

تأثیر شرایط محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نوروبک (*Salvia leriifolia* Benth.)

مرتضی یوسفی^۱، وحیده ناظری^{۲*} و مهدی میرزا^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، پست الکترونیک: nazeri@ut.ac.ir

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

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۰

چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر برخی از عوامل محیطی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نوروبک (*Salvia leriifolia* Benth.)، دوازده جمعیت از این گیاه از مناطق مختلف رویشگاهی آن جمع‌آوری شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر طبق فراموکوپه بریتانیا از سرشاخه‌های گلدار خشک شده انجام شد. ترکیب‌های شیمیایی اسانس‌ها با استفاده از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) جداسازی، شناسایی و تعیین مقدار گردیدند. به منظور بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر میزان اسانس و ترکیب‌های اصلی سازنده تیپ‌های شیمیایی از تجزیه همبستگی کانونیک توسط نرم‌افزار آمار SAS v. 9.1 استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که میانگین بازده اسانس ۰/۷-۱/۵ درصد به ترتیب مربوط به جمعیت طیس سبزوار و بجستان بود. در مجموع، در اسانس‌های مورد مطالعه ۲۲ ترکیب شناسایی شد که از میان این ترکیب‌ها سه ترکیب جونیپر کامفور (۳۹/۹-۱۲٪)، ۸،۱-سینئول (۳/۶-۲۱٪)، بتا-پینن (۸/۷-۱۸/۱٪) و آلفا-پینن (۴/۴-۱۰٪) در میان جمعیت‌های مختلف از غلظت بالایی برخوردار بودند. تجزیه همبستگی چندگانه بین ۸ ترکیب شیمیایی و ۹ عامل محیطی نشان داد که شش متغیر اول کانونیک دارای همبستگی کانونیک قابل توجه و معنی‌دار بودند. ضرایب همبستگی کانونیک اولین متغیر نشان داد که میزان بالای آلفا-پینن و بتا-پینن و درصد کم دلتا-کادینول با مقدار کم کلسیم و پتاسیم خاک رابطه مستقیم و مثبتی دارند. به عبارت دیگر، کاشت گیاه نوروبک در خاک‌های غنی از کلسیم و پتاسیم باعث افزایش دلتا-کادینول موجود در اسانس شده و در عین حال میزان آلفا-پینن و بتا-پینن موجود در اسانس را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: نوروبک (*Salvia leriifolia* Benth.)، عوامل محیطی، خصوصیات شیمیایی، همبستگی چندگانه.

مقدمه

دلیل داشتن صفات و اختصاصات مهم دارویی و غذایی جزء اولین تیره‌هایی هستند که توسط گیاه‌شناسان شناسایی شده‌اند (Zargari, 1993). گیاهان تیره نعناع در سرتاسر جهان انتشار دارند، اما بیشتر این گیاهان به‌طور خاصی در مناطق مدیترانه تجمع یافته‌اند (قهرمان، ۱۳۷۳).
جنس مریم‌گلی متعلق به خانواده نعناع (Lamiaceae) است. در این جنس حدود ۹۰۰ گونه گیاه علفی و درختچه‌ای

با توجه به اینکه امروزه درمان بیماری‌ها، بیشتر با استفاده از داروهایی که منشأ سنتزی دارند انجام می‌شود، اما به دلیل عوارض جانبی که این نوع داروها در بدن انسان ایجاد می‌کنند روز به روز به اهمیت گیاهان دارویی و فرآورده‌های آنها بیشتر توجه می‌شود و اعتقاد عمومی درباره استفاده از آنها پیوسته تقویت می‌گردد (Tetenyi, 2002). گونه‌های تیره نعناع به

آذربایجان ۰/۴۸٪ و نمونه کردستان ۰/۳٪ بود. همچنین دو کموتایپ متفاوت بتا-کاریوفیلین و جرماکرن B را به ترتیب در دو گونه *Salvia virgata* Jacq و *Salvia syriaca* L. شناسایی کردند.

Demirci و همکاران (۲۰۰۳) اسانس موجود در سرشاخه‌های گلدار شش گونه مریم‌گلی انحصاری ترکیه (*Salvia S. divaricata*, *S. caespitosa*, *blepharochlaena S. hypargeia* و *S. pilifera*) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که گیاهان مورد مطالعه دارای شش تیب شیمیایی می‌باشند که این تیب‌های شیمیایی به ترتیب عبارتند از: پینن، بتا-پینن، ۸،۱-سینول، تیمول، کاریوفیلین و آلفا-توژون.

Mirza و Sefidkon (۱۹۹۹) ترکیب‌های شیمیایی اسانس *Salvia nemorosa* L. و *Salvia reuterana* را بررسی کردند؛ نتایج آنها نشان داد که برای *S. nemorosa* L. ترکیب‌های بتا-کاریوفیلین (۴۱/۶٪)، جرماکرن B (۲۱/۳٪)، کاریوفیلین اکسید (۶/۸٪)، سیس-بتا-فرانسس (۶٪) و جرماکرن D- (۵/۶٪) و برای گیاه *S. reuterana* ۲ ترکیب شناسایی شد که ترکیب‌های بتا-اوکسیمنت (۳۲/۳٪)، آلفا-جورجونن (۱۴/۱٪) و جرماکرن D (۱۱/۲٪) از اجزای اصلی اسانس می‌باشند.

Monfared و Ghorbanli (۲۰۱۰) اجزای شیمیایی اسانس نوروژک را در اطراف دو معدن مس و آهن در ایران مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج آنها نشان داد که مقدار اسانس در اطراف معدن مس و آهن به ترتیب ۲۸٪ و ۳۵٪ است. تعداد اجزای شناسایی شده در اطراف دو معدن به ترتیب ۳۲ و ۱۲ بود. مهمترین اجزای اسانس در اطراف معدن مس ۸،۱-سینتول (۲۰/۰۴٪)، کامفور (۱۸/۴۸٪)، آلفا-پینن (۱۶/۴۲٪) و کامفن (۱۰/۹۴٪) و مهمترین اجزای اسانس در اطراف معدن آهن آرتمیزیکتون (۲/۶۲٪) و کوبنول (۳۵/۹٪) می‌باشد.

Loizze و همکاران (۲۰۰۹) اسانس گیاهان نوروژک جمع‌آوری شده از اطراف خراسان را به روش تقطیر با آب استخراج کردند. نتایج آنها نشان داد که بازده اسانس گیاه برابر با ۱/۵٪ بود و آنها توانستند ۴۹ ترکیب را شناسایی کنند که در این میان ترکیب‌های کامفور (۱۰/۵٪)، ۸،۱-سینتول (۸/۶٪)،

وجود دارد. گیاهان این جنس در تمامی نقاط جهان گسترش یافته است (Topcuu, 2006) با این حال، بیشینه انتشار گیاهان این جنس نواحی مدیترانه، آسیای مرکزی، آمریکا و آفریقای جنوبی می‌باشد (Rechinger, 1982). مهمترین شاخصه گونه‌های گیاهی این جنس، داشتن مقدار زیادی اسانس در پیکره رویشی گیاه و همچنین مقدار زیاد روغن در بذرهای گیاهان می‌باشد (Bagci et al., 2004). اسانس بسیاری از گونه‌های مریم‌گلی دارای خاصیت ضد میکروبی است. همچنین اسانس این گیاه برای تحریک هورمون جنسی مردانه و عفونت‌های موضعی، تنفسی، هضم بهتر غذا و نیز تعادل روحی و روانی کاربرد دارد (Steinegger & Nsel, 1988; Foster & Tyler, 2004).

۵۸ گونه از گیاهان جنس مریم‌گلی در ایران وجود دارد که ۱۷ گونه آن انحصاری ایران می‌باشد (Rechinger, 1982). گیاه نوروژک (*Salvia leriifolia* Benth.) گیاه علفی چندساله با گل‌های بنفش و برگ‌های پوشیده از کرک متعلق به خانواده نعناع می‌باشد. این گونه گیاهی انحصاری ایران و افغانستان است و در ایران از استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و سمنان گزارش شده است (Rechinger, 1982). نوروژک در میان مردم محلی به عنوان یک گیاه دارویی معروف است. این گیاه علاوه بر نوروژک با نام‌های محلی جبله و چبله و نقل خواجه نیز شناخته می‌شود (Mozaffarian, 2007).

تاکنون چندین مورد از چند شکلی شیمیایی (تیپ شیمیایی) در برخی از گونه‌های مریم‌گلی گزارش شده است؛ که به عنوان مثال به چند نمونه اشاره می‌کنیم:

Carrer و همکاران (۲۰۰۷) هفت جمعیت گیاه *Salvia guaranitica* L. در برزیل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بازده اسانس گیاه بین ۰/۰۵٪ تا ۰/۱۲٪ در مناطق مختلف متغیر است، علاوه بر این آنالیز کیفی اسانس گونه *Salvia guaranitica* L. نشان داد که این گیاه دارای سه کموتایپ جرماکرن D، بتا-کاریوفیلین و آلفا-کادنین بود.

Sefidkon و Mirza (۱۹۹۹) سرشاخه‌های گلدار دو گیاه *Salvia virgata* Jacq و *Salvia syriaca* L. را که به ترتیب از دو استان آذربایجان شرقی و کردستان جمع‌آوری کرده بودند مورد مطالعه قرار دادند. طبق گزارش آنها بازده اسانس نمونه

بتا-پینن در گیاه نوروزک شود و بتوان در آینده از نتایج حاصل از این تحقیق در جهت کارهای اصلاحی بهره برد.

مواد و روشها

مواد گیاهی

با مراجعه به منابع علمی موجود از جمله فلور ایرانیکا (Rechinger, 1982) مناطق پراکنش نوروزک مشخص شد. با توجه به پراکنش این گیاه در استان‌های خراسان جنوبی، خراسان رضوی و سمنان، در مجموع ۱۲ رویشگاه طبیعی این گیاه انتخاب و در فصل گلدهی ۱۵ نمونه کامل گیاهی به روش سیستماتیک-تصادفی انتخاب گردید. سپس اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی مربوط به مکان‌های نمونه‌برداری ثبت شد (جدول ۱).

کامفن (۶/۲٪) و آلفا-پینن (۴/۷٪) اجزای اصلی اسانس گیاه نوروزک را تشکیل می‌دادند.

متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شود، ولی ساخت آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۸۴). بنابراین میزان و کیفیت مواد مؤثره یک گیاه دارویی در رویشگاه‌ها و مناطق مختلف تغییر می‌کند و دلیل این امر نوسان فعالیت متابولیکی گیاه تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی می‌باشد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی کمیّت و کیفیت و تأثیر برخی از عوامل محیطی بر روی این دو پارامتر (بازده اسانس و ترکیب‌های اسانس) در گیاه نوروزک می‌باشد تا این تحقیق گامی در جهت شناسایی بهترین منطقه از نظر میزان اسانس و ترکیب‌های شیمیایی اختصاصی از قبیل ۸،۱-سینتول، آلفا-پینن و

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی رویشگاه‌های نوروزک (*Salvia leriifolia Benth*) مورد مطالعه

استان	محل نمونه‌برداری	نام ایستگاه هواشناسی	نام محلی گیاه	ارتفاع (m)	طول جغرافیایی (درجه شرقی)	عرض جغرافیایی (درجه شمالی)	میانگین دمای سال (*°C)	بارش سال (mm)*
خراسان جنوبی	قاین - روستای ورزگ	قاین	نقل خواجه	۱۳۹۴	۳۳/۷۵	۵۹/۴	۱۶/۱۵	۱۲۴/۷۸
خراسان رضوی	بردسکن - کندر	بردسکن	دم شیر	۱۳۶۰	۳۵/۵۳	۶۰/۰	۱۹/۰۶	۱۳۸/۲۴
خراسان رضوی	مشهد - کوهسنگی	مشهد	نوروزک	۱۰۰۰	۳۶/۲۶	۵۹/۵۶	۱۷/۵۵	۱۵۹/۴۵
خراسان رضوی	تربت حیدریه - سه راهی جنگل	تربت حیدریه	نوروزک	۱۳۷۳	۳۵/۲۶	۵۹/۲	۱۵/۶۲	۱۹۴
خراسان رضوی	گناباد - حاشیه شهر	گناباد	نوروزک	۱۱۶۲	۳۴/۵۲	۵۸/۶۵	۱۸/۷۵	۸۰/۵۵
خراسان رضوی	بجستان - روستای علی‌آباد	بجستان	چبله	۱۲۵۵	۴۳/۵	۵۸/۱۶	۲۳/۵۳	۶۲/۴۶
خراسان رضوی	سبزوار - روستای طیس	سبزوار	چبله	۱۵۳۳	۳۶/۴	۵۷/۷	۱۹/۵۳	۱۶۰
خراسان رضوی	سبزوار - روستای ریوند	سبزوار	چبله	۱۱۴۳	۳۶/۲۸	۵۸/۳	۱۹/۵۳	۱۶۰
خراسان رضوی	سبزوار - روستای نجم‌آباد	سبزوار	چبله	۱۲۳۲	۳۴/۲۱	۵۸/۷۸	۱۹/۵۳	۱۶۰
خراسان رضوی	سبزوار - روستای سلطان‌آباد	سبزوار	چبله	۱۲۰۳	۳۶/۴	۵۸/۰۳	۱۹/۵۳	۱۶۰
خراسان رضوی	سبزوار - روستای نخبر	سبزوار	نوروزک	۱۲۲۵	۳۶/۰	۵۷/۷۸	۱۹/۵۳	۱۶۰
سمنان	شاهرود	شاهرود	ممیزه	۱۲۷۶	۳۶/۳	۵۴/۸۶	۱۷	۱۳۵/۳۳

*: میانگین دمای سالیانه و میزان بارش مربوط به سال نمونه‌برداری می‌باشد.

تجزیه خاک

از خاک هر رویشگاه تا عمق ۳۰ سانتی متری نمونه برداری انجام شد. نمونه‌های خاک برداشت شده به آزمایشگاه گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران منتقل شدند و از لحاظ pH و برخی از خصوصیات کمی و کیفی شامل ماده آلی خاک، هدایت الکتریکی (Ec)، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب، کلسیم محلول و بافت خاک مورد بررسی و تجزیه قرار گرفتند (جدول ۲).

روش استخراج اسانس

به منظور استخراج اسانس، سرشاخه‌های گلدار گیاه در زمان گلدهی کامل از مناطق قاین، تربت حیدریه، گناباد، کندر، طبس سبزوار، بجستان، ریوند، سلطان‌آباد، شاهرود، مشهد، نجم‌آباد و نخبر جمع‌آوری و در داخل پاکت‌های

کاغذی قرار داده شد. سپس به آزمایشگاه گیاهان دارویی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتقال یافتند. نمونه‌ها در سایه و در دمای آزمایشگاه خشک شدند. با توجه به اینکه روشهای مختلفی برای تعیین میزان اسانس وجود دارد، سعی شد متداول‌ترین روش منطبق بر استانداردهای جهانی، یعنی روش تقطیر با آب استفاده شود (میرزا و همکاران، ۱۳۷۵). استخراج اسانس با استفاده از ۳۰ گرم سرشاخه‌های گلدار آسیاب شده به روش تقطیر با آب به کمک دستگاه کلونجر طبق فارماکوپه بریتانیا برای مدت ۴ ساعت و با سه تکرار انجام شد. پس از اتمام اسانس‌گیری جمع‌آوری اسانس از ستون کلونجر به وسیله سرنگ مخصوص انجام شد. سپس توسط سدیم سولفات بدون آب، آبگیری شدند. در پایان درصد اسانس نسبت به وزن خشک گیاه محاسبه گردید.

جدول ۲- خصوصیات خاک‌شناسی رویشگاه‌های نوروبوک (*Salvia leriifolia Benth.*) مورد مطالعه

پتاسیم قابل جذب*	فسفر قابل جذب*	کلسیم محلول*	ماده آلی ()	Ec (dS/m)	pH	بافت خاک	محل جمع‌آوری
۵۴۱/۲۳	۱۳/۸	۴۴	۱/۱۲	۳/۰۵	۷/۷	لومی رسی شنی	کندر
۱۶۵/۲۳	۱۲/۳	۳۱	۰/۵۲	۱/۲	۷/۶	لومی رسی شنی	طبس سبزوار
۷۰۸/۳۱	۲۰/۱۷	۷۲	۱/۲۴	۱/۱	۷/۶	لومی رسی شنی	بجستان
۵۵۰/۹	۱۲	۳۵	۱/۳۱	۰/۶۹	۷/۷	لومی رسی شنی	تربت حیدریه
۷۳۷/۴	۱۲/۲۲	۵۲	۰/۵۹	۰/۸	۷/۸	لومی شنی	ریوند
۶۲۱/۰۷	۱۴	۶۴	۱/۲	۲/۲۵	۷/۵	لومی رسی شنی	سلطان‌آباد
۴۳۲/۸۶	۱۷/۳	۷۲	۰/۵۵	۷/۲۵	۷/۶	لومی رسی سیلتی	قاین
۲۹۵/۲	۱۵/۸۲	۳۲	۰/۵۳	۳/۸	۷/۵	لومی رسی شنی	شاهرود
۲۷۵/۴۵	۱۷/۱۳	۴۸	۰/۴۵	۱/۱	۷/۹	لومی سیلتی	گناباد
۲۷۷/۰۸	۱۱/۹۵	۴۱	۰/۵	۲/۳۲	۷/۸	لومی شنی	مشهد
۶۲۵/۵	۱۸/۴	۲۸	۰/۴۱	۱/۸۵	۷/۷	لومی رسی شنی	نجم‌آباد
۱۸۵/۲	۱۴/۳۲	۳۸	۰/۴۱	۰/۵۸	۷/۷	لومی رسی شنی	نخبر

*: بر حسب ppm

روشهای تجزیه دستگاهی

دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)

در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز برای شناسایی ترکیب‌ها انجام شد و شناسایی‌های انجام شده با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از کتابخانه‌های مختلف تأیید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام بدست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه گردید (Davies, 1990; Shibamoto, 1987).

تجزیه آماری داده‌ها

به منظور تعیین وجود و نحوه همبستگی میان اجزای اسانس جمعیت‌های مختلف در این مطالعه، ضرایب همبستگی پیرسون میان هر جفت از متغیرهای مورد آزمون محاسبه گردید، سپس برای بررسی رابطه بین ترکیب‌های شیمیایی مهم (آلفا-پینن، بتا-پینن، ۸،۱-سینئول، بورنئول، دلتا-کادینن، دلتا-کادینول، جونبیر کامفور) و میزان اسانس با عوامل محیطی (شن، سیلت، رس، ماده آلی، کلسیم، فسفر، پتاسیم، دما و ارتفاع از سطح دریا) از تجزیه همبستگی کانونیک استفاده شد. تعیین تعداد متغیرهای کانونیک و انتخاب همبستگی‌های کانونیک مناسب بر مبنای مقادیر همبستگی‌های کانونیک تصحیح شده (Adjusted canonical correlation)، آزمون Wilks' lambda و معیار Redundancy انجام شد. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS v. 9.1 استفاده شد.

نتایج

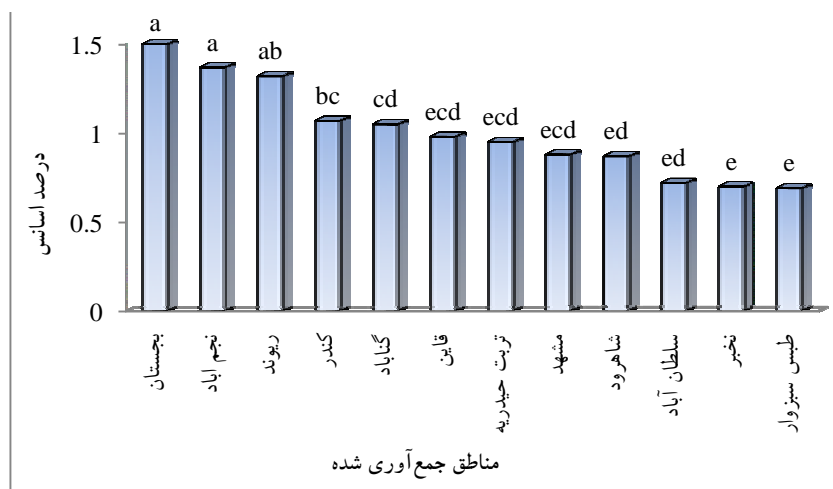
مقایسه بازده اسانس در جمعیت‌های مختلف نوروزک تفاوت معنی‌داری را نشان داد (شکل ۱). به طوری که بیشترین و کمترین مقدار اسانس استحصالی بر مبنای وزن خشک نمونه‌های گیاهی به ترتیب متعلق به توده‌های نوروزک جمع‌آوری شده از منطقه بجستان (۱/۵٪) و طبس سبزوار (۰/۶۹٪) بود. هر چند از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین بازده اسانس در مناطق نجم‌آباد و بجستان و همچنین جمعیت‌های طبس سبزوار، نخبر، سلطان‌آباد، شاهرود، مشهد، تربت‌حیدریه و قاین وجود نداشت.

گاز کروماتوگراف شیمادزو سری ۹A ساخت کشور ژاپن، دارای ستون موئینه به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون و با نام تجارتي DB-5 بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع شده و در هر دقیقه ۳ درجه سانتی‌گراد به آن افزوده شد تا به دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد رسید. سپس دما با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و در دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸/۵ دقیقه متوقف گردید. درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آشکارساز مورد استفاده در دستگاه کروماتوگرافی گازی از نوع FID (آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای) که از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل استفاده گردید و فشار ورودی آن به ستون برابر ۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع تنظیم شد.

دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

از گاز کروماتوگراف واریان ۳۴۰۰ متصل شده به طیف‌سنج جرمی (Saturn II, GC/MS) استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه‌ریزی حرارتی از ۵۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت ترانسفلایین ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفته است. سرعت گاز هلیوم ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه، دتکتور تله یونی، انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت، زمان اسکن برابر یک ثانیه و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۰۰ بوده است.

شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کواتس که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C6-C24) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها انجام شد و با مقادیری که



شکل ۱- درصد اسانس در ۱۲ جمعیت نوروک مورد مطالعه

*: حروف مشابه نشانه عدم معنی داری در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

(۱۰-۴/۴٪، بیشترین و کمترین به ترتیب مربوط به قاین و نخبر) درصد قابل ملاحظه‌ای از ترکیب‌های اسانس نوروک را به خود اختصاص دادند.

با توجه به ترکیب‌های مختلف شناسایی شده در اسانس این دوازده منطقه (جدول ۳)، مشخص شد که سسکویی‌ترین‌های اکسیژن‌دار بیشترین سهم را در ترکیب اسانس جمعیت‌های نوروک داشتند (۳/۵۰-۲۵٪). در این میان قاین بیشترین مقدار و گناباد کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. پس از آن هیدروکربن‌های منوترینی (۳۷-۲۱/۹)، منوترین‌های اکسیژن‌دار (۵/۳۶-۱۴/۶) و هیدروکربن‌های سسکویی‌ترینی (۱۶-۱۰/۶) در درجات بعدی اهمیت قرار داشتند. بیشترین مقدار هیدروکربن‌های منوترینی در گناباد، منوترین‌های اکسیژن‌دار در تربت حیدریه و هیدروکربن‌های سسکویی‌ترینی در بجستان مشاهده شد.

نتایج بدست آمده از کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی نشان داد که اجزای اسانس‌های مورد مطالعه دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای بود. در تحقیق حاضر در مجموع ۲۲ ترکیب در اسانس‌های مورد مطالعه شناسایی شد که این میزان ترکیب‌های شناسایی شده در نمونه‌ها، در دامنه ۱۰۰-۹۹/۵٪ متغیر بود (جدول ۳).

جونیر کامفور به عنوان اصلی‌ترین جزء اسانس گیاهان مورد مطالعه می‌باشد، بیشترین و کمترین میزان این ترکیب به ترتیب با مقدار ۳۹/۹٪ و ۱۲٪ مربوط به جمعیت سلطان‌آباد و قاین می‌باشد. ترکیب عمده دیگری که در اسانس این گیاه وجود داشت، ۸،۱-سینئول (۲۱-۳/۶٪، که بیشترین و کمترین به ترتیب مربوط به تربت حیدریه و نخبر) بود. در نهایت دو ترکیب بتا-پینن (۱۸/۱-۸/۷٪، بیشترین و کمترین به ترتیب مربوط به قاین و نخبر) و آلفا-پینن

جدول ۳- ترکیب‌های شناسایی شده در اسانس نوروزک در رویشگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام ترکیب	قاین	کندر	مشهد	ترت حیدریه	گناباد	بجستان	شاخص بازدارندگی
۱	α -pinene	۱۰	۶/۱	۶	۷/۵	۶/۴	۵/۹	۹۳۸
۲	camphene	۲/۹	۱/۱	۱	۱/۵	۱/۲	۱/۳	۹۵۰
۳	β -pinene	۱۸/۱	۱۲	۱۳/۱	۱۵/۵	۱۲/۹	۱۱/۷	۹۷۸
۴	myrcene	۱	۰/۵	۰/۷	۱	۰/۵	۰/۳	۹۹۰
۵	limonene	۲/۵	۵/۱	۱/۵	۱/۷	۱/۲	۰/۹	۱۰۳۱
۶	1,8-cineole	۱۱/۷	۱۵/۸	۱۴/۴	۲۱/۸	۲۰/۳	۱۵/۷	۱۰۳۳
۷	Z- β -ocimene	۲/۵	۱/۴	۰/۸	۲/۴	۰/۹	۰/۵	۱۰۳۸
۸	borneol	۹/۲	۵/۱	۲/۸	۴/۵	۴/۱	۴/۷	۱۱۶۴
۹	terpinene-4-ol	۰/۸	۰/۵	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲	۱۱۷۷
۱۰	α -terpineol	۱/۴	۱/۹	۰/۹	۱/۱	۱/۲	۰/۹	۱۱۹۰
۱۱	α -gurjunene	۲/۶	۳/۱	۳/۶	۳	۳/۱	۲	۱۴۱۰
۱۲	E-caryophyllene	۱/۳	۱/۴	۲/۷	۱/۹	۲/۷	۱/۵	۱۴۱۹
۱۳	α -humulene	۰/۳	۰/۳	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۱۴۵۶
۱۴	α -selinene	۰/۸	۱	۳/۳	۱/۷	۰/۷	۰/۵	۱۴۹۵
۱۵	α -muurolene	۱	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۶	۱۵۰۱
۱۶	γ -cadinene	۲/۵	۳/۱	۲/۲	۱/۹	۲/۵	۱/۲	۱۵۱۵
۱۷	δ -cadinene	۶/۱	۵/۴	۳/۵	۳/۵	۴/۹	۵/۳	۱۵۲۶
۱۸	spathulenol	۲/۵	۲/۴	۳/۵	۱/۲	۲/۵	۳/۴	۱۵۷۸
۱۹	δ -cadinol	۴/۹	۳/۹	۲/۸	۲/۲	۳/۳	۶/۲	۱۶۴۵
۲۰	β -eudesmol	۱/۱	۱/۴	۱/۴	۱/۱	۱/۴	۱/۶	۱۶۵۲
۲۱	α -cadinol	۴/۵	۲/۸	۲/۳	۱/۹	۳/۲	۶/۸	۱۶۵۶
۲۲	juniper camphor	۱۲	۲۸/۳	۳۲/۱	۲۱/۹	۲۵/۳	۲۷/۳	۱۶۹۴
-	هیدروکربن‌های مونوترپنی	۲۲/۶	۲۳/۱	۲۹/۴	۲۱/۹	۳۷	۲۳/۱	-
-	مونوترپن‌های اکسیژن‌دار	۱۴/۶	۲۵/۹	۲۴/۹	۲۶/۵	۲۳/۱	۱۸/۳	-
-	هیدروکربن‌های سسکویی‌ترینی	۱۲/۴	۱۵/۱	۱۳/۸	۱۰/۶	۱۴/۶	۱۶/۵	-
-	سسکویی‌ترین‌های اکسیژن‌دار	۵۰/۳	۳۵/۷	۳۱/۹	۴۰/۶	۲۵	۴۲/۱	-
-	مجموع	۹۹/۹	۹۹/۸	۱۰۰	۹۹/۶	۹۹/۷	۱۰۰	-
-	درصد اسانس	۰/۹۸	۱/۰۷	۰/۸۸	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۵	-

ادامه جدول ۳-

ردیف	نام ترکیب	طیلس سبزوار	ریوند	نجم آباد	سلطان آباد	نخبر	شاهرود	شاخص بازدارندگی
۱	α -pinene	۵/۹	۸	۶/۵	۶/۶	۴/۴	۵/۶	۹۳۸
۲	camphene	۱/۴	۱	۰/۸	۰/۹	۱	۰/۷	۹۵۰
۳	β -pinene	۱۲/۳	۱۶/۶	۱۲/۹	۱۲/۲	۸/۷	۱۲/۲	۹۷۸
۴	myrcene	۰/۵	۱	۰/۷	۰/۶	۰/۳	۰/۶	۹۹۰
۵	limonene	۱	۱/۷	۱/۳	۱/۲	۱/۱	۱/۲	۱۰۳۱
۶	1,8-cineole	۱۷/۶	۱۹/۶	۱۲/۴	۱۰/۴	۳/۶	۱۸	۱۰۳۳
۷	7- β -ocimene	۰/۸	۱/۱	۱/۳	۱/۱	۰/۷	۱/۴	۱۰۳۸
۸	borneol	۶	۳/۲	۲/۴	۲/۴	۴/۱	۲/۴	۱۱۶۴
۹	terpinene-4-ol	۰/۸	۰/۵	۰/۳	۰/۴	۰/۳	۰/۴	۱۱۷۷
۱۰	α -terpineol	۲/۱	۱/۶	۱/۲	۱/۴	۰/۹	۱/۵	۱۱۹۰
۱۱	α -gurjunene	۱/۷	۳/۲	۳/۴	۲/۸	۴/۳	۳/۹	۱۴۱۰
۱۲	E-caryophyllene	۱/۱	۱/۸	۲/۱	۱/۹	۲/۲	۱/۷	۱۴۱۹
۱۳	α -humulene	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۱۴۵۶
۱۴	α -selinene	۱/۱	۱/۱	۱/۳	۰/۹	۱/۵	۱/۷	۱۴۹۵
۱۵	α -muurolene	۰/۶	۰/۷	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۸	۱۵۰۱
۱۶	γ -cadinene	۱/۸	1/2	۱/۲	۲/۳	۳/۶	۲/۹	۱۵۱۵
۱۷	δ -cadinene	۴	۴/۵	۳/۹	۳/۶	۶/۵	۵/۳	۱۵۲۶
۱۸	spathulenol	۴/۷	۳	۳/۱	۳	۴	۲/۸	۱۵۷۸
۱۹	δ -cadinol	۴/۷	۳	۳	۳/۳	۵	۳/۳	۱۶۴۵
۲۰	β -eudesmol	۱/۷	۱	۱/۵	۱/۳	۴/۲	۱/۴	۱۶۵۲
۲۱	α -cadinol	۶/۳	۲/۸	۲/۹	۲/۸	۴/۱	۲/۸	۱۶۵۶
۲۲	juniper camphor	۲۳/۲	۲۲/۱	۳۵/۶	۳۹/۹	۳۹/۸	۲۸/۷	۱۶۹۴
-	هیدروکربن های مونوترپنی	۲۳/۵	۲۲/۶	۱۶/۱	۲۰/۶	۲۱/۷	۲۹/۶	-
-	مونوترپن های اکسیژن دار	۱۶/۳	۲۳/۳	۸/۹	۲۱/۵	۲۲/۳	۲۷/۷	-
-	هیدروکربن های سسکوینی ترپنی	۱۳/۸	۱۵/۱	۱۹/۵	۱۲/۲	۱۶/۶	۱۳	-
-	سسکوینی ترین های اکسیژن دار	۴۶/۱	۳۸/۸	۵۵	۴۵/۳	۳۹	۲۶/۲	-
-	مجموع	۹۹/۷	۹۹/۸	۹۹/۶	۹۹/۶	۹۹/۶	۹۹/۵	-
-	درصد اسانس	۰/۶۹	۱/۳۲	۱/۲۷	۰/۷۲	۰/۷	۰/۸۷	-

جدول ۴- ضرایب همبستگی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس جمعیت‌های مورد مطالعه نوروبوک

شماره ترکیب											نام ترکیب	ردیف
۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
										۱	α -pinene	۱
									۱	۰/۲۹	camphene	۲
								۱	-۰/۳۱	۰/۷۸ **	β -pinene	۳
							۱	۰/۹۰ **	-۰/۰۵	۰/۷۹ **	myrcene	۴
						۱	۰/۷۸ **	۰/۷۹ **	-۰/۱۸	۰/۷۸ **	limonene	۵
					۱	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۳۴	-۰/۲۵	۰/۱۵	1,8-cineole	۶
				۱	۰/۲۲	۰/۷۵ **	۰/۶۸ **	۰/۵۱ *	-۰/۱۰	۰/۶۱ *	β -ocimene	۷
			۱	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۷	-۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۹۰ **	۰/۰۸	borneol	۸
		۱	۰/۳۸	۰/۴۸	۰/۰۴	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۴	-۰/۲۰	۰/۳۲	terpinene-4-ol	۹
	۱	۰/۹ **	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳	-۰/۰۱	۰/۲	α -terpineol	۱۰
۱	-۰/۲۷	-۰/۳۳	-۰/۶ *	-۰/۰۲	-۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۴	-۰/۱۲	-۰/۷ **	-۰/۳۲	α -gurjunene	۱۱
-۰/۶ *	-۰/۶ *	-۰/۷ **	-۰/۶ *	-۰/۲۸	-۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۴۱	-۰/۰۶	E-caryophyllene	۱۲
۰/۴۶	-۰/۴۱	-۰/۴۶	-۰/۵۰	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۴۲	-۰/۲۳	۰/۲۶	α -humulene	۱۳
-۰/۷ *	-۰/۱۵	-۰/۲۰	-۰/۴۲	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۱۳	-۰/۳۹	-۰/۲۴	α -selinene	۱۴
۰/۳۰	-۰/۱۶	-۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۰۸	-۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۲۱	-۰/۱۳	-۰/۱۰	-۰/۲۳	α -murolene	۱۵
۰/۵۲ *	-۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۰۹	۰/۱۱	-۰/۳۷	۰	-۰/۳۳	-۰/۴۱	-۰/۳۱	-۰/۳۹	γ -cadinene	۱۶
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۴۲	-۰/۱۰	-۰/۲۸	-۰/۱۷	-۰/۴۵	-۰/۴۰	۰/۱۲	-۰/۳۰	δ -cadinene	۱۷
۰/۰۸	-۰/۰۲	-۰/۲۰	-۰/۱۳	-۰/۸ **	۰/۴۶	-۰/۶ *	-۰/۴۲	-۰/۳۴	-۰/۲۳	-۰/۵۶ *	spathulenol	۱۸
-۰/۳۳	۰/۰۳	۰/۲۱	-۰/۵ *	-۰/۳۶	-۰/۴۴	-۰/۵۵ *	-۰/۷ **	-۰/۶ *	-۰/۲۸	-۰/۴۲	δ -cadinol	۱۹
۰/۱۰	-۰/۲۵	-۰/۳۱	۰/۰۷	-۰/۷ **	-۰/۳۴	-۰/۸ **	-۰/۸ **	-۰/۷ **	-۰/۱۳	-۰/۸ **	β -eudesmol	۲۰
-۰/۴۴	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۴۹	-۰/۴۳	-۰/۳۱	-۰/۵۶ *	-۰/۵ *	-۰/۳۱	۰/۳۴	-۰/۲۸	α -cadinol	۲۱
-۰/۵۰ *	-۰/۲۸	-۰/۴۰	-۰/۷ **	-۰/۳۸	-۰/۶ *	-۰/۵۶ *	۰/۴۳	-۰/۶ *	-۰/۸ **	-۰/۵	juniper camphor	۲۲

ادامه جدول ۴ -

شماره ترکیب											نام ترکیب	ردیف
۲۲	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲		
										۱	E-caryophyllene	۱۲
									۱	۰/۸۵ **	α -humulene	۱۳
								۱	۰/۴۹	۰/۳۴	α -selinene	۱۴
							۱	-۰/۱۱	-۰/۴۱	-۰/۲۲	α -murolene	۱۵
						۱	۰/۷۴ **	-۰/۰۵	-۰/۱۳	۰/۱۷	γ -cadinene	۱۶
					۱	۰/۷ **	۰/۹۰ **	-۰/۳۹	-۰/۶۳ *	-۰/۳۵	δ -cadinene	۱۷
				۱	-۰/۰۴	-۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۱۵	-۰/۰۵	۰/۰۸	spathulenol	۱۸
			۱	۰/۳۰	۰/۸ **	۰/۳۶	۰/۵۳ *	-۰/۵۸ *	-۰/۷۸ **	-۰/۴۹	δ -cadinol	۱۹
		۱	۰/۵۲ *	۰/۷ **	۰/۲۷	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۲	-۰/۲۰	۰/۰۴	β -eudesmol	۲۰
	۱	۰/۵۷ *	۰/۸۵ **	۰/۴۴	۰/۵۷ *	۰/۰۱	۰/۳۰	-۰/۶۳ *	-۰/۵۸ *	-۰/۴۰	α -cadinol	۲۱
۱	۰/۱۲	۰/۴۷	۰/۰۲	۰/۴۲	۰/۰۷	۰/۳۹	-۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۴۸	juniper camphor	۲۲

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نشان داد که بین صفات مورد بررسی همبستگی‌های مثبت و معنی‌دار زیادی وجود دارد. بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار به ترتیب بین درصد بورتول با کامفن (۹۰٪)، میرسن با بتا-پینن (۸۹٪)، لیمون با میرسن (۷۸٪)، ای-کاریوفیلن با آلفا-هومولن (۸۵٪)، دلتا-کادینول با آلفا-کادینول (۸۴٪)، دلتا-کادینن با دلتا-کادینن (۸۰٪)، لیمون با بتا-پینن (۸۰٪) و میرسن با آلفا-پینن (۸۰٪)، و بیشترین همبستگی منفی و معنی‌دار به ترتیب بین درصد بتا-اودسمول با آلفا-پینن (۸۳٪)، بتا-اودسمول با لیمون (۸۲٪)، بتا-اودسمول با میرسن (۸۱٪) و اسپاتولون با بتا-اوسیمین (۸۰٪) دیده شد (جدول ۴).

همبستگی‌های کانونیک تصحیح شده در واقع برآوردهای نارایب تقریبی از همبستگی‌های کانونیک می‌باشند (Sharma, 1996). جدول ۴ مقادیر ضرایب همبستگی کانونیک ترکیب‌های شیمیایی مهم و میزان اسانس با عوامل محیطی را نشان می‌دهد؛ همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود شش متغیر اول کانونیک به ترتیب با مقدار ۰/۹۷، ۰/۹۶، ۰/۹۵، ۰/۹۳، ۰/۸۲ و ۰/۷۶.

۰/۹۳، ۰/۸۲ و ۰/۷۴ از درصد همبستگی کانونیک تصحیح شده قابل توجهی برخوردار می‌باشند. توان دوم همبستگی‌های کانونیک بیانگر مقدار واریانس متغیر کانونیک اول تا ششم به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۹۷، ۰/۹۵، ۰/۹۰، ۰/۷۳ و ۰/۵۳ بود. به عبارت دیگر، ۹۸٪ تغییرات اولین متغیر کانونیک مربوط به خصوصیات شیمیایی توسط اولین متغیر کانونیک مربوط به عوامل محیطی توجیه می‌شود. معیار Redundancy به‌عنوان یک معیار معنی‌داری کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این معیار مشخص کرد که متغیرهای کانونیک اول تا ششم به ترتیب ۲۳، ۱۵، ۱۰، ۶، ۹ و ۴ درصد واریانس (مجموعاً ۶۸٪) خصوصیات شیمیایی توسط عوامل محیطی توجیه می‌شود. آزمون Wilks' lambda نشان داد که شش متغیر اول در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند، متغیر هفتم در سطح ۵٪ و متغیر هشتم غیرمعنی‌دار بود. بنابراین متغیرهای کانونیک اول تا ششم برای تفسیر نتایج مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۵- همبستگی‌های کانونیک بین خصوصیات شیمیایی و عوامل محیطی در نوروزک

ردیف	همبستگی کانونیک	همبستگی کانونیک تصحیح شده	توان دوم همبستگی کانونیک	Redundancy proportion	Wilks' lambda
۱	۰/۹۹	۰/۹۷	۰/۹۸	۲۳٪	۲۲/۲۶**
۲	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۷	۱۵٪	۱۶/۱۵**
۳	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۵	۱۰٪	۱۱/۲۳**
۴	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۹۰	۶٪	۷/۱۹**
۵	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۷۳	۹٪	۴/۴۹**
۶	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۵۸	۴٪	۳/۱۹**
۷	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۲۶	۱٪	۱/۶۸*
۸	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۱۰	۱٪	۲۲/۲۶ ns

***، ** و *، ns، به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

مربوط به خصوصیات شیمیایی نشان داد که بورتول با اثر منفی بیشترین سهم را در تشکیل این متغیر کانونیک داشت. مقادیر این ضرایب در اولین متغیر کانونیک مربوط به عوامل محیطی حکایت از تأثیر مثبت کلسیم و فسفر و تأثیر منفی

جدول ۶ ضرایب کانونیک استاندارد شده شش متغیر اول را نشان می‌دهد. در اینجا تنها ضرایب کانونیک بزرگتر از ۰/۸ در تفسیر روابط بین دو گروه مورد استفاده قرار گرفت. ضرایب کانونیک استاندارد شده اولین متغیر کانونیک

خصوصیات شیمیایی عوامل محیطی نشان داد که میزان بالای آلفا-پینن و بتا-پینن و درصد کم دلتا-کادینول با مقدار کم کلسیم و پتاسیم خاک رابطه مستقیم دارند، به عبارت دیگر کاشت گیاه نوروک در خاک‌های غنی از کلسیم و پتاسیم باعث افزایش دلتا-کادینول موجود در اسانس شده و در عین حال میزان آلفا-پینن و بتا-پینن موجود در اسانس را کاهش می‌دهد. ضرایب دومین متغیر کانونیک نشان داد که در خاک‌های غنی از کلسیم و فسفر با بافت سیلنتی میزان آلفا-پینن و بورتول کاهش پیدا می‌کند. تفسیر سومین متغیر بار کانونیک نشان داد که خاکهایی با بافت سبک (شنی) و غنی از پتاسیم با ارتفاع کم از سطح دریا باعث افزایش دلتا-کادینول و عملکرد کل اسانس می‌شود. ضرایب چهارمین متغیر کانونیک نشان داد که میزان اسانس رابطه مثبت با فسفر موجود در خاک و دمای محیط دارد، یعنی با افزایش میزان فسفر و دمای محیط میزان کل اسانس در گیاه افزایش یافته است. تفسیر پنجمین متغیر کانونیک نشان داد که در محیط‌های خنک میزان دلتا-کادینول و دلتا-کادینن افزایش می‌یابد.

بحث

مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقی که Monfared و Ghorbanli (۲۰۱۰) بر روی همین گیاه در اطراف دو معدن مس و آهن در خراسان انجام دادند، نشان می‌دهد که عملکرد بازده اسانس در تحقیق حاضر (۱/۵-۶۹٪) به مراتب بیشتر از بازده اسانس گزارش شده توسط آنها می‌باشد (۲۸٪ و ۳۵٪). به طوری که حداقل میزان اسانس گزارش شده در این تحقیق (طبس سبزواری با میزان ۶۹٪) تقریباً دو برابر میزان اسانس گزارش شده توسط آنها می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد شرایط محیطی حاکم در اطراف دو معدن تأثیر سویی بر عملکرد بازده اسانس داشته است. عملکرد اسانس در تحقیق دیگری که بر روی نوروک‌های جمع‌آوری شده از خراسان توسط Loizze و همکاران (۲۰۰۹) انجام شد با نتایج حاصل از این تحقیق کاملاً مطابقت دارد (۱٪).

میزان شن و سیلت در تشکیل کانونیک مربوطه دارد. ضرایب کانونیک دومین متغیر کانونیک مربوط به خصوصیات شیمیایی نشان داد که آلفا-پینن، بورتول و جونپیر کامفور با اثر منفی بیشترین سهم این متغیر را تشکیل می‌دهند (در این متغیر سهم منفی بورتول نسبت به متغیر اول افزایش یافت). ضرایب کانونیک مربوط به عوامل محیطی در این متغیر حکایت از تأثیر مثبت شن، ماده آلی، کلسیم و تأثیر منفی پتاسیم داشت. در این متغیر سهم شن و کلسیم نسبت به اولین متغیر کانونیک افزایش یافت. ۸،۱-سینئول، دلتا-کادینن و جونپیر کامفور بیشترین سهم منفی مربوط به خصوصیات شیمیایی سومین متغیر کانونیک را تشکیل دادند. در حالی که در بین ضرایب کانونیک مربوط به عوامل محیطی شن و سیلت با اثر مثبت و کلسیم با اثر منفی بیشترین سهم این متغیر را تشکیل می‌دهد. در چهارمین متغیر کانونیک مربوط به خصوصیات شیمیایی بتا-پینن، بورتول و دلتا-کادینول با اثر منفی و آلفا-پینن با اثر مثبت بیشترین سهم این متغیر را تشکیل می‌دهند. در این متغیر در بین عوامل محیطی کلسیم، فسفر و ارتفاع از سطح دریا با اثر منفی و پتاسیم با اثر مثبت بیشترین سهم این متغیر را تشکیل می‌دهند. آلفا-پینن و اسانس با اثر منفی و بتا-پینن و دلتا-کادینن با اثر مثبت بیشترین سهم خصوصیات شیمیایی پنجمین متغیر کانونیک را تشکیل می‌دهند، در حالی که هیچ‌یک از عوامل محیطی نتوانست در این متغیر سهم عمده‌ای را به خود اختصاص دهد. در نهایت در ششمین متغیر کانونیک مربوط به خصوصیات شیمیایی تمامی ترکیب‌های مورد مطالعه بجز ۸،۱-سینئول با اثرات مثبت و منفی سهم قابل ملاحظه‌ای از این متغیر را به خود اختصاص دادند، اما در بین ضرایب کانونیک مربوط به عوامل محیطی تنها ماده آلی با اثر مثبت توانست سهم قابل ملاحظه‌ای از این متغیر را به خود اختصاص دهد.

جدول ۶ بارهای کانونیک شش متغیر اول را نشان می‌دهد. در ارتباط با بارهای کانونیک، مقادیر بزرگتر از ۰/۴ در تفسیر نتایج بکار رفت (Sharma, 1996). نتایج حاصل از تفسیر اولین متغیر بارهای کانونیک بین

جدول ۶- ضرایب کانونیک در شش متغیر کانونیک اول (همبستگی کانونیک خصوصیات شیمیایی و عوامل محیطی در برخی از رویشگاه‌های نوزک در ایران)

ردیف	خصوصیات	ضرایب کانونیک استاندارد						بارهای کانونیک						
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۱	۲	۳	۴	۵	۶	
خصوصیات شیمیایی	۱	آلفا-پینن	۰/۴۲	-۱/۳۷	-۰/۳۲	۳/۰	-۳/۳۸	۳/۹۷	۰/۸	-۰/۴۶	-۰/۰۲	-۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۵
	۲	بتا-پینن	۰/۶۹	۰/۷۹	-۰/۶۳	-۴/۴	۲/۷۶	-۴/۱۳	۰/۸۳	-۰/۲۳	-۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۱۶
	۳	۸،۱-سینئول	-۰/۶۲	-۰/۷۸	-۱/۴	-۰/۶	۰/۱۹	-۰/۷۶	۰/۱۵	۰/۲۹	-۰/۳۸	-۰/۰۶	-۰/۰۷	۰/۲۵
	۴	بورثول	-۰/۸۸	-۱/۷	-۰/۲۵	-۱/۲	۰/۶۹	-۲/۷۲	۰/۰۵	-۰/۷۲	۰/۳۸	-۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۲۳
	۵	دلتا-کادینن	-۰/۱۹	۰/۳۷	-۰/۹۶	۰/۴۴	۱/۴۸	-۱/۵۱	-۰/۲۸	-۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۶۱	۰/۰۸
	۶	دلتا-کادینول	۰/۱۶	-۰/۴۳	۰/۲۳	-۱/۲۸	۰/۷۲	-۰/۸۱	-۰/۴۰	-۰/۲۷	۰/۴۰	-۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۱۴
	۷	جونیبیر کامفور	-۰/۵	-۱/۷	-۱/۷	-۲/۳	۰/۴۰	-۱/۳۷	-۰/۳۸	۰/۲۹	-۰/۱۰	۰/۰۴	-۰/۲۸	-۰/۳۶
	۸	میزان اسانس	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۶۴	۰/۵۵	-۱/۲۸	-۱/۶۹	۰/۲۷	۰/۲۳	۰/۵۸	۰/۵۱	۰/۱۱	-۰/۰۲
عوامل محیطی	۱	شن	-۱/۵	۱/۱۸	۱/۱۶	-۰/۳۵	-۰/۰۱	۰	-۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۶۸	-۰/۰۱	-۰/۲۵	۰/۱۷
	۲	سیلت	-۳/۲	۰/۵۶	۱/۵	۰/۷۳	-۰/۰۳	-۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۱
	۳	رس	۰/۲۲	۰/۷۴	-۰/۳۸	۱/۰۰	۰/۱۷	۰/۲۳	-۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۷۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۲۲
	۴	ماده آلی	۰/۱۲	۰/۸۶	-۰/۷۰	-۰/۰۸	۱/۳۸	-۰/۰۸	-۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۵
	۵	کلسیم	۲/۲	۰/۹۵	-۰/۹۰	-۰/۹۰	۰	-۰/۰۷	-۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۲۱	۰/۲۷	-۰/۰۱	-۰/۱۲
	۶	فسفر	۰/۷۶	۰/۴	-۰/۴۶	-۱/۸۴	۰/۵۶	۰/۳۵	-۰/۱۵	۰/۴۳	-۰/۰۲	۰/۵۹	۰/۱۲	-۰/۴۵
	۷	پتاسیم	۰/۷۱	-۰/۹۸	۰/۵۹	۱/۱۸	۰/۰۱	۰	-۰/۵۳	۰/۲۳	۰/۴۷	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۰۸
	۸	دما	-۰/۳۲	-۰/۵۶	-۰/۰۶	۰/۲۷	-۰/۶۸	-۰/۲۷	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۷۶	-۰/۴۵	۰/۱۱
	۹	ارتفاع از سطح دریا	-۰/۶۱	۰/۳۱	۰/۲۵	-۱/۲۹	۰	۰	۰/۱۴	۰/۱۳	-۰/۴۹	۰/۲۰	۰/۲۷	-۰/۲۱

از تأثیر عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی روی ترکیب اسانس جمعیت‌های مختلف یک گونه نیز باشد. البته این نوع مطالعات می‌تواند در شناسایی تنوع اسانس در درون جمعیت‌های مختلف یک گونه حائز اهمیت باشد.

در همبستگی کانونیک بین خصوصیات شیمیایی و عوامل محیطی ضرایب کانونیک استاندارد شده تفسیر متفاوتی نسبت به بارهای کانونیک ارائه کردند که این پدیده می‌تواند ناشی از پدیده هم‌خطی بین نمونه‌ها باشد. به‌طوری که این عوامل باعث ناپایداری ضرایب کانونیک می‌شوند (Shokrpour et al., 2008). قابل ذکر است که بارهای کانونیک، رابطه دو متغیره بین یک متغیر و متغیر کانونیک مربوطه با حذف اثر سایر متغیرها می‌باشند، در حالی که ضرایب کانونیک سهم هر متغیر را در تشکیل متغیر کانونیک مربوطه در حضور سایر متغیرها نشان می‌دهد. Sharma (۱۹۹۶) پیشنهاد می‌کند که ضرایب کانونیک برای تعیین اهمیت هر متغیر در تشکیل متغیرهای کانونیک و بارهای کانونیک برای تعیین مفهوم آنها بکار برده شود.

بهترین روش برای بدست آوردن حداکثر عملکرد گیاه دارویی (حداکثر اسانس × حداکثر بیوماس) دستکاری در فرمول مواد غذایی گیاه می‌باشد (امیدبگی، ۱۳۸۴). بنابراین با توجه به مهمترین جزء اسانس (با توجه به هدف) و افزایش عملکرد کل اسانس، می‌توان مواد غذایی مورد نیاز را در اختیار گیاه قرار داد تا بدین وسیله علاوه بر این که عملکرد کل اسانس افزایش می‌یابد جزء مورد نظر نیز در اسانس افزایش می‌یابد. به‌عنوان مثال بورنتول ترکیبی است که در صنایع عطرسازی کاربرد فراوان دارد؛ اگر بخواهیم این جزء اسانس را در نوروزک افزایش دهیم باید این گیاه را در خاک‌هایی با سیلت کم و غنی از فسفر و کلسیم کشت کنیم و یا اگر بخواهیم عملکرد اسانس نوروزک را افزایش دهیم، باید این گیاه را در خاک‌هایی با بافت شنی غنی از مواد غذایی فسفر و پتاسیم و با ارتفاع کم از سطح دریا و دمای محیط بالا کشت کنیم (جدول ۶). ارتفاع و دما دو عامل تأثیرگذار در میزان اسانس می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که کمترین میزان اسانس مربوط به مرتفع‌ترین رویشگاه (طبس سبزوار با ارتفاع ۱۵۰۰ متر از سطح دریا) و بیشترین میزان اسانس مربوط به رویشگاه بجنستان (۱۲۵۵ متر از سطح دریا) است که دارای بیشترین میزان متوسط دما

از لحاظ اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، اگرچه اجزای اسانس این دوازده رویشگاه تقریباً مشابه هستند ولی با این حال تفاوت‌هایی از نظر کمی و کیفی با یکدیگر دارند، به‌طوری که در نمونه اسانس‌های مربوط به کندر، مشهد، گناباد، بجنستان، طبس سبزوار، ریوند، نجم‌آباد، سلطان‌آباد و نخب ترکیب جونیپر کامفور از مهمترین اجزای اسانس می‌باشد. در جمعیت تربت حیدریه ۸،۱-سینئول اصلی‌ترین جزء اسانس است و در جمعیت قاین بتا-پینین اصلی‌ترین جزء اسانس است. اما در جمعیت قاین میزان ۸،۱-سینئول با جونیپر کامفور برابر است.

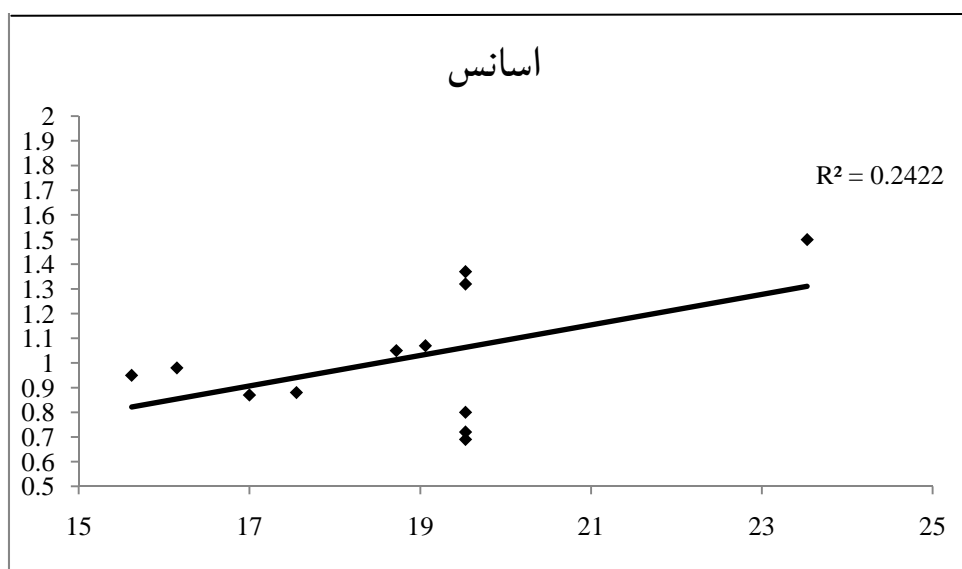
گزارش‌های زیادی در مورد ترکیب‌های شیمیایی بسیاری از گونه‌های جنس مریم‌گلی وجود دارد که اغلب این گزارش‌ها حکایت از عدم وجود جونیپر کامفور در گیاهان این جنس دارد (Mirza & Sefidkon, 1999؛ Sefidkon & Mirza, 1999؛ Rustaeyan et al., 1999؛ Mirza & Ahamdi, 2000). جونیپر کامفور در گیاهانی از قبیل *Hyptis fruticosa* و *Chenopodium botrys* L. گزارش شده‌است (Chalabian et al., 2006؛ Menezes et al., 2007). هر چند نقش فیزیولوژیکی این ترکیب در طبیعت به خوبی مشخص نشده‌است. اما ۸،۱-سینئول از ترکیب‌های عمده اسانس گیاه بود که این ترکیب خاصیت ضد میکروبی قوی دارد (Kustrok et al., 1998).

مقایسه نتایج بدست‌آمده از اسانس‌های مورد بررسی در این مطالعه وجود شباهت‌ها و تفاوت‌هایی را در ترکیب‌های آنها با گزارش‌های قبلی بر روی همین گیاه به وضوح نشان داد. Monfared و Ghorbanli (۲۰۱۰) با بررسی ترکیب‌های اسانس سرشاخه‌های گلداز نوروزک جمع‌آوری شده از اطراف دو معدن مس و آهن در خراسان رضوی به این نتیجه رسیدند که ترکیب‌های شاخص اسانس در اطراف معدن مس عبارت است از: ۸،۱-سینئول (۲۰/۰۴٪)، کامفور (۱۸/۴۸٪)، آلفا-پینین (۱۶/۴۹) و کامفن (۱۰/۹۴٪). در حالی که ترکیب‌های شاخص اسانس این گیاه در اطراف معدن آهن عبارت بودند از: کتون (۶۲/۹۲٪) و کونول (۹/۳۵٪). Loizze و همکاران (۲۰۰۹) کامفور (۱۰/۵٪)، ۸،۱-سینئول (۸/۶٪)، کامفن (۶/۲٪) و آلفا-پینین (۴/۷٪) را به‌عنوان ترکیب‌های شاخص اسانس موجود در نمونه‌های نوروزک جمع‌آوری شده از خراسان گزارش کردند. به‌طور کلی این تفاوت‌ها می‌تواند علاوه بر تفاوت‌های ژنتیکی ناشی

افزایش می‌یابد. آنها همچنین بیان کردند که مرتفع‌ترین رویشگاه دارای کمترین میانگین دما و کم ارتفاع‌ترین رویشگاه دارای بیشترین میانگین دما بود. افزایش دما در برخی از گونه‌های دارویی دیگر نظیر جین‌سینگ باعث تأثیر در فاکتورهای مؤثر در تولید اسانس شد؛ به طوری که افزایش دما باعث افزایش فتوسنتز (۵۲٪)، هدایت روزنه‌ای (۶۰٪)، بیوماس ریشه (۳۳٪) و بیوماس کل (۲۸٪) شد (Jochum *et al.*, 2007). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج بدست آمده توسط پژوهشگران قبلی مطابقت دارد (این نتایج به صورت مختصر در شکل ۲ نشان داده شده است).

(۲۳/۵۳) می‌باشد. به طور کلی افزایش دما در اغلب گونه‌های گیاهی باعث افزایش بیوسنتز اسانس‌ها می‌شود. در چنین شرایطی گیاه تحت تنش ملایم گرمایی و خشکی قرار می‌گیرد و برای مقابله با این تنش تولید ترکیب‌های محافظت‌کننده گیاه مانند مونوترپن‌ها افزایش می‌یابد (Lusia *et al.*, 2006).

تأثیر ارتفاع و دما روی کمیت اسانس توسط محققان قبلی اثبات شده است. Yavari و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی میزان اسانس در جمعیت‌های گیاه آویشن آذربایجانی نشان دادند که با افزایش ارتفاع میزان اسانس در گیاه کاهش و با کاهش ارتفاع میزان اسانس گیاه



شکل ۲- همبستگی بین میزان اسانس و دمای محیط در رویشگاه‌های مختلف نوروزک در ایران

بورتول کاهش و ۸،۱-سینتول در گیاه نوروزک افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات نشان داده است که کشت ریحان در ارتفاعات پایین مقدار لینالول را افزایش می‌دهد، در حالی که کشت گیاه در ارتفاعات بالا موجب افزایش اوژنول موجود در اسانس می‌شود (Yavari *et al.*, 2010). نتایج تحقیق Jamshidi و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر ارتفاع بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه آویشن کوهی نشان داد که ارتفاع تأثیر بسزایی در مقدار اسانس و اجزای اسانس دارد، به طوری که با افزایش ارتفاع درصد اسانس، مجموع ترکیب‌ها و درصد کارواکرول کاهش می‌یابد، با این حال

با در نظر گرفتن این مطلب که نوروزک در خاک‌های سبک و دارای پتاسیم و فسفر بالا از عملکرد کمی بالای اسانس برخوردار می‌باشد، بنابراین بالا بودن بازده اسانس نمونه گیاهی بجستان و نجم‌آباد را علاوه بر دما و ارتفاع می‌توان به سبک بودن بافت خاک آن و بالا بودن میزان بالای فسفر و پتاسیم خاک منطقه نسبت داد (Yavari *et al.*, 2010).

طول جغرافیایی علاوه بر تأثیر روی کمیت اسانس، تأثیر بسزایی در رشد و نمو و همچنین میزان کیفیت مواد مؤثره دارویی دارد، به طوری که با افزایش ارتفاع دلتا-کادینول و

- Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. *Phytochemistry*, 67(21): 2363-2369.
- Davies, N.W., 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicon and Carbowax 20M phases. *Journal of Chromatography A*, 503: 1-24.
 - Demirci, B., Baser, K.H.C., Yildiz, B. and Bahçecioglu, Z., 2003. Composition of the essential oils of six endemic *Salvia* spp. from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(2): 116-121.
 - Foster, S. and Tyler, V.M., 2004. *Tyler's Honest Herbal*. The Haworth Press, 453p.
 - Haider, F., Dwivedi, P., Singh, S., Naqvi, A.A. and Bagchi, G., 2004. Influence of transplanting time on essential oil yield and composition in *Artemisia annua* plants grown under the climatic conditions of sub-tropical North India. *Flavour and Fragrance Journal*, 19: 51-53.
 - Heywood, V.H., 2002. The Conservation of genetic and chemical diversity in medicinal and aromatic plants: 13-22. In: Sener, B., (Ed.). *Biodiversity: Biomolecular Aspects of Biodiversity and Innovative Utilization*. Kluwer Academic Plenum Publishers, New York, 426p.
 - Jamshidi, A.M., Aminzadeh, M., Azarnivand, H. and Abedi, M., 2006. Effect of evaluation for quality and quantity of essential oil *Thymus kotschyanus* (Damavand-Tar). *Journal of Medicinal Plants*, 5(15): 17-22.
 - Jochum, G.M., Mudge, K.W. and Thomas, R.B., 2007. Elevated temperatures increase leaf senescence and root secondary metabolite concentrations in the understory herb *Panax quinquefolius* (Araliaceae). *American Journal of Botany*, 94(5): 819-826.
 - Karousou, R., Koureas, D.N. and Kokkini, S., 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in natura 2000 sites of Crete. *Phytochemistry*, 66(22): 2668-2673.
 - Kustrok, D. and Pepeljnjak, S., 1998. Antimicrobial activity of dalmatian sage oil from different region of the Yugoslav adriatic coast. *Acta Pharmaceutica Jugoslavica*, 39(3): 209-213.
 - Loizze, M.R., Menchini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Cenforti, F., Nadjafi, F., Statti, G.A., Frega, N.G. and Menchini, F., 2009. In vitro biological activity of *Salvia leriifolia* Benth. essential oil relevant to the treatment of Alzheimer's disease. *Journal of oleo science*, 58(8): 443-446.
 - Loziene, K., Vaiciuniene, J. and Venskutonis, P.R., 2003. Chemical composition of the essential oil of different varieties of thyme (*Thymus pulegioides*) growing wild in Lithuania. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31(3): 249-259.
 - Lusía, J., Peñuelas, J., Alessio, G.A. and Estiarte, M., 2006. Seasonal contrasting changes of foliar concentrations of terpenes and other volatile organic compound in four dominant species of a Mediterranean shrubland submitted to a field experimental drought and warming. *Physiologia Plantarum*, 127(4): 632-649.
 - Menezes, I.A.C., Marques, M.S., Santos, T.C., Dias, K.S., Silva, A.B.L., Mello, I.C.M., Lisboa,
- ارتفاع تأثیری بر روی میزان تیمول گیاه نداشت. البته تاکنون چندین گزارش در مورد تأثیر عوامل محیطی بر ترکیب‌های شیمیایی اسانس در گونه‌های مختلف خانواده چتریان و نعنای منتشر شده است (Curado *et al.*, 2006؛ Karousou Haider *et al.*,؛ Loziene *et al.*, 2003؛ *et al.*, 2005). نتایج تحقیقات قبلی با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.
- در پایان باید گفت، از آنجایی که اثرات بیولوژیکی اسانس حاصل از مواد گیاهی بشدت تحت تأثیر ترکیب‌های تشکیل دهنده آنهاست (Heywood, 2002) و از طرف دیگر ترکیب‌های تشکیل دهنده مواد مؤثره گیاه علاوه بر مسیرهای ژنتیکی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد؛ بنابراین باید با توجه به هدف مورد نظر بهترین کموتایپ را انتخاب کرده و شرایط محیطی مناسب را برای گیاه فراهم کرد تا بدین وسیله بتوانیم به عملکرد شیمیایی مورد نظر برسیم. با توجه به نتایج، رویشگاه‌های بجستان و نجم‌آباد از استان خراسان رضوی دارای عملکرد اسانس بالایی بوده و این دو رویشگاه طبیعی می‌تواند به عنوان مناطقی مستعد برای حفاظت و اهلی‌سازی در نظر گرفته شود.

منابع مورد استفاده

- امیدبگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فراوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۳۴۷ صفحه.
- قهرمان، ا.، ۱۳۷۳. کورموفیت‌های ایران (جلد سوم). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۷۴۳ صفحه.
- میرزا، م.، سفیدکن، ف و احمدی، ل.، ۱۳۷۵. اسانس‌های طبیعی (استخراج، شاسایی کمی و کیفی کاربردی). انتشارات مؤسسه جنگلها و مراتع، تهران، ۲۰۵ صفحه.
- Bಾಗಿ, E., Vural, M., Dirmenci, T., Bruehl, L. and Aitzetmuller, K., 2004. Fatty acid and tocopherol patterns of some *Salvia* species. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, 59: 305-309.
- Carrer, R.P., Vanderlinde, R., Dutra, S., Marcon, A. and Echeverrigaray, S., 2007. Essential oil variation among Brazilian accessions of *Salvia guaranitica* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 22(5): 430-434.
- Chalabian, F., Monfared, A., Larijani, K. and Saldoosi, S., 2006. Comparison of the essential oils of *Chenopodium botrys* L., *Ferulago subvelutina* Rech.F., *Rosa gallica* L. and antimicrobial activity of the oils against some microbes. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(2): 146-154.
- Curado, M.A., Oliveira, C.B.A., Jesus, J.G., Santos, S.C., Seraphin, J.C. and Ferri, P.H., 2006.

- Sharma, S., 1996. Applied Multivariate Techniques. John Wiley and Sones, Inc., USA, 512p.
- Shibamoto, T., 1987. Retention indices in essential oil analysis: 259-275. In: Sandra, P. and Bichi, C., (Eds.). Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis. Alfred Heuthig: New York, 435p.
- Shokrpour M., Mohammadi, S.A., Moghaddam, M., Ziai, S.A. and Javanshir, A., 2008. Analysis of morphologic association, phytochemical and AFLP markers in milk thistle (*Silybum marianum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(3): 278-292.
- Steinegger, E. and Nsel, R.H., 1988. Lehrbuch der Pharmakognosie (Vol. 4). The Berlin Press, 345p.
- Tetenyi, P., 2002. Chemical variation in medicinal and aromatic plant. Acta Horticulturae, 576: 15-21.
- Topcuu, G., 2006. Bioactive triterpenoids from *Salvia* species. Journal of Natural Products, 69(3): 482-487.
- Yavari, A.R., Nazer, V., Sefidkon, F. and Hassani, M.E., 2010. Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Thymus migricus* Klokov & Desj.-Shost. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(2): 227-238.
- Zargari, A., 1993. Medicinal Plants (Vol 4). Tehran University Press, Tehran, 923p.
- A.C.C.D., Alves, P.B., Cavalcanti, S.C.H., Marçal, R.M. and Antonioli, A.R., 2007. Antinociceptive effect and acute toxicity of the essential oil of *Hyptis fruticosa* in mice. Fitoterapia, 78(3): 192-195.
- Mirza, M. and Ahmadi, L., 2000. Composition of the essential oil of *Salvia atropatana* Bunge. Journal of Essential Oil Research, 12(5): 575-576.
- Mirza, M. and Sefidkon, F., 1999. Essential oil composition of two *Salvia* species from Iran, *Salvia nemorosa* L. and *Salvia reuterana* Boiss. Flavour and Fragrance Journal, 14(4): 230-232.
- Monfared, A. and Ghorbanli, M., 2010. Composition of the essential oils of *Salvia leriifolia* Benth. growing wild in around of two mine in Iran. Research Journal of Phytochemistry, 4: 13-17.
- Mozaffarian, V., 2007. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser, Tehran, Iran, 746p.
- Rechinger, K.H., 1982. Flora Iranica. Vol. 150. Akademische Druck-und Verlagsanstalt, Graz, 462p.
- Rustaiyan, A., Masoudi, Sh., Monfared, A. and Komeilizadeh, H., 1999. Volatile constituents of three *Salvia* species grown wild in Iran. Flavour and Fragrance Journal, 14(5): 276-278.
- Sefidkon, F. and Mirza, M., 1999. Chemical composition of the essential oils of two *Salvia* species from Iran, *Salvia virgata* Jacq. and *Salvia yriaca* L. Flavour and Fragrance Journal, 14: 45-46.

Effects of environmental conditions on the quantity and quality of *Salvia leriifolia* Benth. essential oil

M. Yousefi¹, V. Nazeri^{2*} and M. Mirza³

1- MSc. Student, Department of Horticulture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2*- Corresponding author, Department of Horticulture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, E-mail: nazeri@ut.ac.ir

3- Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Received: November 2011

Revised: April 2013

Accepted: May 2013

Abstract

In this study, 12 populations of *Salvia leriifolia* Benth. were collected to investigate the effects of environmental factors on the quantity and quality of essential oil. Oil was extracted using hydrodistillation based on the British Pharmacopoeia method. Chemical compositions of essential oils were detected using the GC-FID and GC-MS techniques. The influence of environmental factors on essential oil and chemical composition was analyzed using canonical correlation by SAS v. 9.1. Results showed that the average yield of essential oil were between 0.69-1.5% (v/w) for Tabas Sabzevar and Bajestan, respectively. Twenty-two compounds were identified, among which the concentration of juniper camphor (12.0-39.9%), 1,8-cineole (3.6-21%), β -pinene (8.7-18.1%) and α -pinene (4.4-10%) was high. Canonical correlation analysis among eight morphological traits and nine chemical properties revealed that the first six canonical variables had a significant canonical correlation. Canonical correlation coefficients of the first variable showed that high levels of α -pinene and β -pinene and low percentage of δ -cadinole had a direct and positive relationship with low amounts of soil calcium and potassium. In other words, the cultivation of *S. leriifolia* in soils rich in calcium and potassium increases δ -cadinole and α -pinene content and decreases β -pinene content in the essential oil.

Keywords: *Salvia leriifolia* Benth., environmental factors, chemical properties, canonical correlation analysis.