820065	استراگول	۲/۳۳	۲/۸۱	۱۱۷۸/۲۴
گلپایگان	P11-820065	ترانس آنتول	۴۰/۸۲	۵۷/۰۴	۱۲۵۴/۶۲
گلپایگان	P11-820065	سیس آنتول	۰/۲۲	۲/۰۷	۱۳۶۵/۸۴
گلپایگان	11486	آلفاپینن	۴/۰۲	۶/۲۷	۹۴۰/۴۷
گلپایگان	11486	پاراسیمن	۰/۴۸	۰/۷۱	۱۰۲۸/۴۷
گلپایگان	11486	لیمونن	۷/۳۴	۸/۳۲	۱۰۳۳/۰۴
گلپایگان	11486	فنکون	۲۴/۵۵	۳۳/۱۴	۱۰۹۳/۱۰۵
گلپایگان	11486	کامفور	۰/۵۳	۰/۶۹	۱۱۴۰/۰۶
گلپایگان	11486	استراگول	۲/۱۵	۲/۶۵	۱۱۷۷/۶۳
گلپایگان	11486	ترانس آنتول	۴۲/۳۱	۵۳/۰۹	۱۲۹۲/۸۲
گلپایگان	11486	سیس آنتول	۱	۲/۶۳	۱۳۶۳/۹۷
گلپایگان	لرستان	آلفاپینن	۰/۹۴	۱/۱	۹۵۰/۱۱۳۱
گلپایگان	لرستان	پاراسیمن	۰/۴۸	۱/۰۷	۱۰۴۴/۴۶
گلپایگان	لرستان	لیمونن	۷/۱۳	۷/۵۹	۱۰۵۴
گلپایگان	لرستان	فنکون	۱۳/۵۶	۱۳/۷۱	۱۱۲۲
گلپایگان	لرستان	کامفور	۰/۱۹	۰/۲۴	۱۱۷۶/۴۳
گلپایگان	لرستان	استراگول	۳/۰۳	۳/۲۹	۱۲۲۸/۶۹
گلپایگان	لرستان	ترانس آنتول	۷۲/۰۵	۷۲/۲۷	۱۳۲۱/۰۵
گلپایگان	لرستان	سیس آنتول			۱۲۸۳/۹۴
گلپایگان	همدان	آلفاپینن	۱/۰۵	۱/۲	۹۵۴/۰۹
گلپایگان	همدان	پاراسیمن	۰/۸۲	۱/۰۵	۱۰۴۴
گلپایگان	همدان	لیمونن	۸/۳۸	۹/۳۹	۱۰۵۴
گلپایگان	همدان	فنکون	۱۵/۲۶	۱۵/۹۴	۱۱۲۲
گلپایگان	همدان	کامفور	۰/۲۲	۰/۲۷	۱۱۷۶/۴۳
گلپایگان	همدان	استراگول	۲/۹۹	۳/۱۳	۱۲۲۸/۶۹
گلپایگان	همدان	ترانس آنتول	۶۸/۳۸	۶۷/۸۸	۱۳۲۱/۰۵
گلپایگان	همدان	سیس آنتول	۰/۲۳	۰/۲۵	۱۳۰۰
کاشان	P11-820065	آلفاپینن	۴/۳۷	۴/۹۴	۶۴/۹۳۹
کاشان	P11-820065	پاراسیمن	۰/۲۳	۰/۳۱	۹۸۵/۸۰
کاشان	P11-820065	لیمونن	۱/۵۱	۱/۸۰	۹۹۴/۸۱
کاشان	P11-820065	فنکون	۰/۲۵	۰/۵۲	۱۰۰۸/۲۹
کاشان	P11-820065	کامفور	۰/۱۱	۰/۱۳	۱۰۱۹/۲۴
کاشان	P11-820065	استراگول	۰/۵۱	۰/۷۲	۱۰۲۷/۶۲
کاشان	P11-820065	ترانس آنتول	۱/۲۰	۱/۵۸	۱۰۶۰/۴۱
کاشان	P11-820065	سیس آنتول	۰/۱۶	۰/۲۰	۱۰۸۵/۷۹
کاشان	11486	آلفاپینن	۴/۰۵	۴/۹۳	۹۳۹/۲۵
کاشان	11486	پاراسیمن	۰/۱۴	۰/۲۷	۹۸۵/۳۰
کاشان	11486	لیمونن	۱/۲۶	۱/۷۱	۹۹۴/۲۷
کاشان	11486	فنکون	۰/۳۵	۰/۴۱	۱۰۰۷/۷۶
کاشان	11486	کامفور	۰/۱۴	۰/۱۵	۱۰۱۸/۶۳
کاشان	11486	استراگول	۰/۶۹	۰/۷۶	۱۰۲۷/۰۴
کاشان	11486	ترانس آنتول	۴۲/۱۸	۵۰/۵۳	۱۲۹۱/۱
کاشان	11486	سیس آنتول	۲/۱۳	۲/۵۴	۱۲۵۴
کاشان	لرستان	آلفاپینن	۰/۶۱	۱/۰۲	۹۵۰/۱۱
کاشان	لرستان	پاراسیمن	۰/۲۷	۰/۴۵	۱۰۳۹/۶۴
کاشان	لرستان	لیمونن	۶/۹۵	۹/۵۴	۱۰۵۴
کاشان	لرستان	فنکون	۱۳/۶۳	۱۴/۲۴	۱۱۱۷/۶۵
کاشان	لرستان	کامفور	۰/۲۱	۰/۲۸	۱۱۷۲/۳۸
کاشان	لرستان	استراگول	۲/۷۳	۳/۱۷	۱۲۲۳/۰۱
کاشان	لرستان	ترانس آنتول	۷۰/۴	۷۰/۸۳	۱۳۲۱/۰۵
کاشان	لرستان	سیس آنتول	۰/۱۷	۰/۵۱	۱۳۰۰
کاشان	همدان	آلفاپینن	۰/۱۶	۱/۰۶	۹۵۰/۱۱
کاشان	همدان	پاراسیمن	۰/۶۳	۱/۱۷	۱۰۳۹/۶۴
کاشان	همدان	لیمونن	۶/۴۱	۱۲/۱۲	۱۰۵۴
کاشان	همدان	فنکون	۱۳/۸۶	۱۶/۱۱	۱۱۱۷/۶۵
کاشان	همدان	کامفور	۰/۲۱	۰/۲۶	۱۱۷۲/۳۸
کاشان	همدان	استراگول	۲/۸۶	۳/۰۳	۱۲۲۳/۰۱
کاشان	همدان	ترانس آنتول	۶۶/۲۰	۷۱/۴۶	۱۳۱۵/۸۲
کاشان	همدان	سیس آنتول	۰/۱۲	۰/۵۴	۱۳۰۰

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب تأثیر ژنوتیپ و مکان بر ترکیبات اسانس ۴ ژنوتیپ برتر رازیانه (*F. vulgare*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	آلفاپینن	پاراسیمن	لیمونن	فنکون	کامفور	استراگول	ترانس آنتول	سیس آنتول	درصد اسانس	عملکرد اسانس	عملکرد ترانس آنتول
مکان	۱	۱/۰۳	۰/۰۹*	۲/۱۷	۲۵/۷۵	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۲۷/۴۵	۰/۰۵	۲/۷۵*	۲۵۳۲۸/۷۳**	۹۹۲۲/۲۰**
تکرار (مکان)	۴	۰/۶۵	۰/۰۶*	۲/۴۷	۵/۵۹	۰/۰۰۶	۰/۰۲	۲۲/۱۷	۰/۰۵	۰/۳۶	۵۳۲/۳۴	۹۱/۶۴
ژنوتیپ	۳	۳۰/۱۹**	۰/۰۶*	۶/۴۷*	۴۸۷/۳۴**	۰/۲**	۰/۶۴**	۱۰۹۱/۱۵**	۸/۶**	۰/۴۵	۱۹۰۷/۲۱*	۲۰۶/۲۶
مکان*ژنوتیپ	۳	۰/۰۵*	۰/۰۹*	۱/۴*	۲۲/۸۱*	۰/۰۱*	۰/۰۵*	۲۱/۶۱*	۰/۰۲*	۰/۱۲*	۲۸۱/۲۷*	۱۴۸/۴۶*
خطا	۱۲	۰/۶۷	۰/۰۱	۱/۷۵	۱۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۴	۱۹/۵۱	۰/۰۵	۰/۴۵	۶۱۳/۲۱	۳۰۰/۳۰

**و* به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار است.

جدول ۵- مقایسه میانگین بر همکنش مکان و ژنوتیپ بر درصد ترکیبات اسانس در ۴ ژنوتیپ برتر رازیانه (*F. vulgare*)

مکان	ژنوتیپ	آلفاپینن (٪)	پاراسیمن (٪)	لیمونن (٪)	فنکون (٪)	کامفور (٪)	استراگول (٪)	ترانس آنتول(٪)	سیس آنتول (٪)	درصد اسانس(٪)	عملکرد اسانس (kg/ha)	عملکرد ترانس آنتول(kg/ha)
گلپایگان	لرستان	۱/۰۵ b	۰/۸۴ ab	۶/۶۱ b	۱۴/۴۴ c	۰/۲۰ c	۲/۹۷ a	۷۲/۲۰ a	۰/۳۴ b	۳/۶۰ ab	۱۲۳/۰۷ abc	۸۸/۸۵ a
گلپایگان	P11-820065	۵/۱۱ a	۰/۷۱ bc	۶/۴۷ b	۲۶/۲۸ b	۰/۵۴ a	۲/۵۹ b	۵۱/۱۵ b	۲/۳۴ a	۴/۲۱ a	۱۶۵/۱۹ a	۸۳/۹۵ a
گلپایگان	همدان	۱/۱۸ b	۰/۹۱ a	۹/۲۷ a	۱۵/۶۲ c	۰/۲۸ bc	۳/۰۴ a	۶۸/۰۹ a	۰/۲۴ b	۳/۸۹ ab	۱۴۳/۲۵ ab	۹۷/۵۹ a
گلپایگان	۱۱۴۸۶	۵/۱۴ a	۰/۵۸ c	۷/۷۵ ab	۲۸/۸۱ ab	۰/۵۹ a	۲/۴۳ b	۴۷/۴۲ b	۲/۵۹ a	۳/۶۶ ab	۱۵۶/۶۱ a	۷۴/۱۳ ab
کاشان	لرستان	۰/۷۹ b	۰/۳۹ d	۸/۴۰ ab	۱۳/۸۶ c	۰/۲۳ c	۲/۹۸ a	۷۱/۰۹ a	۰/۳۳ b	۳/۰۳ ab	۷۲/۵۱ d	۵۱/۴۶ b
کاشان	P11-820065	۴/۷۲ a	۰/۶۵ bc	۷/۴۰ ab	۳۳/۳۵ a	۰/۶۳ a	۲/۲۳ b	۴۳/۷۶ b	۲/۲۴ a	۳/۶۰ ab	۱۰۵/۷۶ bcd	۴۶/۹۸ b
کاشان	همدان	۰/۸۷ b	۰/۷۸ ab	۹/۳۹ a	۱۴/۱۸ c	۰/۲۳ c	۳/۰۳ a	۶۹/۷۴ a	۰/۲۷ b	۲/۸۰ b	۶۰/۴۰ d	۴۲/۳۰ b
کاشان	۱۱۴۸۶	۴/۴۵ a	۰/۷۲ abc	۷/۳۲ ab	۳۲/۰۵ ab	۰/۴۵ ab	۲/۴۹ b	۴۵/۷۱ b	۲/۳ a	۳/۲۳ ab	۸۹/۵۶ cd	۴۱/۱۱ b

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین آنها در سطح احتمال یک در صد می‌باشد.

جدول ۶- همبستگی صفات مورد مطالعه در ۴ ژنوتیپ برتر رازیانه (*F. vulgare*) با برخی عوامل اقلیمی در منطقه کاشان

ردیف	صفت	لیمونن	فنکون	استراگول	ترانس آنتول	درصد اسانس	عملکرد اسانس	عملکرد ترانس انتول	ارتفاع	بارش سالانه	میانگین دما	شوری خاک	پتاسیم خاک	فسفر خاک	کربن آلی خاک	ازت کل
		(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	(kg/ha)	(kg/ha)	(m)	(mm)	(°c)	(dS/m)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)
۱	لیمونن	۱														
۲	فنکون	-۰/۹۰	۱													
۳	استراگول	۰/۸۸	-۰/۹۷*	۱												
۴	ترانس آنتول	۰/۸۸	-۰/۹۹**	۰/۹۷*	۱											
۵	درصد اسانس	-۰/۸۷	۰/۸۹	-۰/۹۵*	-۰/۸۶	۱										
۶	عملکرد اسانس	-۰/۹۱	۰/۹۲	-۰/۹۷*	-۰/۹۱	۰/۹۹**	۱									
۷	عملکرد ترانس آنتول	۰/۱۰۳	-۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۳۴	۰/۱۵	۰/۱۰۵	۱								
۸	ارتفاع	-۰/۶۳	۰/۵۳	-۰/۷۱	-۰/۵۲	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۵۶	۱							
۹	بارش سالانه	۰/۲۳	-۰/۵۴	۰/۶۶	۰/۵۶	-۰/۶۱	-۰/۵۸	۰/۱۸	-۰/۵۴	۱						
۱۰	میانگین دما	۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۳	-۰/۵۲	-۰/۴۱	-۰/۸۰	-۰/۸۵	۰/۴۲	۱					
۱۱	شوری خاک	-۰/۷۶	۰/۸۶*	-۰/۹۶*	-۰/۹۶*	۰/۸۴	۰/۸۸	-۰/۳۹	۰/۵۳	-۰/۷۴	-۰/۱۰	۱				
۱۲	پتاسیم خاک	۰/۱۵	-۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۰۳	-۰/۵۲	-۰/۴۱	-۰/۸۰	-۰/۸۵	۰/۴۲	۰/۹۹**	-۰/۱۰	۱			
۱۳	فسفر خاک	۰/۲۱	۰/۰۴	-۰/۲۲	-۰/۰۶	۰/۲۶	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۴۲	-۰/۸۵	-۰/۶۰	۰/۳۰	-۰/۶۰	۱		
۱۴	کربن آلی خاک	-۰/۵۷	۰/۸۵	-۰/۸۸	-۰/۸۶	۰/۷۷	۰/۷۸	-۰/۳۹	۰/۵۱	-۰/۸۹	-۰/۱۷	۰/۹۶*	۰/۱۷	۰/۵۲	۱	
۱۵	ازت کل	-۰/۰۹	۰/۳۸	-۰/۱۹	-۰/۳۹	-۰/۱۰	-۰/۰۰۱	-۰/۹۹**	-۰/۵۴	-۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۴۱	۰/۸۳	-۰/۱۹	۰/۳۹	۱

جدول ۷- همبستگی صفات مورد مطالعه در ۴ ژنوتیپ برتر رازیانه (*F. vulgare*) با برخی عوامل اقلیمی در منطقه گلپایگان

ردیف	صفت	لیمونن	نکرون	استراگول	ترانس آنتول	درصد اسانس	عملکرد اسانس	عملکرد ترانس انتول	ارتفاع	بارش سالانه	میانگین دما	شوری خاک	پتاسیم خاک	فسفر خاک	کربن آلی خاک	اژنز کل
		(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)	(kg/ha)	(kg/ha)	(m)	(mm)	(°c)	(dS/m)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)
۱	لیمونن	۱														
۲	نکرون	-۰/۲۵	۱													
۳	استراگول	۰/۳۴	-۰/۹۸**	۱												
۴	ترانس آنتول	۰/۱۹	-۰/۹۹**	۰/۹۶*	۱											
۵	درصد اسانس	-۰/۱۲	۰/۳۱	-۰/۱۷	-۰/۳۵	۱										
۶	عملکرد اسانس	-۰/۰۲	۰/۸۶	-۰/۷۶	-۰/۸۹	۰/۶۹	۱									
۷	عملکرد ترانس آنتول	۰/۴۲	-۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۸۲	۰/۱۴	-۰/۴۸	۱								
۸	ارتفاع	۰/۸۸	-۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۵۲	-۰/۵۰	-۰/۴۶	۰/۵۱	۱							
۹	بارش سالانه	۰/۲۳	۰/۱۲	-۰/۲۳	-۰/۰۹	-۰/۸۷	-۰/۲۷	-۰/۴۷	۰/۴۴	۱						
۱۰	میانگین دما	-۰/۰۸	-۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۲	-۰/۰۵	-۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۱۸	-۰/۴۲	۱					
۱۱	شوری خاک	-۰/۸۸	۰/۵۹	-۰/۶۱	-۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۴۸	-۰/۵۶	-۰/۹۹**	-۰/۳۹	-۰/۲۳	۱				
۱۲	پتاسیم خاک	-۰/۱۲	-۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۲۵	۰/۸۰	۰/۱۴	۰/۶۱	-۰/۲۹	-۰/۴۸**	۰/۵۴	۰/۲۳	۱			
۱۳	فسفر خاک	-۰/۸۶	۰/۳۲	-۰/۳۲	-۰/۲۹	۰/۵۹	۰/۳۳	۰/۲۵	-۰/۹۵*	-۰/۶۴	۰/۰۸	۰/۹۳	۰/۵۲	۱		
۱۴	کربن آلی خاک	۰/۵۳	-۰/۴۱	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۵۹	۰/۰۹	۰/۸۲	۰/۳۲	-۰/۶۸	۰/۴۱	-۰/۳۶	۰/۷۷	-۰/۱۱	۱	
۱۵	اژنز کل	۰/۱۲	۰/۲۸	-۰/۳۹	-۰/۲۵	-۰/۸۰	-۰/۱۴	-۰/۶۱	۰/۲۹	۰/۹۸**	-۰/۵۴*	-۰/۲۳	-۰/۹۹**	-۰/۵۲	-۰/۷۷	۱

بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده هشت ترکیب اصلی در اسانس هر چهار ژنوتیپ رازیانه وجود دارد. این ترکیبات تفاوت معنی‌داری را ازنظر مقدار در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان دادند. تحقیقات موجود نیز نشان داده است که ترکیبات اصلی اسانس و اجزاء متشکله اسانس رازیانه ازنظر کیفیت نه‌تنها در بین واریته‌های مختلف رازیانه متفاوت است بلکه حتی در بین یک واریته نیز فرق می‌کند (۱۵). اصلی‌ترین و مهم‌ترین ترکیب موجود در اسانس رازیانه آنتول می‌باشد که میزان این ترکیب در ژنوتیپ‌های بومی بالاتر از ژنوتیپ‌های غیربومی بدست آمده است. این مسئله نشان‌دهنده اهمیت این ژنوتیپ‌ها جهت حصول به حداکثر میزان این ترکیب باارزش و اقتصادی است. از طرفی میزان ترکیب استراگول در ژنوتیپ‌های غیربومی کمتر از ژنوتیپ‌های بومی می‌باشد. ازآنجا که استراگول ترکیبی مضر و ایجادکننده سرطان به‌ویژه سرطان کبد است بنابراین سعی می‌شود در برنامه‌های اصلاحی در جهت کاهش این ترکیب تلاش گردد. لذا می‌توان از این ژنوتیپ‌های غیربومی در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور ایجاد رازیانه‌هایی با میزان استراگول پایین به‌عنوان والد استفاده نمود.

نتایج نشان داده که اثر مکان بر نوع ترکیبات اسانس معنی‌دار نبوده و ازنظر کمی نیز تفاوت معنی‌داری بین مناطق مشاهده نشده است. تنها ترکیبی که تحت تأثیر مکان قرارگرفته پاراسیمن می‌باشد. این در حالی است که برهم‌کنش مکان در ژنوتیپ بر کلیه ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اثر معنی‌داری داشته لذا به نظر می‌رسد تفاوت مشاهده شده مربوط به ژنوتیپ‌ها بوده است. از آنجا که ترکیبات آلفاپینن، فنکون، کامفور و سیس آنتول در ژنوتیپ‌های غیربومی و پاراسیمن، لیمونن، استراگول و ترانس آنتول در ژنوتیپ‌های بومی بیشترین مقدار را داشته است بنابراین در صورتی که هدف از تولید، دستیابی به نوع خاصی از ترکیب باشد بایستی ژنوتیپ مناسب انتخاب گردد.

دو فاکتور درصد اسانس و عملکرد اسانس در ژنوتیپ P11-820065 بیشترین مقدار را داشته است که با توجه به این مسئله که عملکرد اسانس، حاصلضرب درصد اسانس در عملکرد بذر است این مسئله به‌طور غیرمستقیم نشان‌دهنده بالا بودن عملکرد بذر این ژنوتیپ نیز می‌باشد. از طرفی ایستگاه گلپایگان نسبت به ایستگاه کاشان دارای عملکرد اسانس بالاتری بوده و برعکس آن ایستگاه سمیرم به علت سرمازدگی و از بین رفتن گل‌ها کاهش بسیار شدید عملکرد داشته است. بنابراین می‌توان به تأثیر قابل‌توجه شرایط آب و هوایی منطقه بویژه دما در تولید عملکرد مناسب گیاه اشاره نمود. ایستگاه گلپایگان با اقلیم استپی و متوسط دمای سالیانه ۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد، خاک رسی لومی و متوسط بارندگی سالیانه ۲۶۴/۳ میلی‌متر بهترین شرایط را جهت رشد و توسعه گیاه رازیانه داشته است و در اقلیم کاشان با شرایط نیمه بیابانی شدید نیز این گیاه داروئی با عملکرد پایین‌تری نسبت به ایستگاه گلپایگان رشد می‌کند. اما اقلیم استپی سرد سمیرم با میانگین دمای سالیانه ۱۱ درجه سانتی‌گراد جهت کاشت گیاه رازیانه مناسب نبوده و توصیه نمی‌گردد.

براساس نتایج همبستگی صفات در این تحقیق با افزایش میزان ترانس آنتول و استراگول سایر ترکیبات اصلی اسانس کاهش‌یافته است. این مسئله با نتایج احسانی‌پور (۱) مطابقت دارد. همچنین عملکرد ترانس آنتول با افزایش درصد اسانس و همچنین عملکرد اسانس افزایش نشان می‌دهد که امری بدیهی می‌باشد. از آنجا که درصد ترکیب ترانس آنتول در گلپایگان و کاشان تفاوت معنی‌داری باهم نداشته است و تنها تفاوت مشاهده شده ازنظر مقدار این ترکیب در بین ژنوتیپ‌ها می‌باشد لذا می‌توان نتیجه گرفت تفاوت کمی و کیفی اسانس مشاهده شده، ناشی از تفاوت ساختار ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد استفاده باشد.

نتایج نشان می‌دهد که تفاوت منفی و معنی‌داری بین میزان استراگول و ترانس آنتول با ترکیب فنکون وجود دارد که در هر دو ایستگاه مورد مطالعه نیز قابل‌مشاهده است. لذا به نظر می‌رسد این مسئله بیش از آنکه تحت تأثیر محیط باشد، ژنتیکی است. از طرفی با افزایش شوری در ایستگاه کاشان، افزایش فنکون و کاهش استراگول و ترانس آنتول مشاهده می‌گردد لذا می‌توان اینگونه برداشت کرد که شوری خاک اثر منفی بر ترکیب مهم و اقتصادی گیاه رازیانه یعنی آنتول دارد و این ترکیب در خاک‌های غیر شور به میزان بالاتری در گیاه سنتز می‌شود. تأثیر ارتفاع بر مقدار ترکیبات اسانس گیاهان داروئی توسط برخی محققان گزارش شده (۲و ۴) ولی در تحقیق حاضر تفاوت موجود بین ارتفاع دو ایستگاه اثری روی کیفیت اسانس نشان نداده است. اما ارتفاع از سطح دریا و شوری خاک، رابطه منفی و معنی‌داری باهم داشته‌اند. لذا شاید اینگونه بتوان نتیجه‌گیری کرد که هرچه گیاه در ارتفاع بیشتری از سطح دریا کاشته شود ازنظر کیفیت ترکیبات اصلی اسانس مرغوب‌تر خواهد بود. بنابراین در این تحقیق گرچه ارتفاع به‌طور مستقیم اثری بر کیفیت اسانس گیاه نداشته اما اثر غیرمستقیم آن کاملاً مشهود است. همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شده بین ازت کل خاک و عملکرد ترانس‌آنتول در کاشان نشان می‌دهد که ازت در افزایش کیفیت اسانس رازیانه نقش مثبتی ایفا نکرده و لذا به افزودن کود ازت جهت بهبود کیفی اسانس نیازی نیست. باوجود بالاتر بودن میزان بارش سالانه در ایستگاه گلپایگان نسبت به کاشان، فاکتور بارش نیز اثر معنی‌داری بر کمیت و کیفیت اسانس رازیانه نداشته است. شاید مهمترین دلیل آن زراعت گیاه به‌صورت آبی بوده است.

با توجه به نتایج این تحقیق علاوه بر ژنتیک گیاه، عوامل محیطی نیز به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد کمی و کیفی گیاه رازیانه اثرگذار می‌باشند. لذا پیشنهاد می‌شود به‌منظور استفاده بهینه از این گیاه و استخراج بهتر مواد مؤثره به این عوامل توجه بیشتری گردد.

منابع

۱- احسانی پور، ع.، ۱۳۸۸. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد، ترکیبات شیمیایی و اسانس توده‌های مختلف رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- سروری، ا.، دیانتی تیلکی، ق.، رضایی، م. ب.، و زادبر، م.، ۱۳۹۴. تأثیر برخی فاکتورهای محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه *Stachys lavandifolia* vahl. در استان خراسان رضوی (چناران)، فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی،۱۰(۲)، صفحات ۱-۷.

۳- صفایی، ل.، زینلی، ح.، و صفیری، م.، ۱۳۸۶، بررسی تنوع ژنتیکی گیاه رازیانه، طرح خاتمه یافته موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره فروست ۱۶۱۴/۸۶.

۴- محمدنژاد گنجی، م.، مرادی، ح.، قنبری، ح.، و اکبرزاده، م.، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر ارتفاع بر کیفیت و کمیت مواد مؤثره اسانس گیاه *Rosmarinus officinalis* L. کشت شده در دو منطقه از استان مازندران، اکوفیتوشیمی گیاهان داروئی، ۵(۲)، صفحات ۳۶-۴۲.

۵- مظفریان، و.، ۱۳۸۶. فلور ایران تیره چتریان (Umbelliferae) ، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۵۴، ۶۰۰ صفحه.

6- Adams, R. P., 1995. Identification of Essential Oil components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. Allured Publishing Crop., USA, 750 p.

7- Atta-Aly, M. A., 2001. Fennel swollen base yield and quality as affected by variety and source of nitrogen fertilizer. Sci. Hort., 88(3), PP: 191-202.

8- Boira, H., and Blanquer, A., 1998. Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. Biochemical Systematics & Ecology, 26, PP: 811–822.

9- Bowes, K. M., and Zheljazkov, V. D., 2004. Factors affecting yields and essential oil quality of *Ocimum sanctum* L. and *Ocimum basilicum*

L. cultivars. American Society for Horticultural Science, 129, PP: 789–794.

10- Bowes, K. M., and Zheljazkov, V. D., 2005. Essential oil yields and quality of fennel grown in Nova Scotia. HortScience, 39, PP: 1640–1643.

11- Corticchiato, M., Tomi, F., Bernardini, A. F., and Casanova, J., 1998. Composition infraspecific variability of essential oil from *Thymus herbabarona* Lois. Biochemical Systematics & Ecology, 26, PP: 915-932.

12- Davies, N. W., 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. Journal Chromatogeraphy, 503, PP: 1-24.

13- Falzari, L. M., Menary, R. C., and Dragar, V. A., 2006. Optimum stand density for maximum essential oil yield in commercial fennel crops. Hortscience, 41, PP: 646–650.

14- Gotsiou, P., Naxakis, G., and Skoula, M., 2002. Diversity in the composition of monoterpenoids of *Origanum microphyllum* (Labiatae). Biochemical Systematics & Ecology, 30, PP: 865–879.

15- Kandil, M. A. M. H., 2002. The effect of fertilizers for conventional and organic farming on yield and oil quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in Egypt. PhD Thesis, Technischen Universitat Carolo-Wilhemina zu Braunschweig, Germany, 83 p.

16- Ložienė, K., and Venskutonis, P. R., 2005. Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. Biochemical Systematics & Ecology, 33, PP: 517–525.

17- Medina, A. L., Lucero, M. E., Holguín, F. O., Estell, R. E., Posakony, J. J., Simon, J. A., and O'Connell, M. A., 2005. Composition and antimicrobial activity of *Anemopsis californica* leaf oil. Agricultural and Food Chemistry, 53, PP: 8694–8698.

18- Olle, M., and Bender, I., 2010. The content of oils in umbelliferous crops and its formation. Agron. Res., 8(III), PP: 687-696.

19- Ozcan, M., and Chalchat, J. C., 2004. Aroma profile of *Thmus vulgaris* L. growing wild in Turkey. Bulg. Plant Physiology, 30(3-4), PP: 68-73.

20- Paschalina, S. C., Koutsos, T. V., and Katsiotis, S. T., 2006. Study on nitrogen fertilization rate on fennel cultivars for essential oil yield and composition. Vegetable Science, 12(2), PP: 85-93.

21- Shibamoto, T., 1987. Retention Indices in Essential oil Analysis, 259- 274, In: Sandra, P. and Bicchi, C., (Eds.), Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis, Dr Alfred Huethig Verlag, New York, 748 p.

22- Zaki, M. F., Abou-Hussein, S. D., Abou El-Magd, M. M., and El-Abagy, H. M. H., 2009. Evaluation of some sweet fennel cultivars under saline irrigation water. Euro. Science Research, 30(1), PP: 67-78.

The effect of environmental conditions on oil and oil components in superior fennel genotypes (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Safaei L.,[1] Zeinali H.[1] and Afiuni D.[2]

[1] Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, I.R. of Iran.

[2] Horticulture Crops Research Dept., Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, I.R. of Iran.

Abstract

In order to study the effects of some environmental factors on quality and quantity of fennel essential oil, an experiment was conducted at 3 stations of Agricultural and Natural Resource Research Center of Isfahan during 2012- 2013 and 4 superior fennel genotypes (including: Lorestan, Hamedan, P11- 820065 and 11486) were studied basis of randomized complete block design with three replications. Base on the results the interaction of place* genotype was significant for all traits. a-pinene, fenchone, camphor and (z)- anethol in foreign genotypes and p-cymene, limonene, estragole and (e)-anethol in native genotypes were the highest. The maximum essential oil belongs to P11-820065 with 4.21 percentages. The highest essential oil yield (165.2 Kg/hec) was observed in P11-820065 located in Golpayeghan and the lowest in Hamedan genotype (60.4 Kg/hec) of Kashan. (E)-anethol yield of hamedan Genotype in Golpayeghan station had a significant different with Kashan station. The minimum amount of (e)-anethol was observed in 11486 (41/1 %) located in Kashan. There was a negative significant correlation between (e)- anethol and soil total N. Also a negative significant correlation was observed between oil percentage and oil yield with soil salinity. On the other hand fenchone and soil salinity had a positive significant correlation. There was no significant correlation between essential oil and environmental factors in Golpayegan station.

Key words: Fennel, environmental factors, Yield, anethol