مطالعه اسانس ارس *Juniperus excelsa*
Study of essential oils in *Juniperus excelsa*

پروین صالحی شانجانی[1] و مهدی میرزا[1]

چکیده

ارس یکی از مهمترین سوزنی برگان بومی ایران است. ارس به عنوان یکی از مقاومترین درختان به سرماهای شدید (بیش از ٤٠ درجه سانتیگراد زیر صفر) و خشکی، جایگاه ویژه‌ای در نواحی کوهستانی ایران دارد که می‌بایستی از کلیه جهات مورد بررسی قرار گیرد. در این پژوهش سعی شد که با بررسی ویژگیهای کمی و کیفی اسانس سرشاخه‌های سبز و میوه ارس علاوه بر شناسایی اجزای اسانس، اثر عوامل محیطی بر متابولیسم فرآورده‌های ثانوی مطالعه شود. برای بررسی اسانس ارس، سرشاخه‌های سبز و مخروط‌های ماده پایه‌های نر، ماده و نر-ماده ارس پس از تقطیر با بخار توسط GC/MS تجزیه شدند.

نتایج نشان داد که مقدار اسانس در مخروط‌های ماده ارس به طور چشمگیری زیادتر از سرشاخه‌های سبز است. روند تغییرات فصلی اسانس مخروط‌های ماده متفاوت از سرشاخه‌های ارس بوده، به طوری که مقدار اسانس مخروط‌های ماده در طول دوره رشد و نمو افزایش می‌یابد، ولی در سرشاخه‌های سبز کاهش می‌یابد.

با تجزیه اسانس سرشاخه‌ها و مخروط‌های ماده، ۳۲ ترکیب ترپنوییدی شناسایی شد که عمده‌ترین آنها عبارتند از α-pinene، limonene، trans-verbenol، cis- verbenol، verbenone، γ- elemene، elemol ، که α- pinene با میزان ۷۰٪ بیشترین ترکیب اسانس ارس را تشکیل می‌دهد. تغییرات فصلی هر یک از اجزای تشکیل دهنده اسانس ارس بسیار متفاوت می‌باشد.

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، صندوق پستی ۱۱٦-۱۳۱۸۵، تهران، ایران

اثر خشکانیدن در جداسازی ترکیبات بسیار با ارزش بوده و کاربردهای اقتصادی دارد.
واژه‌های کلیدی: ارس، اسانس، فرآورده‌های ثانوی، تغییرات فصلی، *Juniperus spp.*

مقدمه

گسترش تحقیقات و کشف اثرات مضر جانبی داروهای ترکیبی، نظر دانشمندان را به استفاده از داروهای گیاهی معطوف ساخته است، به نحوی که تجویز و کاربرد داروهای گیاهی در کشورهای مختلف جهان و به ویژه در کشورهای پیشرفته به شدت افزایش یافته و تحقیقات دامنه‌داری را سبب شده است. دگرگونی در روشهای بررسی گیاهان و نیز پیشرفت و توسعه علم بیوشیمی، راه‌های جدید تحقیقاتی را برای حل مشکلات دیرینه در زمینه شناسایی مواد طبیعی مانند آلکالوییدها، رنگیزه‌ها و ترپنوییدها باز کرد. ترپنوییدها که اجزاء تشکیل دهنده اسانسها هستند در صنایع عطرسازی، بهداشتی، مواد غذایی و دارویی حائز اهمیت می‌باشند. سیمای متنوع این مواد طبیعی، امروزه مورد مطالعه و بررسی شیمی‌دانها، دانشمندان علم فیزیولوژی، داروشناسان و کموتاکسونومیست‌ها و نیز تاریخدانان قرار گرفته است. این مواد و به ویژه ادویه‌ها در اقتصاد بسیاری از کشورهای جهان امروز مؤثر بوده و در گذشته نیز در دوران باستان مشرق زمین و همچنین یونان و رم قدیم نقش بسیار مهمی بازی می‌کردند (صدری، ۱۳۷۱).

اسانسهای مخروط ماده (میوه) ارس به‌خاطر terpinen-4-ol قرنها به عنوان یک مدر استفاده می‌شد. این گیاه همچنین در طب سنتی به عنوان ضد نفخ، باکتری‌زدا و درمان سوءهاضمه بکار می‌رود. علاوه بر مصارف دارویی روغن ارس در محصولات نوشابه‌سازی بهداشتی و زیبایی استفاده می‌شود (Chatzopoulou و Katsiotis، ۱۹۹۳).

Pradepp-Mishra و همکاران (۱۹۸۹) اثرات دارویی اسانس *Juniperus excelsa* را بررسی نمودند و نشان دادند که درصد و میزان بالای اسانس ارس ایجاد افسردگی

نموده و مقادیر مناسب آن فشار خون را بدون اینکه سرعت یا عمق تنفس را متأثر نماید پایین می‌آورد و متناسب با میزان بکار برده شده ترشح استیل‌کولین را تسریع می‌نماید.

Pages و همکاران (۱۹۸۹) تأثیر اسانسهای ارس *Juniperus sabina* را بر روی رویانهای موش مطالعه نمودند. طبق پژوهش آنها، مقادیر کم اسانس ارس عوارضی مثل کم‌وزنی، بروز هپاتیت و ... ببار می‌آورد و با مقادیر بالا سقط رویان حاصل می‌شود. به لحاظ اهمیت روغنهای اسانسی، پژوهشگران بسیاری در مورد ترکیبهای شیمیایی اسانس ارس مطالعه نموده‌اند (Chatzopoulou، Katsiotis، ۱۹۹۳؛ Bats و همکاران، ۱۹۸۹؛ Looman و Svendsen، ۱۹۹۲؛ Sezik و Erosoz، ۱۹۸٦؛ Vidrich و همکاران، ۱۹۹۱، ۱۹۹۸).

Adams و همکاران (۱۹۹۲) با بررسی اسانس ارس، *Juniperus excelsa* ترکیبهای شیمیایی مختلف آن را شناسایی نمودند. طبق گزارش آنها α- pinen و limonene بیشترین ترکیبهای موجود در ارس می‌باشند.

صدری و اسدی (۱۹۹٤) روغنهای اسانسی گونه ارس *Juniperus polycarpos* را بررسی نمودند. طبق پژوهشهای آنها، اسانسهای ارس شامل ۷۷٪ هیدروکربنهای منوترپن و ۲/۹۵٪ منوترپنهای اکسیژن‌دار و ۲۰٪ هیدروکربنهای سسکویی‌ترپنی و الکلهای مربوطه می‌باشند.

اهمیت اسانسها درکموتاکسنومی (آرایه‌شناسی شیمیایی)

منوترپنوییدها اجزای ۱۰ کربنی اسانسها بوده و به عنوان فرآورده‌های ثانوی رده‌بندی می‌شوند. در طی سالهای اخیر به طور روز افزون در بررسیهای تاکسنومیکی، ژنتیک جمعیتها و مطالعات بوم‌شناختی ژن[1] مورد استفاده قرار می‌گیرند. منوترپنوییدها بیشترین ترکیبهای تولید شده در تمام گیاهان تیره مخروطیان هستند و بنابراین در این تیره، ترکیبهای مزبور در بررسی تغییرات درون جمعیتی و بین جمعیتی در گسترهٔ وسیعی از گونه‌ها و به‌ویژه گونه‌هایی که ارزش اقتصادی دارند، به عنوان یک ابزار مفید استفاده می‌شوند (صادقی، ۱۳۷٤).

این ترکیبها در نشان ویژه کردن گونه‌ها، جمعیتها و اکوتیپها، تعیین منابع دانه، شناسایی دورگه‌ها و خویشاوندان آنها بکار می‌روند (Bats و همکاران، ۱۹۸۹). از وجود منوترپنها و مقدار نسبی هر یک از آنها درتعیین حدود جغرافیایی جمعیتها و زادگاهها نیز استفاده می شود، و گاه طرح تغییرات یک منوترپن نظیر لیمونن با تغییرات محیطی هماهنگ بوده و طرحی صعودی را همراه با افزایش عرض جغرافیایی زادگاهها نشان می‌دهد. در این حالت می‌توان از همین یک منوترپن نیز در تعیین حدود جغرافیایی یک تیپ زادگاهی بهره برد. تغییرات این ترکیبها در گونه‌های متفاوتی نظیر کاج سیلوستریس و کاج نوئل[2] مورد بررسی قرار گرفته است. تغییرات مزبور در این دو گونه به نحوی است که به نظر می‌رسد که حداقل برخی از این ترکیبها ارزشی سازشی دارند، به‌طوری‌که هر گاه در محیط، تغییرات تدریجی از نظر عوامل محیطی نظیر شرایط آب و هوایی وجود داشته باشد، تفاوتهای جمعیتی این ترکیبها نیز تدریجی شده و با شیبی معنی‌دار با تغییرات محیطی هماهنگ می‌شود. با این حال در اکثر موارد به نظر می‌رسد که تغییرات منوترپنها به‌صورت ژنتیکی کنترل شده و عوامل محیطی کمتر

1- Genecology
2 - *Picea abies*

تأثیرگذار هستند. تغییرات بعضی از منوترپنها در کاج تدا توسط دو آلل در یک جایگاه کنترل می‌شود. آلل کنترل‌کننده مقدار بیشتر بتا- پینن، میرسن، لیمونن و بتافلاندرن، بر آلل کنترل کنندهٔ مقادیر کم منوترپنهای مزبور غالب است(صادقی،۱۳۷٤).

در تمام موارد تغییرات مربوط به منوترپنها در درون جمعیت بیش از تغییرات این اجزاء در میان جمعیتهای یک گونه است. محاسبه اجزای واریانس برای هر یک از منوترپنها نشان می‌دهد که از ۱۰۰ درصد تغییر محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای منوترپنی، ۸۸/٤ درصد مربوط به واریانس درون جمعیتها و ۱۱/٦ درصد مربوط به واریانس میان جمعیتهای کاج سیلوستریس است.

Adams و همکاران (a۱۹۹٤) با بررسی اسانسهای برگ ارس *Juniperus przewalskii* و *J. Przewalskii forma pendula* به وجود تفاوتهای فردی میان یک گونه اشاره می‌کند که فقط در بعضی از ترکیبهای اساسی اسانسها منعکس می‌شود. به عنوان مثال α-pinene (۶/۹-۱۱/۷٪)، sabinene (۳/۳-۱۰/۰٪) و piperitone (۳/۱-۹/۰٪) بیشترین تغییرات را نشان می‌دهند، در حالی که بسیاری از ترکیبها تفاوتهای محسوسی را نشان نمی‌دهند. در این پژوهش آنها نشان دادند که اختلاف بین یک گونه و زیرگونه آن در تفاوت بیشترین ترکیبها، ظاهر می‌شود.

اثر عوامل مختلف روی اسانس در گیاهان

اسانسها هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی (ترکیبهای سازنده) تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی و عوامل درونی هستند. این پدیده علاوه بر اینکه از نظر مقدار تولید اسانس حائز اهمیت است از جنبه‌های مختلف دیگر نظیر تغییراتی که در نوع اسانس و مقدار برخی از اجزای تأثیرپذیر اسانس بوجود می‌آید جالب است. عوامل بیرونی عبارتند از: دما، رطوبت، نور، موقعیت جغرافیایی خاک و ... حتی ممکن است در مواردی عوامل ژنتیکی را نیز تحت تأثیر قرار دهد. با این وجود اهمیت عوامل ژنتیکی انکارناپذیر است.

به‌رغم تغییر منوترپنها تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی، هیچ کنش خاصی برای این ترکیبها در داخل گیاه شناخته نشده است. در واقع تجمع این فرآورده‌های طبیعی در داخل ساختمانهای غده‌ای بسیار تخصصی (که به عنوان جایگاههای اصلی ترکیب و انباشتگی این ترکیبها شناخته شده‌اند) بر عدم کنش فیزیولوژیکی یا متابولیسمی دلالت دارد (Adams و همکاران، ۱۹۹٤a؛ Yamanaka، ۱۹۸٤).

استنباط قدیمی و کلاسیک ازمنوترپنها به‌عنوان فرآورده‌های دفعی بی‌ارزش، توصیف ساده‌ای برای تنوع زیاد منوترپنهای تولید شده به‌وسیله گیاهان است. این عقیده و دیدگاه ساده مدت زیادی دوام نیاورد، زیرا شواهد بسیاری نشان دادند که منوترپنها مواد غیرفعال و بی‌ارزشی نیستند، بلکه با الگوهای تنظیم شده و بسیار اختصاصی تجزیه می‌شوند (Yamanaka، ۱۹۸٤).

Adams و همکاران (۱۹۹۵) روغنهای اسانسی حاصل از برگهای نوعی ارس *Juniperus rigidia* را در ژاپن، کره و چین مقایسه نمودند. او مشاهده نمود که نمونه‌های ژاپنی غنی از bornyl acetate (٤۰/۵–۵۹/۰٪) و α- pinene(۱۳/۵–۱۵/٤٪) بوده، ولی نمونه‌های شمال چین و کره دارای مقادیر متفاوتی α-pinene (به ترتیب ۳۹/۷٪ و ۵۳/۵٪) و bornyl acetate (به ترتیب ٤۱/۳٪ و ۲/۸٪) هستند که این نتایج حاکی از وجود تغییرات، میان جمعیتهای ارس است.

Adams و همکاران (۱۹۹٤a) با پژوهش دربارهٔ زیرگونه‌های مختلف ارس *juniperus dinesis* نشان دادند که علاوه بر اینکه در زیر گونه‌های یک گونه، میزان ترکیبهای شیمیایی اسانسها تفاوت دارند، مقدار اسانس بدست آمده نیز متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که مقدار اسانس روغنی در *J.chinesis* ۰/٦٪ و در *J.chinesis cv. Pyramidalis* به ۱/۲٪ می‌رسد.

Adams و همکاران در این پژوهش با مطالعه اسانسهای پایه‌های جداگانه *J. Chinesis* تفاوتهای فردی در α-pinene، sabinene، cedrol، ترکیبهای عمده موجود

در اسانس پایه‌های ارس را نیز نشان دادند. طبق مطالعه آنها به‌رغم این تفاوتهای فردی کلیه پایه‌ها دارای α-Pinene، Sabinene و Limonene می‌باشند. تفاوت فردی در مورد cedrol محسوس‌تر است. به‌طوری‌که ۲ نمونه دارای مقادیر بالا cedrol (۱۹/۵ و ۱۹/۱٪) و یک نمونه واجد مقادیر پایین (۰/۹٪) cedrol می‌باشد.

Fournier و همکاران (۱۹۹۱)نیز اسانسهای رقمهای مختلف ارس *Juniperus sabina* را بررسی نمودند.

در پژوهش دیگری Adams و همکاران (c۱۹۹٤) اسانسهای برگ ارس *Juniperus dovurica* را در قزاقستان، روسیه و اسکاتلند مقایسه نمودند. این بررسی نیز اثر عوامل محیطی را در مورد ترکیبهای ثانوی به‌ویژه α- pinene (٤/۱٪- ۱۲/۸)، sabinene (۹/۲-۲۸/٦٪)، limonene (۱/۰ -۱۸/٤٪) و methy citronellate (trace- ۷/٤٪) به خوبی نشان داد.

chatzopoulou و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی تغییرات فصلی اسانسهای میوه ارس *Junipeus commonis* نشان دادند که تغییرات میزان برخی اسانسها بسیار محسوس است، به طوری که روند افزایشی α- pinene در بهمن ۲۷/۱٤، درخرداد ٤۰/۲۹٪ و در مهر ماه ٤۲/۵۵٪ است، در حالی که sabinen با مقدار ۱۳/۲۱٪ در بهمن و ۳/۸٤٪ در خرداد و ۰/۱۷٪ در مهر دارای روند کاهشی می‌باشد. آنها تغییرات موجود در ترکیبهای اسانسی را در فصول زمستان و بهار و پاییز نشان دادند. البته بسیاری از ترکیبها تغییرات محسوسی نشان نداده و ثابت می‌باشند. این مخروطها اصولاً دارای ظرفیت بالایی از α- pinene (۲۷٪)، Sabinene (۱۳٪)، D Germacrne (۱۰٪) و Myrcene (۹٪) هستند اسانس شامل ۱۰۵ جزء است که ۷۷ تا از آن ۹۳/۱٪ کل را شامل می‌شود. Kharebaca و chavchanidze (۱۹۹۱) و Vidrich و همکاران (۱۹۸٦) تغییرات فصلی ترکیبها اسانسهای ارس را در ٦ گونه بررسی نمودند.

رزینها

رزینهای طبیعی[1] از متابولیتهای آلی ثانوی هستند که اغلب به عنوان اولئورزینها[2] از شیره درختان بدست می‌آیند. این مواد مخلوطهایی از ترکیبهای حلقوی و بهم جوش خورده را شامل می‌شوند که دارای گروههای اکسیژن‌دار متفاوت و نامعلوم می‌باشند. اولئورزینها از منابع زیادی بدست می‌آیند و با ویژگیهای گوناگون کاربردهای متنوعی دارند. این ترکیبهای از نظر وزن ملکولی و ساختمانهای شیمیایی در گستردهٔ وسیعی قرار می‌گیرند و در نتیجه از نظر حلالیت و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی قابلیتهای متفاوتی دارند.

اولئورزینها بیشتر در لایه کامبیومی درختان جریان دارند و دارای دو بخش فرار و غیرفرار می‌باشند که درصد نسبی آن در گونه‌های گیاهی متفاوت با هم فرق دارد.

بخش فرار اصولاً بین ۲۰ تا ۳۰ درصد (بیشتر شامل ترپنهای فرار ۱۰ و ۱۵ کربنی) است و بخش غیر فرار بین ۷۰ تا ۸۰ درصد (بخش بیشتر آن اسیدهای ۲۰ کربنی دی‌ترپن و مقداری نیز ترکیبهای تری‌ترپنی و ترکیبهای خنثی است) اولئورزین را تشکیل می‌دهند. بخش فرار رزین را به‌طور کلی تربانتین و بخش غیر فرار را روزین می‌نامند.

مطالعه پژوهشگران حاکی از این است که چوب ارس فاقد کانالهای رزینی گزیلمی است (حجازی، ۱۳۵۷ و نیلوفری، ۱۳٦٤) ولی وجود کانالهای رزینی فلوئمی یا کانالهای رزینی ناشی از آسیب توسط بسیاری از پژوهشگران مثل Yamanaka (۱۹۸٤) و Gadek و Quinn (۱۹۸۸) اثبات شده است.

Kozhevnikova (۱۹۸٦) وجود تغییرات فصلی کپسولهای رزینی در میوه‌های ارس را گزارش داد.

1- Nautural Resins
2- Oleoresins

مواد و روشها

۱- وضعیت جغرافیایی

منطقه سیراچال در ٤٠ کیلومتری شمال کرج و در مسیر جاده کرج- چالوس قرار دارد. عرض جغرافیایی آن بین ′۵۹ °۳۵ الی ′۳ °۳٦ و طول جغرافیایی ′۸ °۵۱ تا ′۱۳ °۵۱ می‌باشد.

منطقه کوهستانی و وسعت آن حدود ۱۵۰۰ هکتار است. پست‌ترین نقطه آن ۱۷۸۰ متر و بلندترین قله آن ۲۹۱۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. جبهه یا جهت عمومی منطقه به‌نحوعمده شمالی و جنوبی بوده و در جهات جنوبی، شیب تندتر از جهات شمالی است. شیب بیشتر نقاط بین ٤٠ تا ۷۰٪ است. نقاطی که شیب آنها کمتر از ۲۰٪ و یا بیشتر از ۱۰۰٪ باشد، خیلی کم است.

زمین زراعی در داخل محدوده مورد مطالعه بسیار کم بوده و اغلب در کف دره‌ها و یا نقاط کم شیب واقع شده است. در این محدوده دو روستا وجود دارد.

تعداد چشمه‌های موجود که دارای آب نسبتاً دائمی هستند، ٦ عدد است. تعدادی نیز دارای آب فصلی بوده و در تابستان، یا خشک شده و یا سطح مرطوبی را تشکیل می‌دهند. رودخانه مورود از داخل منطقه عبور کرده و رودخانه کرج در ضلع شمالی و غربی آن جریان دارد.

۲- وضعیت آب و هوایی

رژیم بارندگی منطقه، مانند اکثر نقاط ایران،تحت تأثیر مراکز کم‌فشار و باران‌زای دریای مدیترانه به سمت شرق ایران قرار دارد. از طرفی نیز جبهه‌های حاصل از دریای مازندران پس از برخورد با ارتفاعات قسمت شمالی در صورت کافی بودن قدرت باران‌زایی، تولید بارندگی می‌کنند. براساس آمار بارندگی ایستگاه آسارا (۷٤-۱۳۳۷) که

نزدیکترین ایستگاه به منطقه است، متوسط بارندگی سالیانه ۵۳۱/٦ میلیمتر محاسبه شده است. تقریباً ۹۰٪ بارندگی در ۷ ماهه آبان تا اردیبهشت ماه نازل می‌شود.

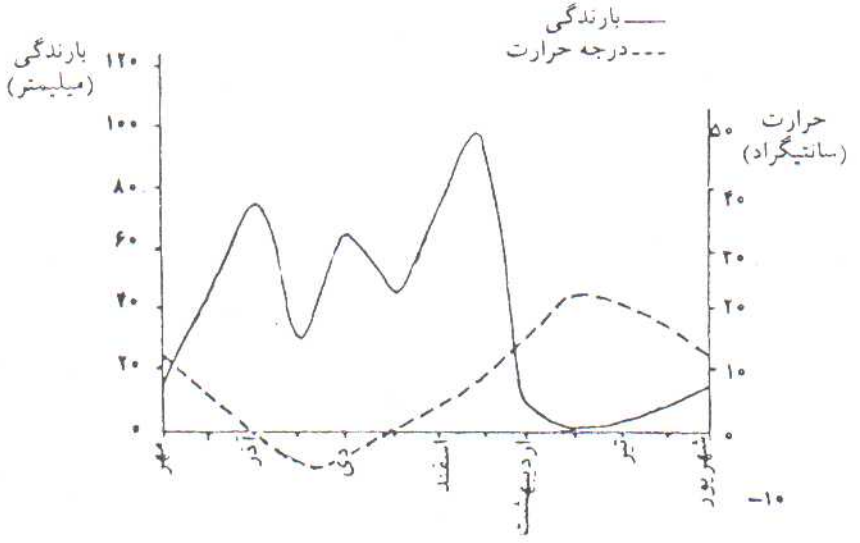
فروردین پرباران‌ترین ماه و زمستان پرباران‌ترین فصل سال است (جدول شماره ۱). حداکثر و حداقل بارندگی سالیانه در طی دوره ۳۹ ساله فوق به ترتیب ۹۷۸ و ۲٤۳ میلیمتر بوده و طول فصل خشک در سالهای مختلف از ۳ تا ۵ ماه است (شکل شماره ۱).

جدول شماره ۱- توزیع فصل بارندگی سالیانه در ایستگاه آسارا (۷٤-۱۳۳۷)

	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
بارشهای آسمانی٪	۲۵/۱	۳۸/۲	۳٤/۲	۲/۵

بارشهای آسمانی بر حسب ارتفاع تغییر می‌کند. تغییرات ارتفاعی آن در حوضه سد کرج طبق محاسبات انجام یافته از P=0.2h-80 پیروی می‌کند و آهنگ افزایش بارندگی را در هر کیلومتر ۲۰۰ میلیمتر نشان می‌دهد.

اقلیم منطقه طبق روش گوسن، استپی سرد بوده و در طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیم‌مرطوب قرار می‌گیرد. در طی دوره ۳۹ ساله حداکثر مطلق دما،۳۸/۲ درجه سانتیگراد در تیرماه سال ۱۳٦۰ و حداقل آن ۳۰/۵- درجه سانتیگراد در بهمن ماه سال ۱۳٦۱ بوده است. ماه دی، سردترین ماه سال و ماه تیر، گرمترین ماه سال است، متوسط تعداد روزهای یخبندان حدود ۱۳۹ روز می‌باشد (اکبرزاده، ۱۳۷۳).



شکل شماره ۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه آسارا

منابع گیاهی مورد استفاده

منابع گیاهی استفاده شده در این پژوهش شامل اندامهای مختلف درختان ۷۰-۸۰ ساله ارس موجود در منطقه پراکنش طبیعی البرز جنوبی (ایستگاه سیراچال) است.

برای مطالعه تغییرات کمی و کیفی فرآورده‌های ثانوی ارس، ٤ درخت نر(M)، ٤ درخت نر- ماده (FM) و ٤ درخت ماده (F) در ایستگاه تحقیقات سیراچال انتخاب گردیده و علامت‌گذاری شدند. نمونه‌برداری به صورت فصلی انجام گرفت.

روش بررسی فرآورده‌های ثانوی

پژوهش حاضر با هدف مطالعه اثر عوامل محیطی روی متابولسیم فرآورده‌های ثانوی طبق مراحل زیر صورت گرفت:

۱- استخراج اسانس

۲- شناسایی ترکیبهای تشکیل دهندهٔ اسانس با استفاده از دستگاه GC/MS

۳- جمع‌آوری اولئورزین

٤- مطالعه آناتومی چوب

۱- استخراج اسانس

روشی که برای استخراج اسانس مورد استفاده قرار گرفت روش تقطیر با بخار آب[1] در سیستم پیشنهادی Dr.Touch بود (شکل شماره ۲). استخراج اسانس از نمونه‌های خشک (در فصل بهار، تابستان و پاییز) و تازه (در فصل تابستان) صورت گرفت. برای استخراج اسانس از نمونه‌های خشک، مواد گیاهی (سرشاخه‌های سبز و میوه) پس از برداشت، در محوطه آزمایشگاه (دمای ۲۰-۲۵ °C) خشک و نگهداری شد، در حالی که برای استخراج از نمونه‌های تازه، ازمواد گیاهی (سرشاخه‌های سبز و میوه) ذخیره شده در ٤°C استفاده شد.

به منظور تقطیر با بخار، مقدار ۲۰۰ گرم سرشاخه سبز یا ۱۰۰ گرم میوه ارس خرد شده در محفظه دستگاه تقطیر بر روی صفحه سوراخداری از جنس فولاد ضدزنگ قرار گرفت، به طوری که بخارآب حاصل از بالن آب در حال جوش از طریق لوله شیشه‌ای رابط و صفحه سوراخدار به درون بافت گیاهی نفوذ کرده و ترکیبها و مواد فرار آن جدا می‌شد. در این هنگام به کمک سرمای حاصل از مبرد، قطرات حاوی اسانس با بوی تندی به تدریج جمع‌آوری می‌شد. برای اینکه بخار حاوی مواد فرار قبل از رسیدن به

1- Steam distillation

مبرد سرد نشود لازم است که جدار دستگاه گرم شود. این‌کار توسط المنت کمربندی مخصوصی که متصل به یک تنظیم کننده دما (دایمر) است انجام می‌شد.

برای استاندارد کردن تقطیر در هر مرحله زمان شروع جوشش آب، زمان ریزش اولین قطره، تعداد قطرات در دقیقه (Flow rate of steam) زمان پایان، مقدار اسانس، کارایی براساس وزن خشک و تر (Efficency w/w) ثبت می‌شد.

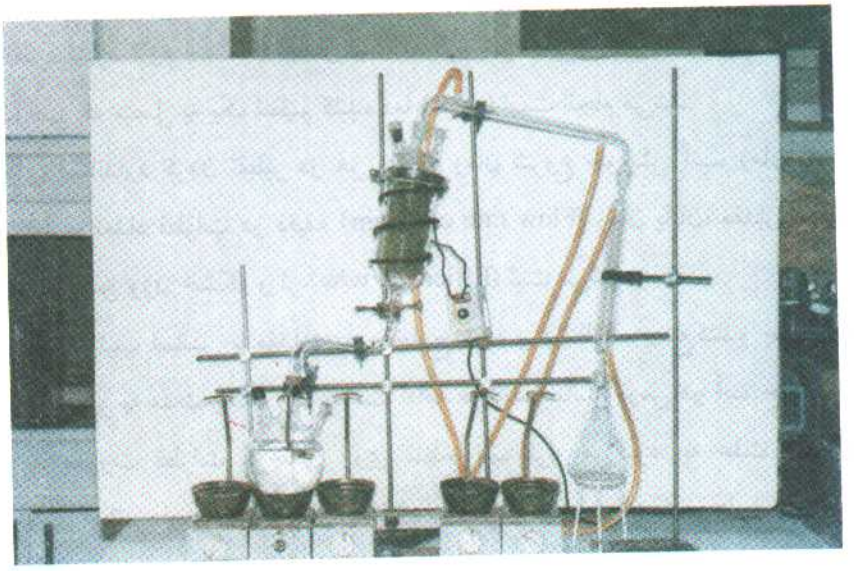
به این ترتیب اسانس با مقداری آب خارج شده و در ظرف جمع‌کننده جمع‌آوری می‌شود. تقطیر به مدت یک و نیم ساعت ادامه می‌یابد. اسانس ارس در آب حل نشده، بلکه به صورت قطرات کوچکی روی سطح آب قرار می‌گیرد. به علت دشواری جمع‌آوری اسانس ارس، با استفاده از حلال دی‌اتیل‌اتر و قیف جداکننده، اسانس از آب جدا می‌شود. اسانس با تبخیر اتر به کمک گاز ازت در ویالهای شیشه‌ای جمع‌آوری می‌شود. اسانس به کمک سولفات سدیم بی‌آب آبگیری و در دمای پایین (٤ °C) و تاریکی نگهداری می‌شود. پس از آبگیری، اسانس حاصل توزین می‌شود و با احتساب درصد رطوبت گیاه میزان درصد اسانس تولیدی محاسبه شد. (صالحی شانجانی،۱۳۷۵).

۲- شناسایی اسانسها به کمک GC/MS[1]

دستگاه گاز کروماتوگرافی و طیف سنجی جرمی (GC/MS) تلفیقی از دو روش است که جهت جداسازی و تجزیه ترکیبهای شیمیایی موجود در اسانس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در بررسی اسانس نمونه‌های مورد نظر از ستون کاپیلاری DB-5 به ارتفاع ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلیمتر استفاده شد دمای تزریق ۲٦۰ درجه سانتیگراد و دمای ستون نیز از ٦۰ تا ۲٦۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه بود. مطالعات توسط دستگاه Varian 3400 GC/MS انجام شده:

1- Gas chromatography- Mass spectrumelry



شکل شماره ۲- دستگاه اسانسگیری تقطیر با بخار آب در سیستم پیشنهادی Touch

۳- جمع‌آوری اولئورزین

اولئورزین در اندامهای گوناگونی نظیر ساقه‌ها، شاخه‌های فرعی، برگها و مخروطهای ماده گونه‌های مختلف ارس وجود دارد. ارس اصولاً از جمله گیاهانی است که فاقد کانالهای رزینی گزیلمی بوده و بیشتر رزینها در بخش قشری شاخه‌ها و تنه وجود دارد. طبق پژوهشهای موجود برخی از اندامهای ارس مثل برگ دارای کانالهای رزین فلوئمی و کانالهای رزین ناشی از آسیب می‌باشد کانالهای رزینی ناشی از آسیب در پاسخ به تحریکات مکانیکی، بیولوژیکی یا بیوشیمیایی حاصل می‌شود. برای بررسی وجود کانالهای رزین فلوئمی و کانالهای رزین ناشی از آسیب در چوب ارس آناتومی چوب قبل از آسیب و یک هفته پس از آسیب مطالعه شده و شارش رزین از درخت بررسی شد (شکل شماره ۳).

٤- روش بررسی مقطع عرضی چوب

نمونه‌هایی به ابعاد ۲×۲ سانتیمتر از شاخه به قطر ۵ سانتیمتر تهیه شد، به‌صورتی که جهات مماسی و شعاعی و عرضی در نمونه کاملاً رعایت شود.

نمونه‌های تهیه شده در صورت خشک بودن در آب جوش پخته شد. نمونه‌های تازه قطع شده اگر چوب نرم باشد احتیاج به پخت ندارد.

۳- بعد از پخت نمونه‌ها، توسط میکروتوم لاتینر ۱۱۱۰۰ برشهایی به ضخامت ۸-۱۰ میکرون (گاهی اوقات تا ۲۰ میکرون) از نمونه‌های مورد نظر تهیه شد.

نمونه‌های تهیه شده توسط قیچی شکل داده شد تا از نظر هندسی شکل منظمی داشته باشند. پس از رنگ آمیزی نمونه‌ها روی لام ثبت شدند.

چسب مورد استفاده کانادا بالسام بود. باید حبابهای هوا کاملاً خارج شوند. بعد از چسباندن، به‌مدت ٢٤ ساعت نمونه‌ها در حالی که یک وزنه ۵۰ گرمی روی آنها قرار گرفته در دمای ۵۰°C نگهداری شوند.

نکته قابل توجه در مورد ارس: نمونه‌ها در مدت کمتر از ۳۰ ثانیه به شدت رنگ می‌گرفتند (صالحی شانجانی، ۱۳۷۵).

شکل شماره ۳- بررسی شارش رزین

نتایج

میزان تولید اسانس در طول سال

بررسی اسانس ارس (*Juniperus excelsa*) در پایه‌های نرماده (FM)، نر (M) و ماده (F) در ۳ فصل صورت گرفت. این عمل بر روی سرشاخه‌های سبز و میوه‌های (مخروط ماده) آب از دست داده و خشک شده در سه فصل بهار، تابستان و پاییز، در هر فصل یکبار و به ترتیب در ماههای اردیبهشت، مرداد و آبان یعنی در وسط هر فصل انجام شد. برای مطالعه اثر خشکانیدن روی میزان تولید اسانس و اجزای آن، بررسی اسانس سرشاخه‌های سبز و میوه‌های تازه در فصل تابستان نیز صورت گرفت. به‌علت برف‌گیر بودن منطقه مورد بررسی و عدم دسترسی به نمونه‌های گیاهی، تجزیه اسانس در فصل زمستان ممکن نشد.

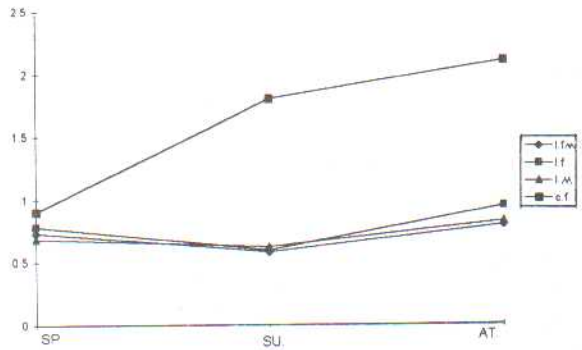
شکل شماره ٤ نتایج حاصل از درصد اسانس بدست آمده را نشان می‌دهد. به‌رغم تفاوت جزیی در مقدار اسانس پایه‌های مختلف، مقدار اسانس در میوه و سرشاخه‌های تمامی پایه‌های نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) تغییرات فصلی نشان می‌دهند. مقدار اسانس در مخروطهای ماده ارس به‌طور چشمگیری زیادتر از سرشاخه‌های سبز است. روند تغییرات فصلی اسانس مخروطهای ماده متفاوت از سرشاخه‌های ارس است، چنانچه مقدار اسانس مخروط‌های ماده در طول دوره رشد و نمو، افزایش می‌یابد، ولی در سرشاخه‌های سبز، یک منحنی باز V شکل را نشان می‌دهد. به عبارت دقیق‌تر مقدار اسانس در تابستان کاهش یافته (۰/٦٪) و دوباره در پاییز افزایش می‌یابد (۰/۸۵٪). مقدار حاصل از مخروط ماده در فصل پاییز (۲/۱٪)، تقریباً ۲/۵ برابر سرشاخه‌های سبز است. این نتایج نشان می‌دهند که بهترین زمان جمع‌آوری اسانس در فصل پاییز است.

شکل شماره ٤ مقایسه مقدار اسانس (٪ وزن اسانس نسبت به وزن خشک) در طول دوره رشد و نمو درختان ارس.

◆ : سرشاخه‌های سبز درختان نرماده، ■ : سرشاخه‌های سبز درختان ماده،

▲ : سرشاخه‌های سبز درختان نر، ● : مخروط ماده درختان ماده،

sp: بهار، .Su تابستان و .At پاییز،



شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس

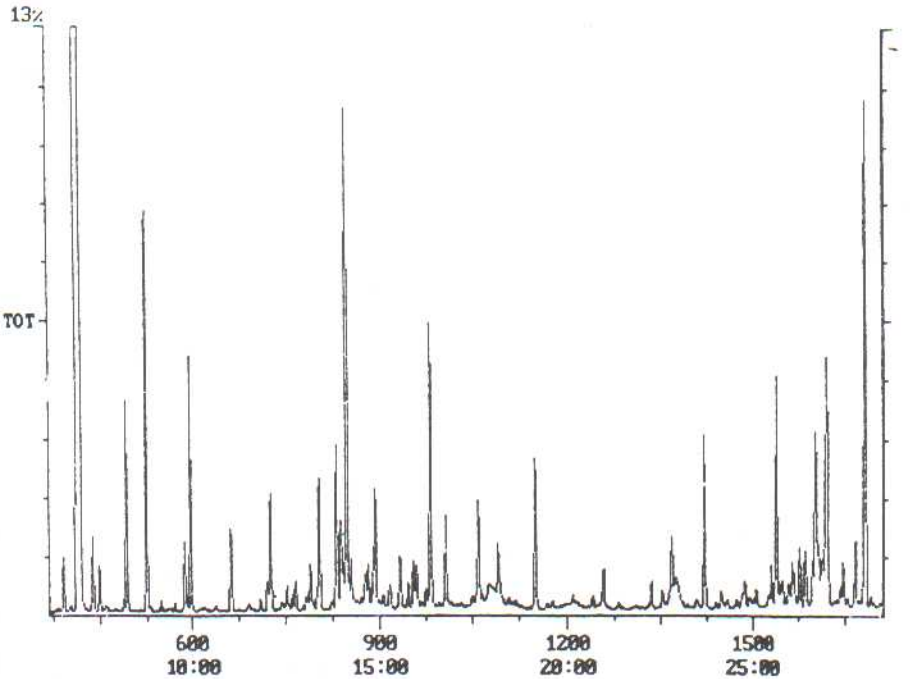
در کروماتوگرام ۱ تا ١٦، کروماتوگرام گاز مایع اسانس نمونه‌های مورد بررسی مشاهده می‌شود. نتایج تجزیه اسانس هر نمونه قبل از هر منحنی درج شده است (جداول ۲ تا ۱۷). در کل، ۳۲ ترکیب ترپنوییدی در سرشاخه‌ها و میوه‌های درختان ارس شناسایی شد که عمده‌ترین آنها عبارتند از: α- pinene ، (٪۸۳/۷-٤/۷)، limonene (٪٤/۱-۰/۵)، trans-verbenol (٪۱٦/٤-۰/۱)، cis-verbenol (٪۱۷/۲-۰/۷)، trans- pinocarvol (٪۹/۲-۰/۵)، verbenone (٪۹/۳-۰/۸) γ-elemene (٪۱۹/۸-۰/۷) و elemol (٪۵/۷-۰/۱).

همان‌گونه که در جداول فوق مشاهده می‌شود، برخی از ترکیبها درکلیه فصول و در تمام قسمتهای درختان ارس وجود دارند در حالی که linalool اصلاً در میوه‌های درختان ماده ارس مشاهده نشده‌اند.

جدول شماره ۲- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه های سبز)

خشک پایه‌های نر (M) درختان ارس در فصل بهار

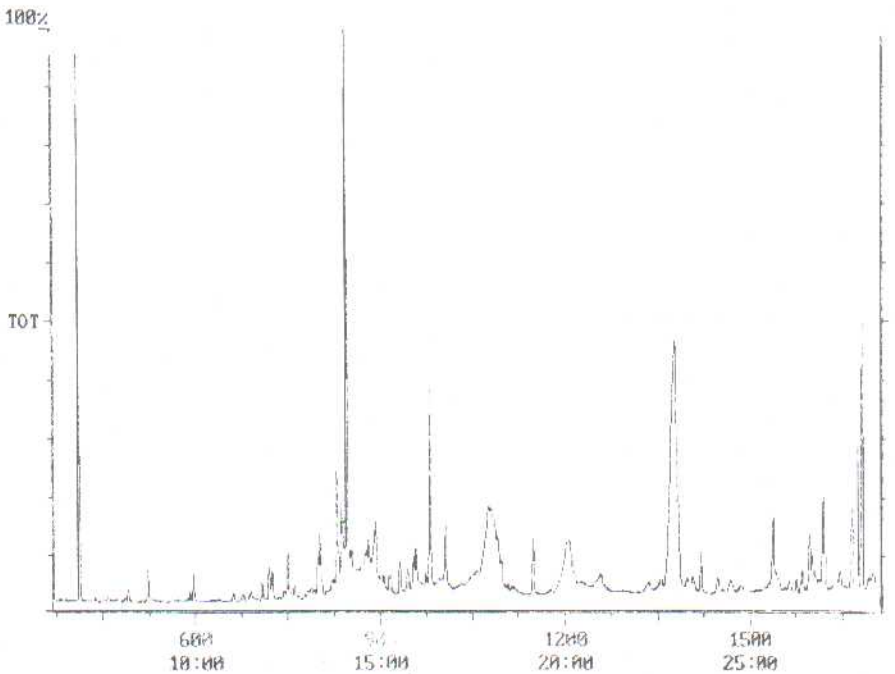
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	۷:۰۰	۹۳۵	٦۷/۵
۲	β- pinene	۸:۱۲	۹۷٤	۱/۲
۳	myrcene	۸:٤۵	۹۸٦	۲/۹
٤	limonene	۹:۵۸	۱۰۲۵	۱/۸
۵	terpinolene	۱۲:۰٦	۱۰۸۷	۰/۸
٦	α- campholenal	۱۳:۲٤	۱۱۲۵	۱/۱
۷	trans- pinocarveol	۱۳:۵۱	۱۱۳۹	۱/۳
۸	trans- verbenol	۱٤:۰۸	۱۱٤٤	٤/۷
۹	verbenone	۱٦:۲۲	۱۲۰۸	۲/۵
۱۰	trans- carveol	۱٦:٤٦	۱۲۱۹	۰/۷
۱۱	hexyl 2-methyl butyrate	۱۷:۳۹	۱۲۳۵	۰/۸
۱۲	bornyl acetate	۱۹:۰۹	۱۲۸۵	۱/۳
۱۳	β- caryophyllene	۲۳:٤۲	۱٤۱٤	۱/۵
۱٤	germacrene	۲۵:٤۱	۱٤۷۸	۱/۹
۱۵	γ- cadinene	۲٦:٤۳	۱۵۱٦	۱/۱
۱٦	δ- cadinene	۲۷:۰۱	۱۵۲٦	۱/۹
۱۷	elemol	۲۷:٤۷	۱۵۵۵	۰/٦
۱۸	γ- elemene	۲۸:۰۳	۱۵۵٦	۵/۱



کروماتوگرام شماره ۱ مربوط به جدول شماره ۲ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۳- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و
خشک پایه‌های نر (M) درختان ارس در فصل تابستان

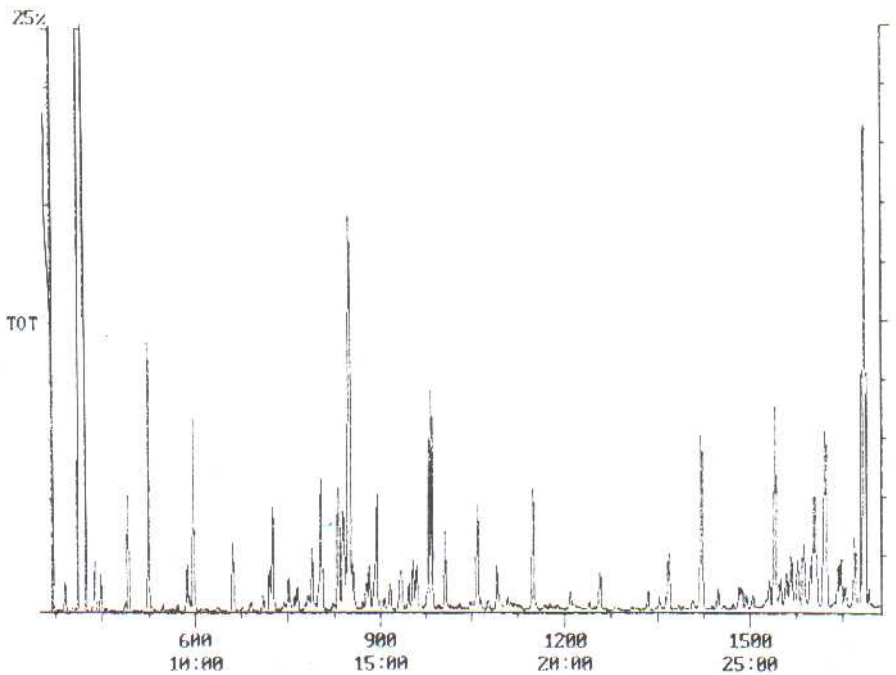
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٢	٩٣٥	١١/٦
٢	β- pinene	١٢:٣١	٩٧٤	١/٤
٣	α- campholenal	١٣:٢٣	١١٢٥	٢/١
٤	trans- pinocarveol	١٣:٥٠	١١٣٩	٣/٣
٥	cis- verbenol	١٤:٠٥	١١٤٠	١٧/٣
٦	verbenone	١٦:٢٠	١٢٠٨	٦/١
٧	trans- carveol	١٦:٤٥	١٢١٩	٢/٢
٨	bornyl acetate	١٩:٠٩	١٢٨٥	١/٩
٩	unknown!	٢٢:٥٨		٣١/٢
١٠	β- caryophyllene	٢٣:٤١	١٤١٤	١/٥
١١	germacrene	٢٥:٤٠	١٤٧٨	٢/٣
١٢	δ- cadinene	٢٧:٠٠	١٥٢٦	٣/٣
١٣	elemol	٢٧:٤٥	١٥٥٥	٢/٩
١٤	γ- elemene	٢٨:٠١	١٥٦٥	٨/٨



کروماتوگرام شماره ۲ مربوط به جدول شماره ۳ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ٤- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های نر (M) درختان ارس در فصل بهار

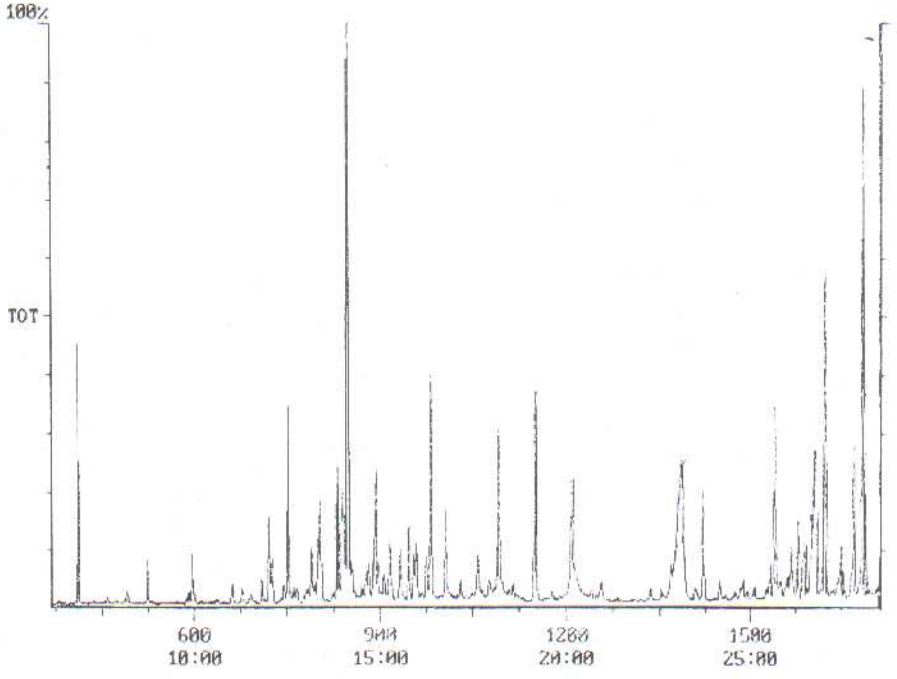
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	۷:۰۱	۹۳۵	۵۵/۱
۲	β- pinene	۸:۱۱	۹۷٤	۱/۰
۳	myrcene	۸:٤۵	۹۸٦	۲/۸
٤	limonene	۹:۵۸	۱۰۲۵	۱/۹
۵	terpinolene	۱۲:۰۵	۱۰۸۷	۱/۳
٦	α- campholenal	۱۳:۲٤	۱۱۲۵	۱/٦
۷	trans- pinocarveol	۱۳:۵۲	۱۱۳۹	۱/۵
۸	trans- verbenol	۱٤:۱۰	۱۱٤٤	۷/۲
۹	verbenone	۱٦:۲٤	۱۲۰۸	۳/۳
۱۰	trans- carveol	۱٦:٤٦	۱۲۱۹	۱/۰
۱۱	hexyl 2-methyl butyrate	۱۷:۳۹	۱۲۳۵	۱/۲
۱۲	bornyl acetate	۱۹:۰۹	۱۲۸۵	۱/٤
۱۳	β- caryophyllene	۲۳:٤۲	۱٤۱٤	۲/۲
۱٤	germacrene d	۲۵:٤۱	۱٤۷۸	۲/٦
۱۵	γ- cadinene	۲٦:٤۳	۱۵۱٦	۲/۰
۱٦	δ- cadinene	۲۷:۰۱	۱۵۲٦	۲/٦
۱۷	elemol	۲۷:٤۹	۱۵۵۵	۱/۰
۱۸	γ- elemene	۲۸:۰٦	۱۵۵٦	۸/۸



کروماتوگرام شماره ۳ مربوط به جدول شماره ۴ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ٥- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و تازه‌های پایه‌های نر (M) درختان ارس در فصل تابستان

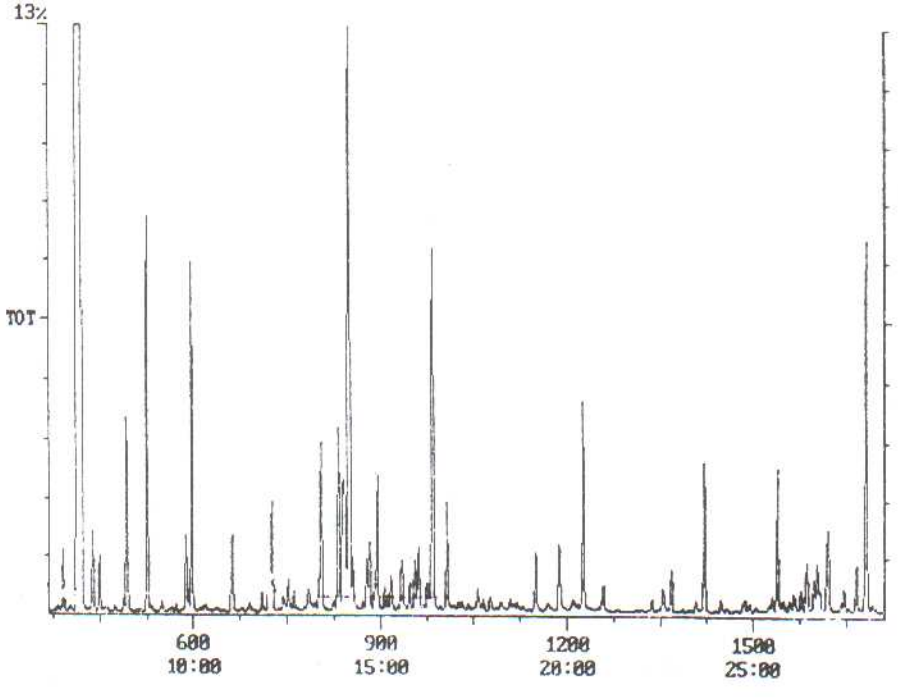
شماره	نام ترکیب	زمان بازداری	اندیس	درصد
۱	α- pinene	٦:٥٢	۹۳٥	٤/۸
۲	limonene	۱۲:۳۲	۱۰۹۹	٤/۰
۳	α- campholenal	۱۳:۲٤	۱۱۲٥	۰/٦
٤	trans- pinocarveol	۱۳:٥۲	۱۱۳۹	۳/۳
٥	cis- verbenol	۱۳:٥۹	۱۱٤۰	٤/۷
٦	trans- verbenol	۱٤:۰۹	۱۱٤٤	۱٦/٤
۷	verbenone	۱٦:۲۲	۱۲۰۸	٥/٦
۸	trans- carveol	۱٦:٤٦	۱۲۱۹	۲/۰
۹	3- hexadecyne	۱۸:۱۱		٤/۰
۱۰	bornyl acetate	۱۹:۱۰	۱۲۸٥	٥/۲
۱۱	β- caryophyllene	۲۳:٤۲	۱٤۱٤	۲/۹
۱۲	germacrene d	۲٥:٤۱	۱٤۷۸	٤/٥
۱۳	γ- cadinene	۲٦:٤٤	۱٥۱٦	٥/٥
۱٤	δ- cadinene	۲۷:۰۲	۱٥۲٦	۹/۲
۱٥	elemol	۲۷:٤۷	۱٥٥٥	٤/۰
۱٦	γ- elemene	۲۸:۰٤	۱٥٦٥	۱٤/۱



کروماتوگرام شماره ۴ مربوط به جدول شماره ۵ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ٦- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های نرماده (FM) درختان ارس در فصل بهار

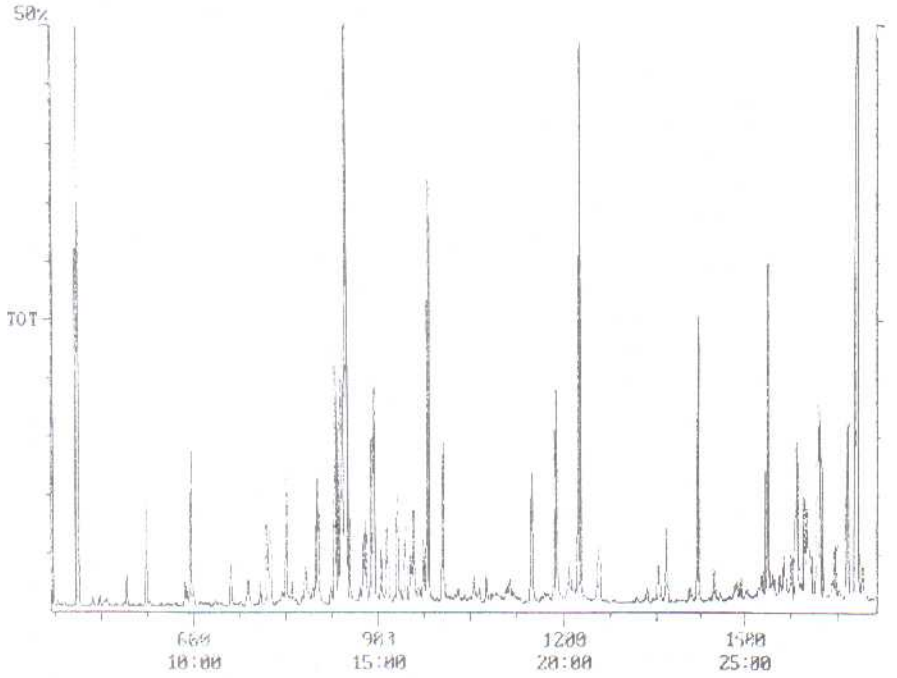
شماره	نام ترکیب	زمان بازداری	اندیس	درصد
١	α– pinene	٧:٠١	٩٣٥	٧٢
٢	β- pinene	٨:١٢	٩٧٤	١/١
٣	myrcene	٨:٤٥	٩٨٦	٢/٤
٤	limonene	٩:٥٩	١٠٢٥	٢/١
٥	γ- terpinene	١١:٠٣	١٠٥٧	٠/٦
٦	terpinolene	١٢:٠٦	١٠٨٧	٠/٨
٧	α- campholenal	١٣:٢٤	١١٢٥	٠/٩
٨	trans- pinocarveol	١٣:٥٢	١١٣٩	١/٣
٩	trans- verbenol	١٤:٠٩	١١٤٤	٦/٠
١٠	verbenone	١٦:٢٤	١٢٠٨	٣/٤
١١	trans- carveole	١٦:٤٦	١٢١٩	٠/٨
١٢	methyl ether- carvacrol	٢٠:٢٧	١٣٤٤	١/٧
١٣	β- caryophyllene	٢٣:٤٢	١٤١٤	١/٢
١٤	germacrene d	٢٥:٤١	١٤٧٨	١/١
١٥	γ- elemene	٢٨:٠٣	١٥٦٥	٣/٣



کروماتوگرام شماره ۵ مربوط به جدول شماره ۶ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۷- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های نرماده (FM) درختان ارس در فصل تابستان

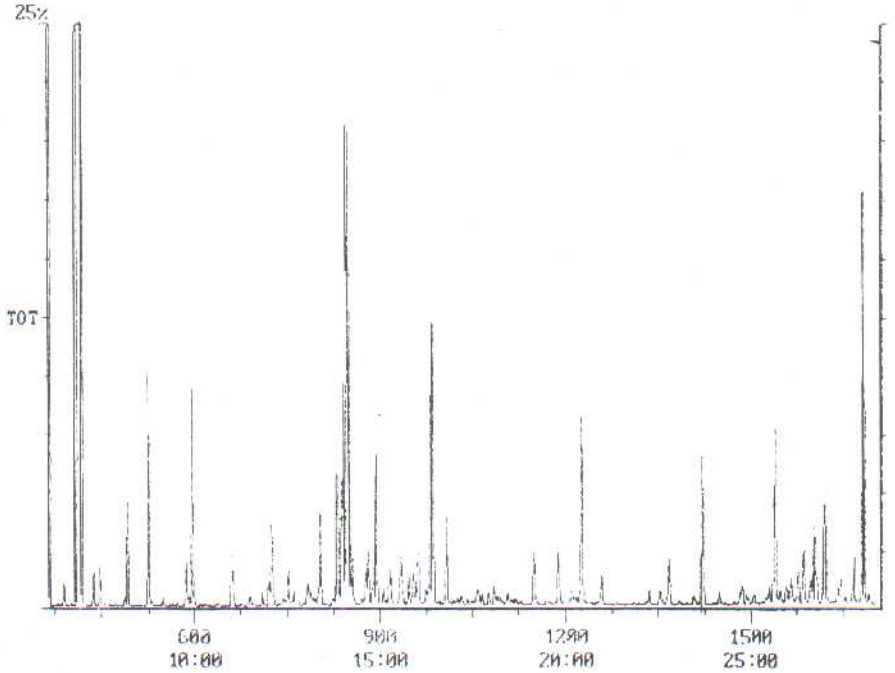
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٢	۹۳٥	۱۱/۲
۲	limonene	۹:٥۷	۱۰۲٥	۱/۸
۳	linalool	۱۲:۳۰	۱۰۹۹	۱/٥
٤	trans- pinocarveole	۱۳:٥۰	۱۱۳۹	۳/۱
٥	cis- verbenol	۱۳:٥۹	۱۱٤۰	٥/۲
٦	trans- verbenol	۱٤:۰۷	۱۱٤٤	۱٥/۹
۷	verbenone	۱٦:۲۱	۱۲۰۸	٦/۰
۸	trans- carveol	۱٦:٤٥	۱۲۱۹	۲/۱
۹	bornyl acetate	۱۹:۰۸	۱۲۸٥	۱/۹
۱۰	cumin alcohol	۱۹:٤۷	۱۳۰۳	۳/٥
۱۱	methyl ether- carvacrol	۲۰:۲٦	۱۳٤٤	۷/۸
۱۲	β- caryophyllene	۲۳:٤۱	۱٤۱٤	٤/۱
۱۳	germacrene d	۲٥:۳۹	۱٤۷۸	٤/۹
۱٤	δ- cadinene	۲٦:٥۹	۱٥۲٦	۳/٥
۱٥	elemol	۲۷:٤٦	۱٥٥٥	۲/٥
۱٦	γ- elemene	۲۸:۰۲	۱٥٦٥	۱۹/۸



کروماتوگرام شماره ۶ مربوط به جدول شماره ۷ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۸- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های نرماده (FM) درختان ارس در فصل پاییز

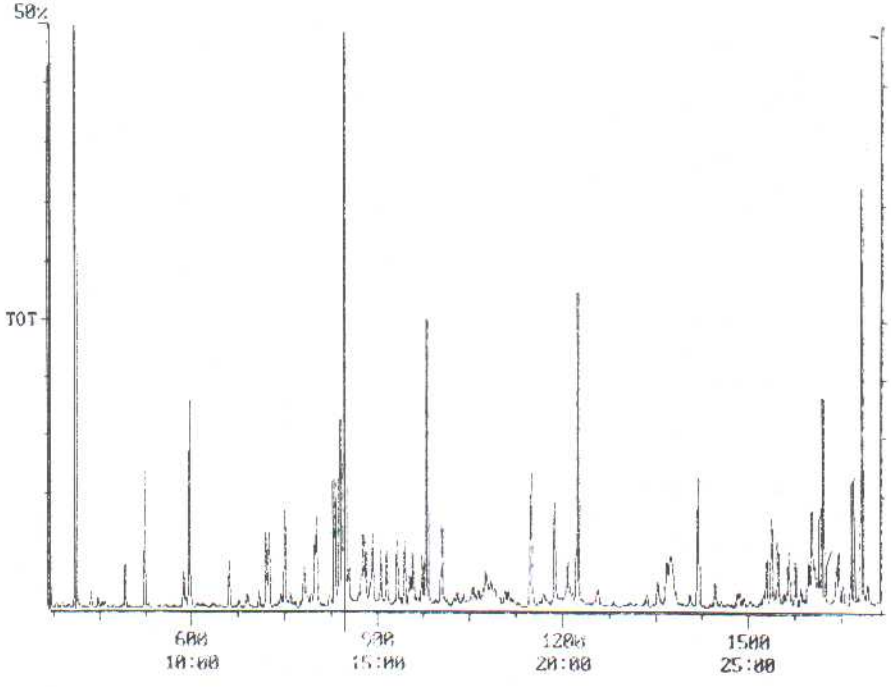
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٩	۹۳٥	٥٤/۱
۲	β- pinene	۸:۱۱	۹۷٤	۱/۰
۳	Myrcene	۸:٤٤	۹۸٦	۲/٤
٤	Limonene	۹:٥۸	۱۰۲٥	۲/٤
٥	Terpinolene	۱۱:۰٥	۱۰۸۷	۰/۸
٦	α- campholenal	۱۳:۲۳	۱۱۲٥	۱/۳
۷	trans- pinocarveol	۱۳:٥۱	۱۱۳۹	۱/۸
۸	cis- verbenol	۱٤:۰۰	۱۱٤۰	۲/۷
۹	trans- verbenol	۱٤:۱۰	۱۱٤٤	۸/۷
۱۰	Verbenone	۱٦:۲٤	۱۲۰۸	٥/٤
۱۱	trans- carveol	۱٦:٤٦	۱۲۱۹	۱/۲
۱۲	methyl ether- carvacrol	۲۰:۲۷	۱۳٤٤	۲/٦
۱۳	β- caryophyllene	۲۳:٤۲	۱٤۱٤	۲/۱
۱٤	germacrene d	۲٥:٤۱	۱٤۷۸	۲/٤
۱٥	γ- cadinene	۲٦:٤۳	۱٥۱٦	۰/۷
۱٦	δ- cadinene	۲۷:۰۰	۱٥۲٦	۱/۹
۱۷	γ- elemene	۲۸:۰٤	۱٥٦٥	٦/۹



کروماتوگرام شماره ۷ مربوط به جدول شماره ۸ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۹- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و
تازه پایه‌های نرماده (FM) درختان ارس در فصل تابستان

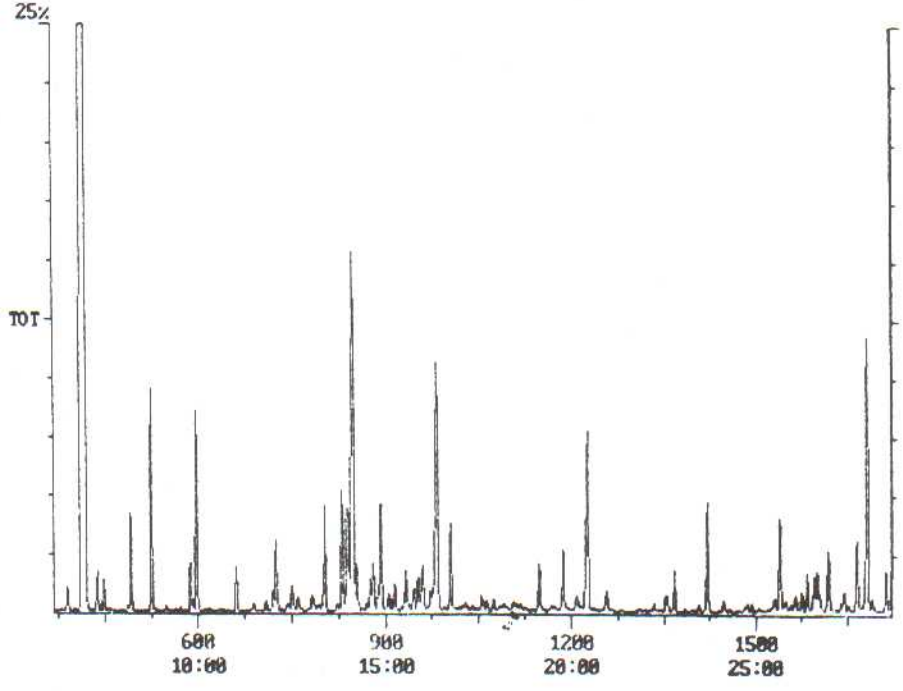
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٣	٩٣٥	٢٣/٠
٢	myrcene	٨:٤٣	٩٨٦	٢/٣
٣	limonene	٩:٥٧	١٠٢٥	٤/١
٤	linalool	١٢:٣٠	١٠٩٩	١/٨
٥	trans- pinocarveole	١٣:٥٠	١١٣٩	٢/٥
٦	cis- verbenol	١٤:٠٠	١١٤٠	٥/٦
٧	trans- verbenol	١٤:٠٧	١١٤٤	١٣/٨
٨	verbenone	١٦:٢١	١٢٠٨	٧/٤
٩	trans- carveol	١٦:٤٤	١٢١٩	١/٨
١٠	bornyl acetate	١٩:٠٨	١٢٨٥	٣/٢
١١	cumin alcohol	١٩:٤٧	١٣٠٣	٢/٤
١٢	methyl ether- crvacrol	٢٠:٢٦	١٣٤٤	٧/٦
١٣	β- caryophyllene	٢٣:٤١	١٤١٤	٣/٣
١٤	germacrene d	٢٥:٣٩	١٤٧٨	١/٩
١٥	δ- cadinene	٢٦:٥٩	١٥٢٦	٤/٩
١٦	elemol	٢٧:٤٥	١٥٥٥	٣/٢
١٧	γ- elemene	٢٨:٠١	١٥٦٥	١١/٨



کروماتوگرام شماره ۸ مربوط به جدول شماره ۹ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۰- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های ماده درختان ارس در فصل بهار

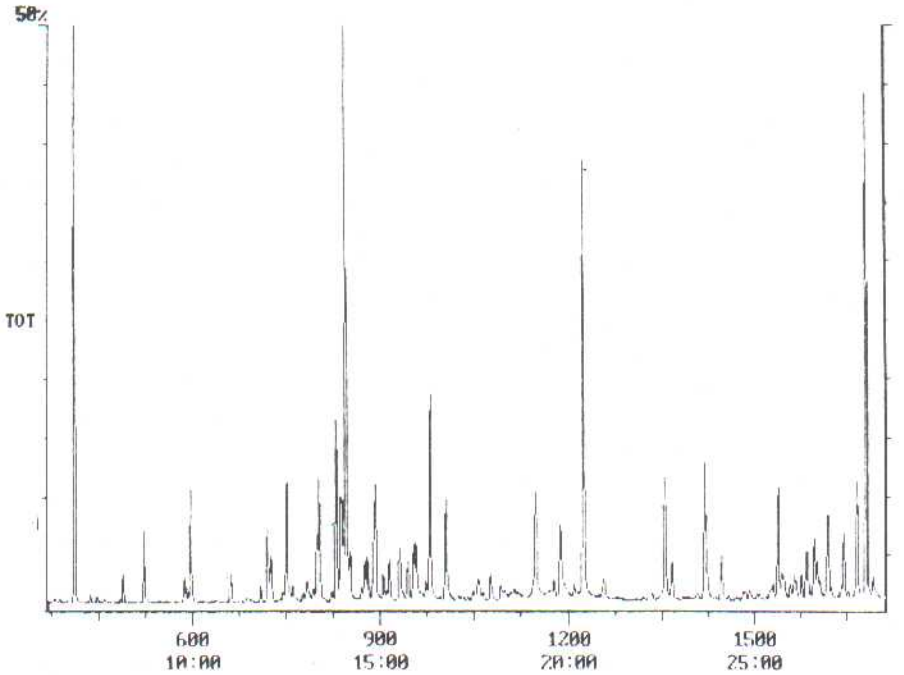
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	۷:۰۰	۹۳۵	٦۲/٤
۲	β- pinene	۸:۱۱	۹۷٤	۱/۰
۳	myrcene	۸:٤٤	۹۸٦	۲/٤
٤	limonene	۹:۵۸	۱۰۲۵	۲/۳
۵	terpinolene	۱۲:۰۵	۱۰۸۷	۰/۸
٦	α- campholenal	۱۳:۲۳	۱۱۲۵	۱/۵
۷	trans- pinocarveol	۱۳:۵۱	۱۱۳۹	۱/٦
۸	cis- verbenol	۱٤:۰۰	۱۱٤۰	۲/۳
۹	trans- verbenol	۱٤:۰۹	۱۱٤٤	۷/۱
۱۰	verbenone	۱٦:۲٤	۱۲۰۸	٤/۹
۱۱	trans- carveol	۱٦:٤٦	۱۲۱۹	۱/۲
۱۲	cumin alcohol	۱۹:٤۷	۱۳۰۳	۱/۰۰
۱۳	methyl ether carvacrol	۲۰:۲۷	۱۳٤٤	۲/۸
۱٤	β- caryophyllen	۲۳:٤۱	۱٤۱٤	۱/٦
۱۵	germacrene d	۲۵:۳۹	۱٤۷۸	۱/۲
۱٦	elemol	۲۷:٤٦	۱۵۵۵	۱/۰
۱۷	γ- elemene	۲۸:۰۲	۱۵٦۵	٤/۷



کروماتوگرام شماره ۹ مربوط به جدول شماره ۱۰ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۱- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های ماده درختان ارس در فصل تابستان

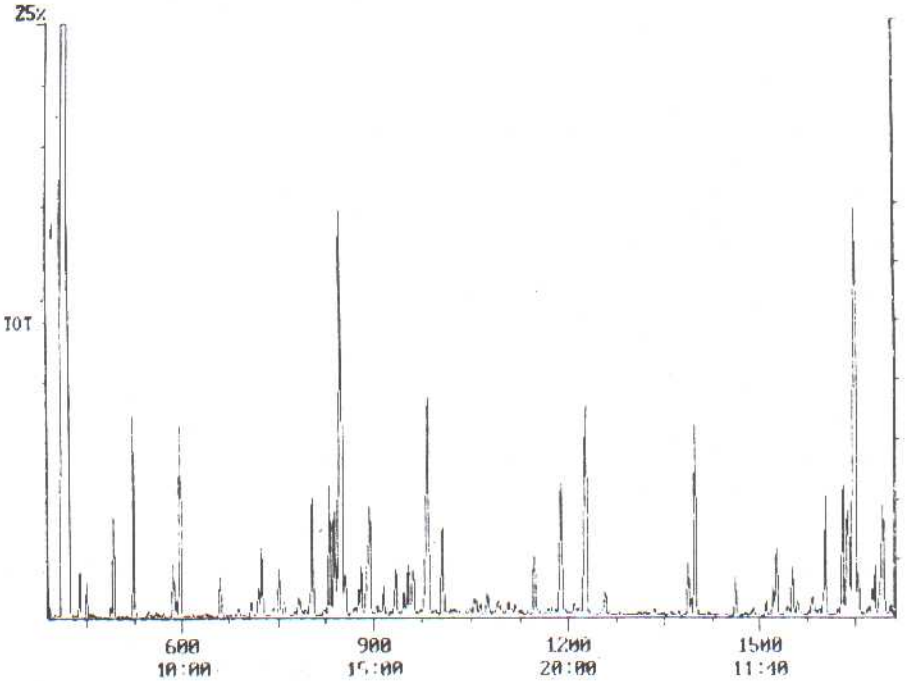
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٢	۹۳٥	۱۹/۸
۲	myrcene	۸:٤۳	۹۸٦	۱/٥
۳	limonene	9:57	۱۰۲٥	۲/٦
٤	linalool	۱۲:۳۱	۱۰۹۹	۲/۸
٥	α- campholenal	۱۳:۲۳	۱۱۲٥	۱/۲
٦	trans- pinocarveol	۱۳:٥۰	۱۱۳۹	۳/۷
۷	trans- verbenol	۱٤:۰٥	۱۱٤٤	۱٥/۷
۸	verbenone	۱٦:۲۰	۱۲۰۸	٥/۰
۹	trans- carveole	۱٦:٤٥	۱۲۱۹	۲/۹
۱۰	bornyl acetate	۱۹:۰۸	۱۲۸٥	۳/۳
۱۱	methyl- ether- carvacrol	۲۰:۲٥	۱۳٤٤	۱۱/۲
۱۲	hexyl hexanoate	۲۲:۳٦	۱۳۷۹	۳/۷
۱۳	β- caryophyllene	۲۳:٤۱	۱٤۱٤	٤/۲
۱٤	germacrene d	۲٥:٤۰	۱٤۷۸	۲/٦
۱٥	elemol	۲۷:٤٦	۱٥٥٥	۳/۲
۱٦	γ- elemene	۲۸:۰۱	۱٥٦٥	۱۲/۸



کروماتوگرام شماره ۱۰ مربوط به جدول شماره ۱۱ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۲- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های ماده (F) درختان ارس در فصل پاییز

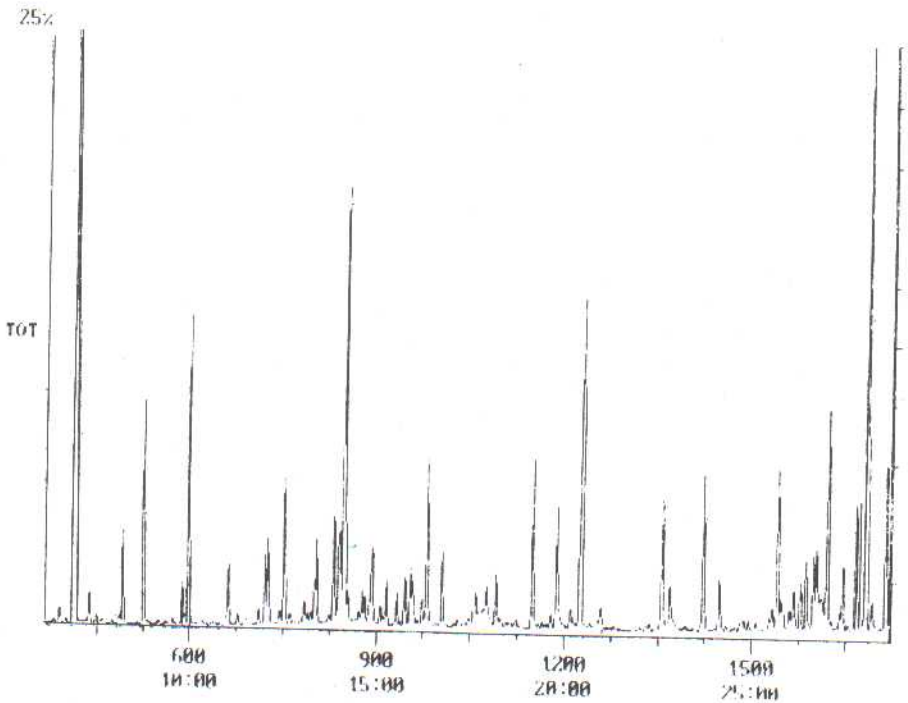
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	۷:۰۳	۹۳۵	٦۰/۷
۲	β- pinene	۸:۱۲	۹۷٤	۰/۹
۳	myrcene	۸:٤٤	۹۸٦	۱/۹
٤	limonene	۹:۵۹	۱۰۲۵	۲/۰
۵	α- campholenal	۱۳:۲٤	۱۱۲۵	۱/۵
٦	trans- pinocarveol	۱۳:۵۲	۱۱۳۹	۱/۷
۷	cis- verbenol	۱۳:۵۹	۱۱٤۰	۱/۷
۸	trans- verbenol	۱٤:۱۱	۱۱٤٤	۸/۰
۹	verbenone	۱٦:۲۵	۱۲۰۸	۳/۹
۱۰	trans- carveol	۱٦:٤۷	۱۲۱۹	۱/۱
۱۱	cumin alcohol	۱۹:۵۰	۱۳۰۳	۲/۰
۱۲	methyl- ether- carvacrol	۲۰:۲۹	۱۳٤٤	۳/۳
۱۳	β- caryophyllen	۲۳:٤۱	۱٤۱٤	۱/۵
۱٤	germacrene d	۲۵:٤۰	۱٤۷۸	۱/۳
۱۵	δ- cadinen	۲۷:۰۰	۱۵۲٦	۱/۲
۱٦	γ- elemene	۲۸:۰٤	۱۵٦۵	۵/۵



کروماتوگرام شماره ۱۱ مربوط به جدول شماره ۱۲ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۳- تجزیه اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و
تازه پایه‌های ماده (F) درختان ارس در فصل تابستان

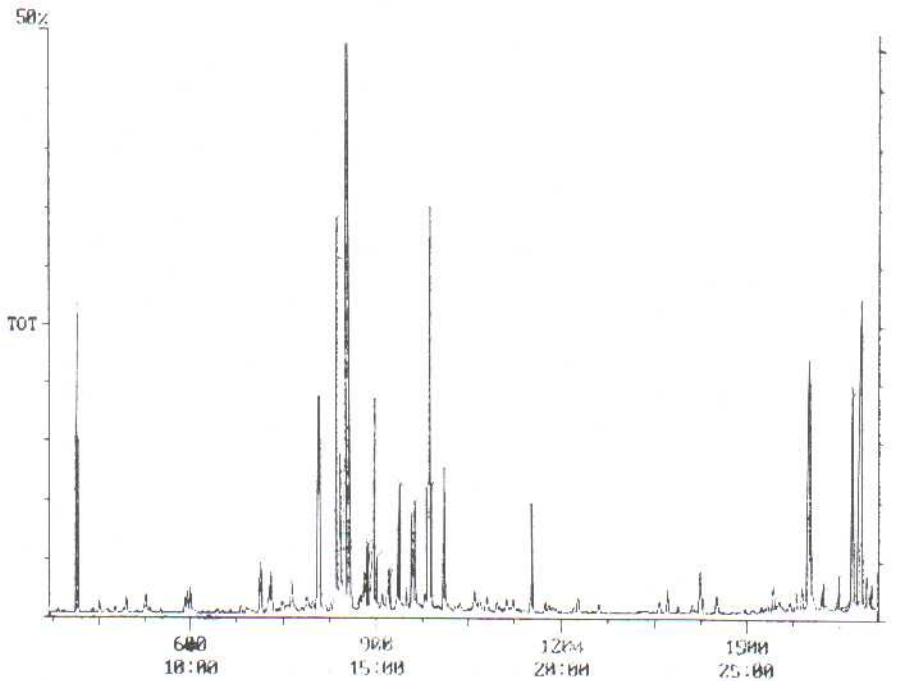
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٦	۹۳٥	٤٤/۰
۲	β- pineue	۸:۱۲	۹۷٤	۱/۱
۳	myrcene	۸:٤٤	۹۸٦	۲/۸
٤	limonene	۹:٥۹	۱۰۲٥	۳/۹
٥	linalool	۱۲:۳۲	۱۰۹۹	۲/۱
٦	trans- pinocarveol	۱۳:٥۱	۱۱۳۹	۰/٥
۷	trans- verbenol	۱٤:۰۸	۱۱٤٤	۲/۲
۸	verbenone	۱٦:۲۲	۱۲۰۸	۰/۹
۹	bornyl acetate	۱۹:۱۰	۱۲۸٥	۰/۹
۱۰	cumin alcohol	۱۹:٤۹	۱۳۰۳	٦
۱۱	methyl- ether- carvacrol	۲۰:۲۸	۱۳٤٤	۱/۷
۱۲	hexyl hexanoate	۲۲:۳٦	۱۳۷۹	۰/۷
۱۳	β- caryophyllen	۲۳:٤۲	۱٤۱٤	۰/۸
۱٤	germacrene d	۲٥:٤۱	۱٤۷۸	۰/۸
۱٥	δ- cadinene	۲۷:۰۱	۱٥۲٦	۱/۱
۱٦	elemol	۲۷:٤۷	۱٥٥٥	۰/٦
۱۷	γ- elemene	۲۸:۰٤	۱٥٦٥	۳/۰



کروماتوگرام شماره ۱۲ مربوط به جدول شماره ۱۳ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ١٤- تجزیه اسانس میوه (مخروط ماده) و
خشک پایه‌های ماده درختان ارس در فصل بهار

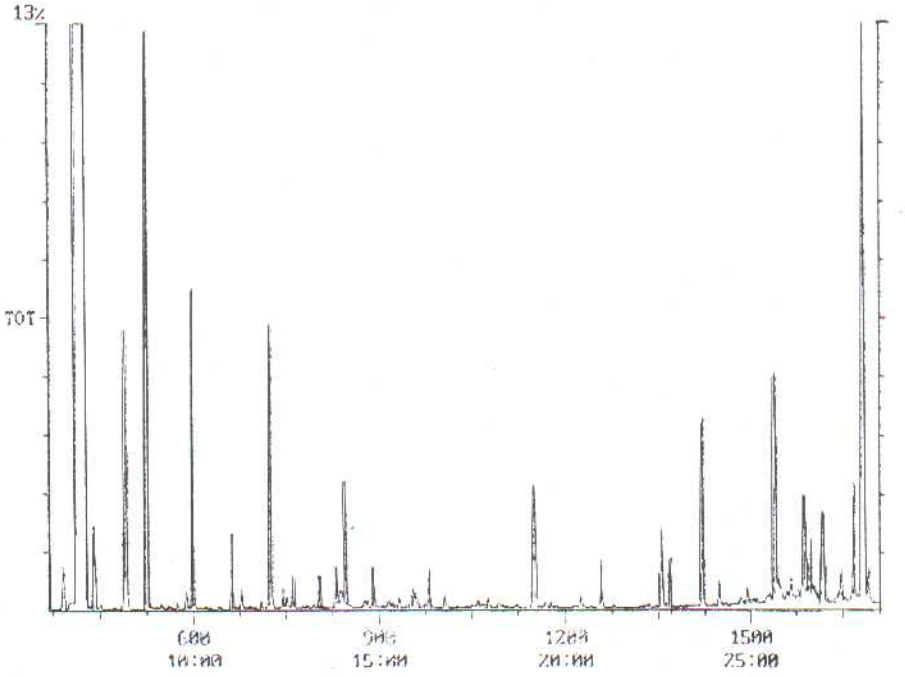
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	٦:٥٤	۹۳٥	٦/۲
۲	α- campholenal	۱۳:۲۷	۱۱۲٥	٥/۳
۳	trans- pinocarveol	۱۳:٥٥	۱۱۳۹	۱۰/۱
٤	cis- verbenol	۱٤:۰۱	۱۱٤۰	٥/٥
٥	trans- verbenol	۱٤:۱۱	۱۱٤٤	۲٤/۸
٦	pinocarveol	۱٤:٤٤	۱۱٦۳	۱/۲
۷	p- cymen- 8- ol	۱٥:۳٦	۱۱۸٥	٤/۲
۸	myrtenal	۱٥:٥۷	۱۱۹٦	۲/۳
۹	myrtenol	۱٦:۰۱	۱۱۹۸	۳/۰
۱۰	verbenone	۱٦:۲٥	۱۲۰۸	۹/۳
۱۱	trans- carveol	۱٦:٤۹	۱۲۱۹	۳/۳
۱۲	bornyl acetate	۱۹:۱۲	۱۲۸٥	۳/٤
۱۳	elemol	۲۷:٤۹	۱٥٥٥	٦/۳
۱٤	γ- elemene	۲۸:۰٥	۱٥٦٥	۸/۲



کروماتوگرام شماره ۱۳ مربوط به جدول شماره ۱۴ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۵- تجزیه اسانس میوه (مخروط ماده) و
خشک پایه‌های ماده (F) درختان ارس در فصل تابستان

شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α- pinene	۶:۵۶	۹۳۵	۶/۲
۲	camphene	۷:۲۱	۹۴۷	۰/۴
۳	sabinene	۸:۰۸	۰۷۰	۰/۵
۴	β- pinene	۸:۱۳	۹۷۴	۰/۶
۵	myrcene	۸:۴۷	۹۸۶	۳/۵
۶	limonene	۱۰:۰۰	۱۰۲۵	۱/۸
۷	γ- terpinene	۱۱:۰۳	۱۰۵۷	۰/۴
۸	terpinolene	۱۲:۰۷	۱۰۸۷	۱/۷
۹	cis- verbenol	۱۴:۰۶	۱۰۴۰	۰/۷
۱۰	bornyl acetate	۱۶:۰۹	۱۲۸۵	۰/۸
۱۱	hexyl hexanoate	۲۲:۳۶	۱۳۷۹	۰/۵
۱۲	β- caryophylllen	۲۳:۴۲	۱۴۱۴	۱/۳
۱۳	germacrene d	۲۵:۴۱	۱۴۷۸	۱/۵
۱۴	γ- cadinene	۲۶:۵۹	۱۵۲۶	۰/۸
۱۵	elemol	۲۷:۴۹	۱۵۵۵	۰/۹
۱۶	γ- elemene	۲۸:۰۷	۱۵۶۵	۱/۲

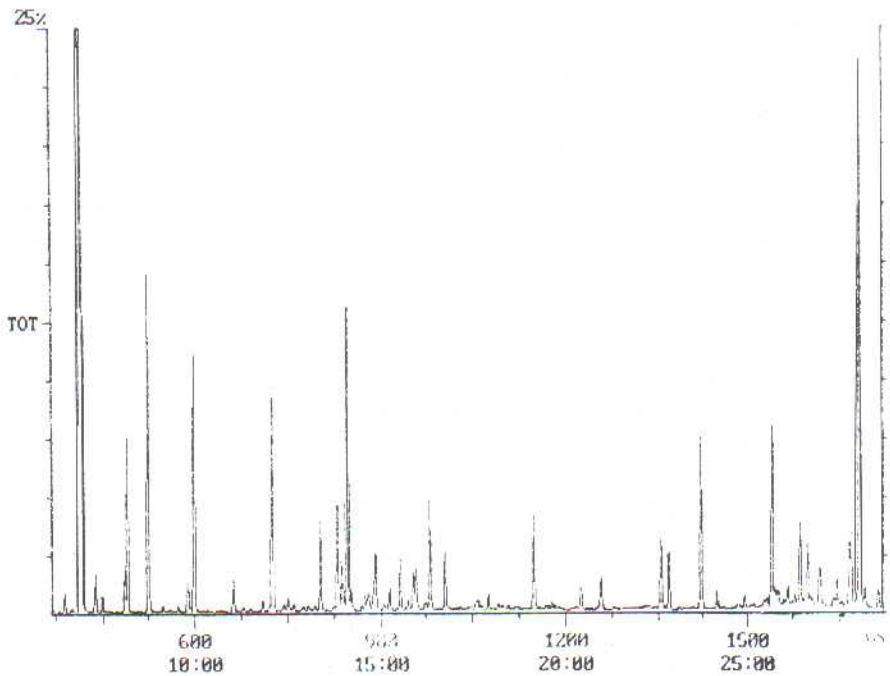


کروماتوگرام شماره ۱۴ مربوط به جدول شماره ۱۵ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ١٦- تجزیه اسانس میوه (مخروط ماده) و

خشک پایه‌های ماده (F) درختان ارس در فصل پاییز

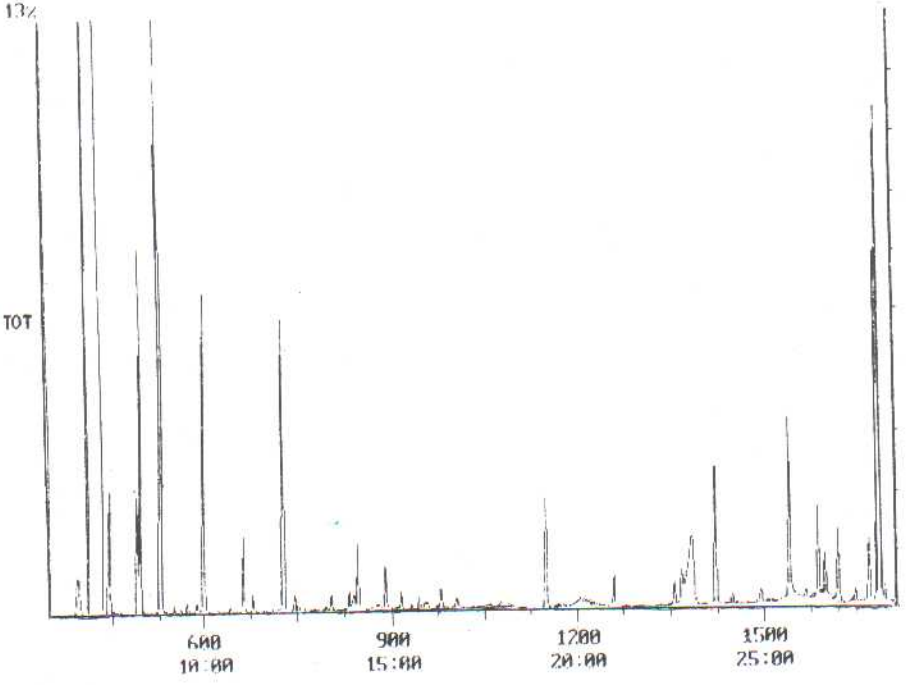
شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	شماره اسکن	درصد ترکیبها
١	α- pinene	٧:٠٠	٤١٢	٥٧/٤
٢	β- pinene	٨:١٢	٤٩٢	٢/٠
٣	myrcene	٨:٤٥	٥٢٥	٤/٠
٤	limonene	٩:٥٩	٥٩٩	٣/١
٥	terpinolene	١٢:٠٧	٧٢٧	٣/٠
٦	α- campholenal	١٣:٢٤	٨٠٤	١/٢
٧	trans- pinocarveol	١٣:٥١	٨٣١	١/٥
٨	trans- verbenol	١٤:٠٨	٨٤٨	٤/٦
٩	verbenone	١٦:٢٢	٩٨٢	١/٦
١٠	bornyl acetate	١٩:٠٩	١١٤٩	١/٤
١١	hexyl hexanoate	٢٢:٣٦	١٣٥٦	١/٠
١٢	β- caryophyllene	٢٣:٤٢	١٤٢٢	٢/٨
١٣	germacrene d	٢٥:٤١	١٥٤١	٢/٦
١٤	elemol	٢٧:٤٨	١٦٦٨	١/٢
١٥	γ- elemene	٢٨:٠٦	١٦٨٦	١١/٥



کروماتوگرام شماره ۱۵ مربوط به جدول شماره ۱۶ به وسیله دستگاه GC-MS

جدول شماره ۱۷- تجزیه اسانس میوه (مخروط ماده) و
تازه پایه‌های ماده درختان ارس در فصل تابستان

شماره ترکیب	نام ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	اندیس کواتس	درصد ترکیبها
۱	α– pinene	۷:۱۲	۹۳۵	۸۳/۷
۲	sabinene	۸:۱۰	۹۷۰	۰/٦
۳	β- pinene	۸:۱٦	۹۷٤	۰/۵
٤	myrcene	۸:٤۹	۹۸٦	۰/۹
۵	limonene	۱۰:۰۳	۱۰۲۵	۰/۵
٦	γ- terpinene	۱۲:۰۸	۱۰۵۷	۰/۱
۷	terpinolene	۱٤:۰٦	۱۰۸۷	۰/٤
۸	trans- verbenol	۱٤:۵۰	۱۱٤٤	۰/۱
۹	bornyl acetate	۲۳:٤۲	۱۲۸۵	۰/۲
۱۰	β- caryophyllen	۲۵:٤۲	۱٤۱٤	۰/۲
۱۱	germacrene d	۲٦:۲۷	۱٤۷۸	۰/۳
۱۲	δ- cadinene	۲۷:٤۹	۱۵۲٦	۰/۱
۱۳	elemol	۲۸:۰۷	۱۵۵۵	۰/۱
۱٤	γ- elenene	۲۸۲:۰۷	۱۵٦۵	۰/۷



کروماتوگرام شماره ۱۶ مربوط به جدول شماره ۱۷ به وسیله دستگاه GC-MS

تغییرات فصلی اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس ارس

در جداول شماره ۱۸ تا ۲۱ مقدار نسبی هر یک از اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس سرشاخه‌های سبز پایه‌های مختلف (F، FM و M) در فصول مختلف درج شده است. نتایج نشان می‌دهد که به استثنای چند ترکیب که عبارتند از trans- pinocarveol، trans- carveol و elamol، تفاوت مقدار نسبی سایر ترکیبها تشکیل‌دهندهٔ اسانس نمونه‌های سرشاخه‌های سبز پایه‌های مختلف، در فصل بهار و پاییز کمتر از فصل تابستان است. برای سهولت مقایسه، درصد نسبی برخی از ترکیبها، به‌صورت نمودارهای ستونی رسم شده است (شکل شماره ٤). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، α- pinene در اسانس سرشاخه‌های سبز پایه‌های نر، نرماده و ماده درختان ارس در فصل بهار و پاییز دارای تفاوت بسیار کمتری (تا ۰/۷) نسبت به فصل تابستان (تا ٤۰٪) است.

trans- verbenol از ترکیبهایی است که مقدار آن در فصل تابستان افزایش می‌یابد در حالی که میزان آن در پایه‌های نرماده و ماده به حدود ۱۵٪ بالغ می‌شود در پایه‌های نر در حد بسیار ناچیز قرار دارد.

از سوی دیگر مقایسه مقدار نسبی هر یک از اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس نمونه‌های خشک شده و تازه در فصل تابستان نشان داد که در اکثر موارد تفاوتهای میان پایه‌ای بسیار عمیق است. ولی در نهایت این افت و خیزها در اسانس نمونه‌های خشک کمتر از نمونه‌های تازه است، به عنوان مثال می‌توان از α- pinene و verbenone نام برد.

این نتایج نشان می‌دهند که فصل، حالت نمونه مورد بررسی (خشک یا تازه بودن) و نوع ترکیب مورد مطالعه از عواملی هستند که در هنگام تفکیکهای درون گونه‌ای و میان گونه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند و باید مورد مطالعه دقیق‌تری قرار بگیرند.

جدول شماره ۱۸- مقایسه درصد نسبی اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز)، خشک پایه‌های نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) درختان ارس در فصل بهار

نام ترکیب	M	FM	F
α- pinene	٦٧/٥	٧٢/٠	٦٢/٤
β- pinene	١/٢	١/١	١/٠
myrcene	٢/٩	٢/٤	٢/٤
limonene	١/٨	١/٢	٢/٣
γ- terpinene	t	٠/٦	t
terpinolene	٠/٨	٠/٨	٠/٨
α- campholenal	١/٢	٠/٩	١/٥
trans- pinocarveol	١/٣	١/٤	١/٦
trans- verbenol	٤/٧	٦	٧/٠
cis- verbenol	t	t	٢/٣
verbenone	٢/٥	٣/٤	٤/٩
bornyl- acetate	١/٣	t	t
cumin alcohol	t	t	١/٠
trans- carveol	٠/٧	٠/٨	١/٢
methyl ether carvacrol	t	١/٧	٢/٨
hesyl 2-methyl butyrate	٠/٨	t	t
β- caryophyllene	١/٥	١/٢	١/٦
germacrene d	١/٩	١/١	١/٣
γ- cadinene	١/٠	T	t
δ- cadinene	١/٩	T	t
γ- elemene	٥/١	٣/٣	٤/٧
elemol	٠/٦	t	١/٠

t: ناچیز

جدول شماره ۱۹- مقایسه درصد نسبی اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز)، خشک پایه‌های نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) درختان ارس در فصل تابستان

نام ترکیب	m	fm	f
α- pinene	۱۱/٦	۱۱/۲	۱۹/۸
myrcene	t	t	۱/۵
limonene	t	۱/۸	۲/٦
linalool	۱/٤	۱/۵	۲/۸
α- campholenal	۲/۱	t	۱/۲
trans- pinocarveol	۳/۳	۳/۱	۳/۷
trans- verbenol	t	۱۵/۹	۱۵/۷
cis- verbenol	۱۷/۳	۵/۲	t
verbenone	٦/۱	٦/۰	۵/۰
bornyl- acetate	۲/۲	۱/۹	۳/۳
hexyl hexanoate	t	t	۳/۷
cumin alcohol	t	۳/۵	t
trans- carveol	۲/۲	۲/۱	۲/۹
methyl ether carvacrol	t	۷/۸	۱۱/۲
β- caryophyllene	۱/۵	٤/۱	٤/۲
germacrene d	۲/۳	٤/۹	۲/٦
δ- cadinene	۳/۳	۳/۵	t
γ- elemene	۸/۸	۱۹/۸	۱۲/۸
elemol	۲/۹	۲/۵	۳/۱

t: ناچیز

جدول شماره ۲۰- مقایسه درصد نسبی اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز)، تازه پایه نر(M)، نرماده(FM) و ماده (F) درختان ارس در فصل تابستان

نام ترکیب	M	FM	F
α- pinene	٤/٨	٢٣/٠	٤٤/٠
β- pinene	t	t	١/١
myrcene	t	٢/٣	٢/٨
limonene	t	٤/١	٣/٩
γ- terpinene	٤/٠	t	t
linalool	t	١/٨	٢/١
α- campholenal	٠/٦	t	t
trans- pinocarveol	٣/٣	٢/٥	٠/٥
trans- verbenol	١٦/٤	١٣/٨	٢/٢
cis- verbenol	٤/٧	٥/٦	t
verbenone	٥/٦	٧/٤	٠/٨
bornyl- acetate	٥/٢	٣/٢	٠/٩
hexyl hexanoate	t	t	٠/٧
cumin alcohol	t	٢/٤	٠/٦
trans- carveol	٢/٠	١/٨	t
methyl ether carvacrol	t	٧/٦	١/٧
3- hexadecyne	٣/٩	t	t
β- caryophyllene	٢/٨	٣/٣	٠/٨
germacrene d	٤/٥	١/٩	٠/٨
γ- cadinene	٥/٥	t	t
δ- cadinene	٩/٢	٤/٩	١/١
γ- elemene	١٤/١	١١/٨	٣/١
elemol	٤٠/٠	٣/٢	٠/٦

t: ناچیز

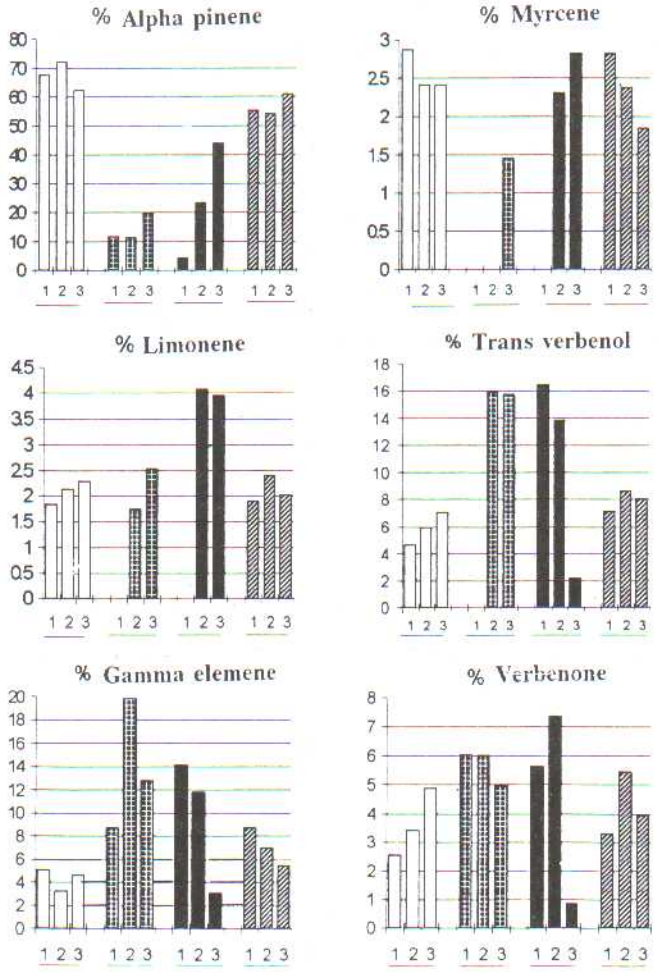
جدول شماره ۲۱- مقایسه درصد نسبی اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز)، مرطوب پایه‌های نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) درختان ارس در فصل پاییز

نام ترکیب	M	FM	F
α- pinene	۵۵/۱	۵٤/۱	٦۰/۷
β- pinene	۱/۰	۱/۰	۰/۹
myrcene	۲/۸	۲/٤	۱/۸
limonene	۱/۹	۲/٤	۲/۰
terpinolene	۱/۳	۰/۸	t
α- campholenal	۱/٦	۱/۳	۱/۵
trans- pinocarveol	۱/۵	۱/۸	۱/۷
trans- verbenol	۷/۱	۸/۷	۸/۰
cis- verbenol	t	۲/۷	۱/۸
verbenone	۳/۳	۵/٤	۳/۹
bornyl- acetate	۱/٤	t	t
cumin alcohol	t	t	۲/۰
trans- carveol	۱/۰	۱/۱	۱/۱
methyl ether carvacrol	t	۲/٦	۳/۳
hexyl 2- methyl butyrate	۱/۲	t	t
3- hexadecyne	۲/۲	۱/۲	۱/۵
germacrene d	۲/٦	۲/٤	۱/۳
γ- cadinene	۱/۹	۰/۷	t
δ- cadinene	۲/٦	۲/۰	۱/۲
γ- elemene	۸/۷	٦/۹	۵/۵
elemol	۱/۰	t	t

t: ناچیز

شکل شماره ٤- درصد نسبی برخی از ترکیبهای اسانس سرشاخه‌های سیز پایه‌های مختلف درخت ارس در فصول مختلف، مقدار ترکیب مورد نظر در پایه‌های نر (۱)، نرماده (۲) و ماده (۳).

مقدار ترکیبهای ترپنوییدی نمونه‌های خشک در بهار (α) تابستان (α) و پاییز (α) و مقدار ترکیبهای ترپنوییدی نمونه‌های مرطوب در تابستان (α).



مقادیر نسبی اجزای اسانس در سرشاخه‌های سبز و مخروط ماده پایه‌های مختلف (F، FM و M) در سه فصل بهار، تابستان و پاییز در جداول ۲۲ تا ۲۵ مقایسه شدند. نمودارهای ستونی تغییرات فصلی درصد نسبی برخی از ترکیبهای اسانس در نمونه‌های مذکور در شکل ۵ ترسیم شد. نتایج نشان می‌دهد که α-pinene و myrcene سرشاخه‌های سبز کلیه پایه‌ها در تابستان به‌طور قابل مقایسه‌ای کاهش می‌یابند، در حالی که در مخروط به‌صورت متفاوتی ظاهر می‌شوند یعنی مقدار α- pinene مخروط ماده در تابستان به شدت افزایش می‌یابد و از ٦/۲٪ به ۷۵/۸٪ افزایش یافته و دوباره در پاییز کم می‌شود، ولی مقدار کاهش بسیار چشمگیر نیست (۵۷/٤٪). ولی myrcene در طی رشد و نمو سالیانه یعنی بهار ← تابستان ← پاییز افزایش می‌یابد، میزان افزایش در طی رشد رویشی سریع مخروط ماده یعنی در فاصله بهار تا تابستان بسیار بیشتر است. trans- carveol، trans pinocarveol، elemol و γ- elemene از ترکیبهایی هستند که مقادیر آنها در سرشاخه‌های سبز کلیه پایه‌ها در تابستان به‌طور منظم افزایش می‌یابد. در حالی که مقادیر trans verbenol سرشاخه‌های سبز پایه‌های نرماده و ماده در فصل تابستان افزایش و در پایه‌های نر کاهش می‌یابد.

به هر حال دامنه تغییرات فصلی ترکیبهای مختلف اسانس درختان ارس چه در سرشاخه‌های سبز و چه در مخروطه‌های ماده پایه های مختلف ارس بسیار گسترده می‌باشد.

جدول شماره ۲۲- مقایسه فصلی درصد نسبی ترکیبهای اسانس برگ (سرشاخه‌های سبز) و خشک پایه‌های نرماده (FM) درختان ارس

نام ترکیب	بهار	تابستان	پاییز
α- pinene	۷۲/۰	۱۱/۲	٥٤/۱
β- pinene	۱/۱	t	۱/۰
myrcene	۲/٤	t	۲/٤
limonene	۲/۱	۱/۸	۲/٤
γ- terpinene	۰/٦	t	t
terpinolene	۰/۸	t	۰/۸
linalool	t	۱/٥	t
α- campholenal	۰/۹	t	۱/۳
trans- pinocarveol	۱/٤	۳/۱	۱/۸
trans- verbenol	٦/۰	۱٥/۹	۸/۷
cis- verbenol	t	٥/۲	۲/۷
verbenone	۳/٤	٦/۰	٥/٤
bornyl- acetate	t	۱/۹	t
cumin alcohol	t	۳/٥	t
trans- carveol	۰/۸	۲/۱	۱/۲
methyl ether carvacrol	۱/۷	۷/۸	۲/٦
β- caryophyllene	۱/۲	٤/۱	۱/۲
germacrene d	۱/۱	٤/۹	۲/٤
δ- cadinene	t	۳/٥	۱/۹
γ- elemene	۳/۳	۱۹/۹	۷/۰
elemol	t	۲/٥	t

t: ناچیز

جدول شماره ۲۳- مقایسه فصلی درصد نسبی اسانس سرشاخه‌های سبز و خشک پایه‌های نر (M) درختان ارس

نام ترکیب	بهار	تابستان	پاییز
α- pinene	٦٧/٥	١١/٦	٥٥/١
β- pinene	١/٢٤	t	١/٠
myrcene	٢/٩	t	٢/٨
limonene	١/٨	t	١/٩
terpinolene	٠/٨	t	١/٣
linalool	t	١/٤	t
α- campholenal	١/٢	١/٢	١/٧
trans- pinocarveol	١/٣	٣/٣	١/٥
trans- verbenol	٤/٧	t	٧/١
cis- verbenol	t	١٧/٣	t
verbenone	٢/٥	٦/١	٣/٣
bornyl- acetate	١/٣	١/٩	t
hexyl hexanoate	t	t	١/٤
trans- carveol	٠/٧	٢/٢	٠/١
hexyl 2- methyl butyrate	٠/٨	t	١/٢
β- caryophyllene	١/٥	١/٥	٢/٢
germacrene d	١/٩	٢/٣	٢/٦
γ- cadinene	١/٠	t	١/٩
δ- cadinene	١/٩	٣/٣	٢/٦
γ- elemene	٥/١	٨/٨	٨/٨
elemol	٠/٦	٢/٩	١/٠

t: ناچیز

جدول شماره ۲٤- مقایسه فصلی درصد نسبی ترکیبهای اسانس سرشاخه‌های خشک پایه‌های ماده (F) درختان ارس

نام ترکیب	بهار	تابستان	پاییز
α- pinene	٦۲/٤	۱۹/۸	٦۰/۷
β- pinene	۱/۰	t	۰/۹
myrcene	۲/٤	۱/٥	۱/۸
limonene	۲/۳	۲/٦	۲/۰
terpinolene	۰/۸	t	t
linalool	t	۲/۸	t
α- campholenal	۱/٥	۱/۲	۱/٥
trans- pinocarveol	۱/٦	۳/۷	۱/۷
trans- verbenol	۷/۰	۱٥/۷	۸/۰
cis- verbenol	۲/۳	t	۱/۷
verbenone	٤/۹	٥	٤
bornyl- acetate	t	۳/۳	t
hexyl hexanoate	t	۳/۷	t
cumin alcohol	۱/۰	t	۲/۰
trans- carveol	۱/۲	۲/۹	۱/۱
methyl ether carvacrol	۲/۸	۱۱/۲	۳/۳
β- caryophyllene	۱/٦	٤/۲	۱/٥
germacrene d	۱/۳	۲/٦	۱/۳
δ- cadinene	t	t	۱/۲
γ- elemene	٤/٦	۱۲/۸	٥/٥
elemol	۱/۰	۳/۱	t

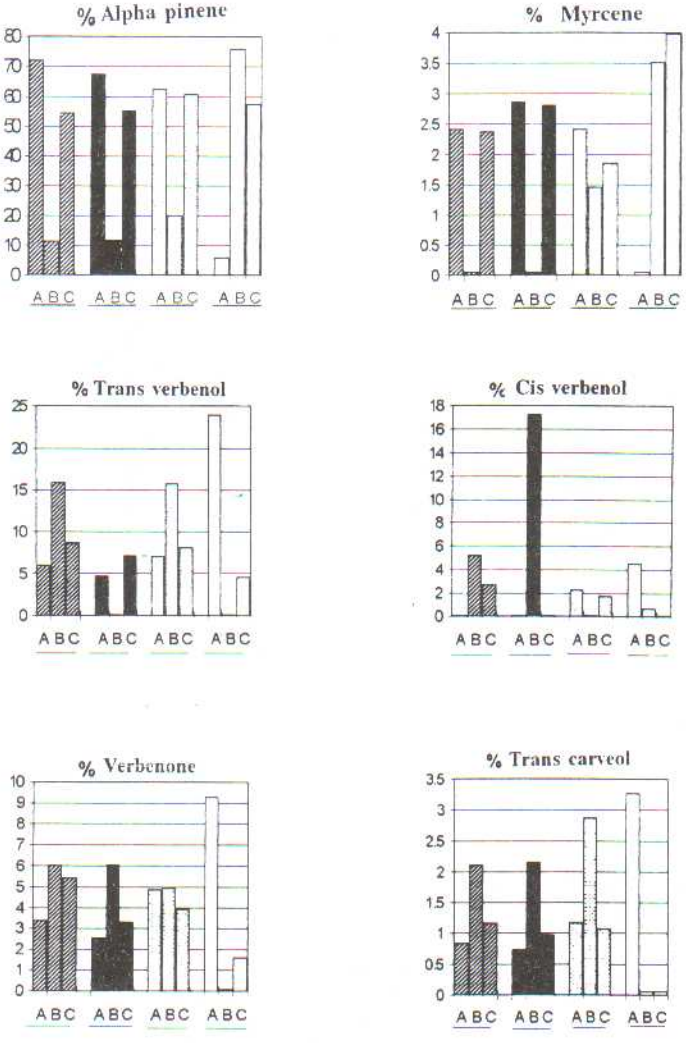
t: ناچیز

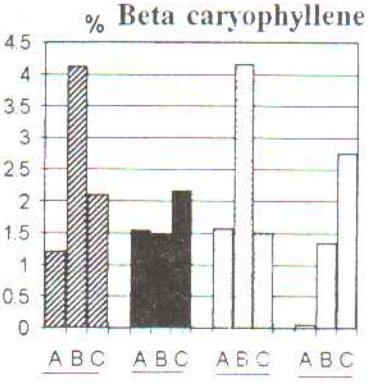
جدول شماره ۲۵- مقایسه فصلی درصد نسبی ترکیبهای اسانس مخروط ماده خشک پایه‌های ماده (F) درختان ارس

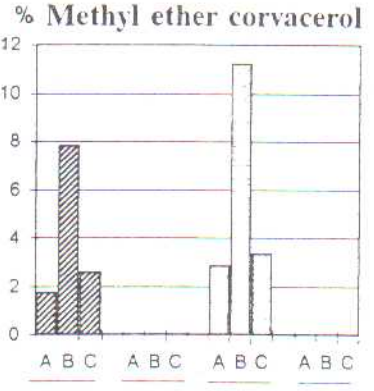
نام ترکیب	بهار	تابستان	پاییز
α- pinene	٦/٢	٧٥/٨	٥٧/٤
sabinene	t	٠/٥	t
β- pinene	t	١/٦	٢/٠
myrcene	t	٣/٥	٤/٠
limonene	t	١/٨	٣/١
γ- terpinene	t	٠/٤	٣/١
terpinolene	t	١/٦	t
α- campholenal	٥/٣	t	١/٢
trans- pinocarveol	١٠/١	t	١/٥
trans- verbenol	٢٤/٨	t	٤/٦
cis- verbenol	٥/٥	٠/٧	t
pinocarveol	١/٢	t	t
cymen- 8- ol (p-)	٤/٢	t	t
myrtenal	٢/٣	t	t
verbenone	٩/٣	t	١/٦
bornyl- acetate	٣/٤	٠/٨	١/٤
hexyl hexanoate	t	٠/٥	١/٠
cumin alcohol	t	t	t
trans- carveol	٣/٣	t	t
β- caryophyllene	t	١/٣	٢/٨
germacrene d	t	١/٥	٢/٦
δ- cadinene	t	٠/٨	t
Γ- elemene	٨/٢	٧/١	١١/٥
elemol	٦/٣	٠/٩	١/٢
camphene	t	٠/٤	t
myrtenole	٠/٣	t	t

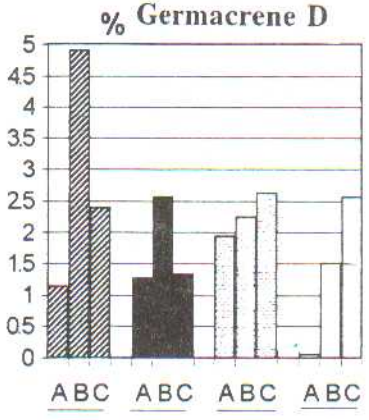
t: ناچیز

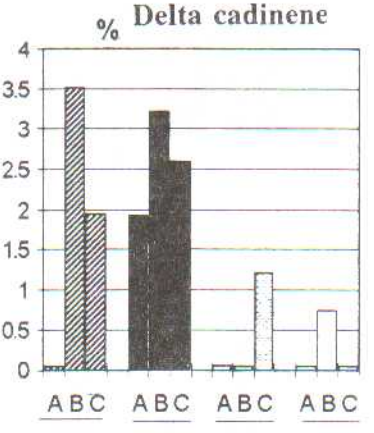
شکل شماره ۵- مقایسه تغییرات فصلی درصد نسبی برخی از ترکیبهای اسانس سرشاخه‌های سبز و مخروط ماده پایه‌های مختلف درختان ارس، (α) سرشاخه‌های سبز پایه‌های نر ماده، (α) سرشاخه‌های سبز پایه‌های نر، (α) سرشاخه‌های سبز پایه‌های ماده و (α) مخروط ماده پایه‌های ماده، بهار (A)، تابستان (B) و پاییز (C).

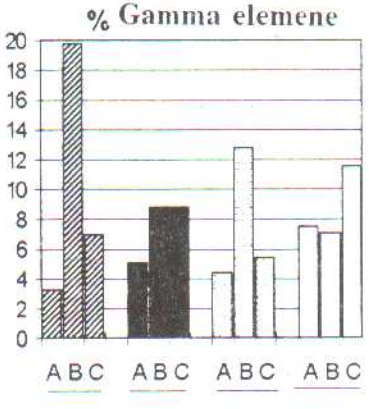


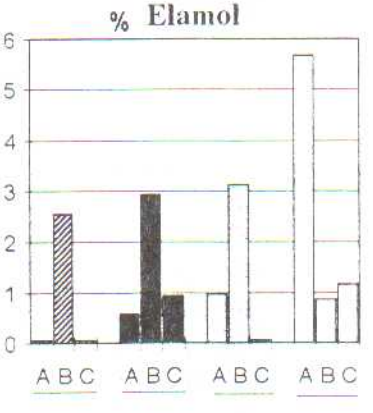

% Beta caryophyllene
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
A B C A B C A B C A B C

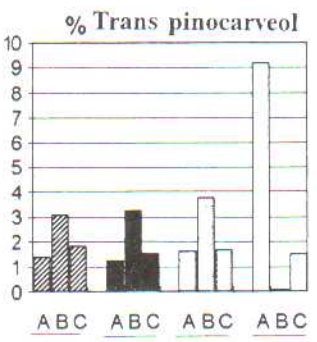

% Methyl ether corvacerol
12
10
8
6
4
2
0
A B C A B C A B C A B C

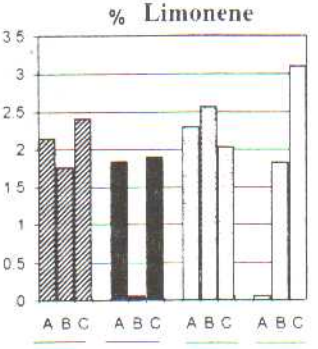

% Germacrene D
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
ABC ABC ABC ABC


% Delta cadinene
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
ABC ABC ABC ABC


% Gamma elemene
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
ABC ABC ABC ABC


% Elamol
6
5
4
3
2
1
0
ABC ABC ABC ABC





اثر خشکاندن بر روی اجزاء تشکیل دهنده اسانس

درصد نسبی اجزای اسانس سرشاخه‌های سبز پایه‌های مختلف نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) و مخروط ماده (F) به صورت خشک شده و تازه در فصل تابستان مطالعه و در جدول ۲٦ مقایسه شدند. برای سهولت مقایسه نمودارهای ستونی برخی از ترکیبها در شکل ٦ رسم گردید.

نتایج حاصل بسیار جالب بوده و نشان دهندهٔ تأثیرات مثبت و منفی خشکانیدن، روی ترکیبهای اسانسی مختلف است. α- pinene، myrcene و limonene از جمله ترکیبهایی هستند که خشکانیدن اثر منفی روی آنها گذاشته و مقدار آنها به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد، در نتیجه درصد بسیاری از ترکیبهای دیگر مثل γ- elemene، β- caryophyllene، verbenone در اسانس بالا می‌رود.

اثر خشکانیدن نمونه‌ها (سرشاخه‌های سبز) روی ترکیبهای اسانسی پایه‌های مختلف دربرخی موارد متفاوت از هم می‌باشد. چنانچه مقدار trans- verbenol در سرشاخه‌های خشک شده درختان نرماده و ماده افزایش و در درختان نر تا حد صفر پایین می‌آید.

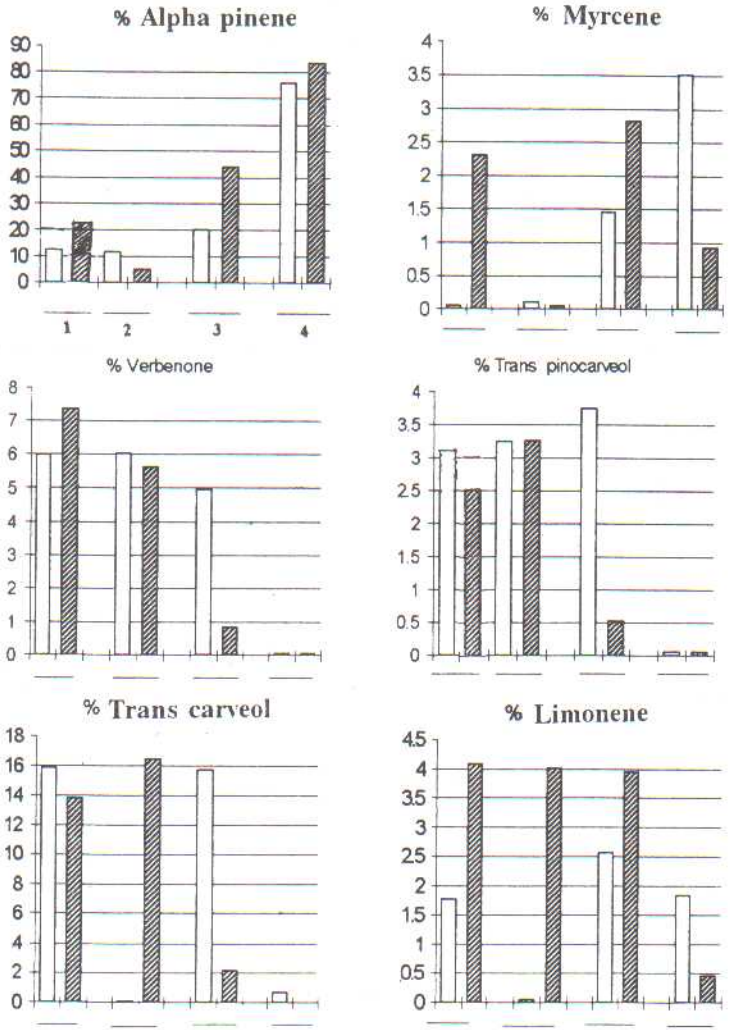
به‌علاوه خشکانیدن اثر متفاوتی روی ترکیبهای اسانسی سرشاخه‌های سبز و مخروط‌های ماده یک نوع پایه می‌گذارد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود. مقدار myrcene در سرشاخه‌های سبز پایه ماده خشک شده کاهش، ولی در مخروط‌های ماده خشک شده افزایش می‌یابد.

جدول شماره ۲۶- مقایسه درصد نسبی اسانس سرشاخه‌های سبز خشک و مرطوب پایه‌های نرماده (FM) ماده (F) و نر (M) و نیز مخروط ماده درختان ماده ارس در فصل تابستان

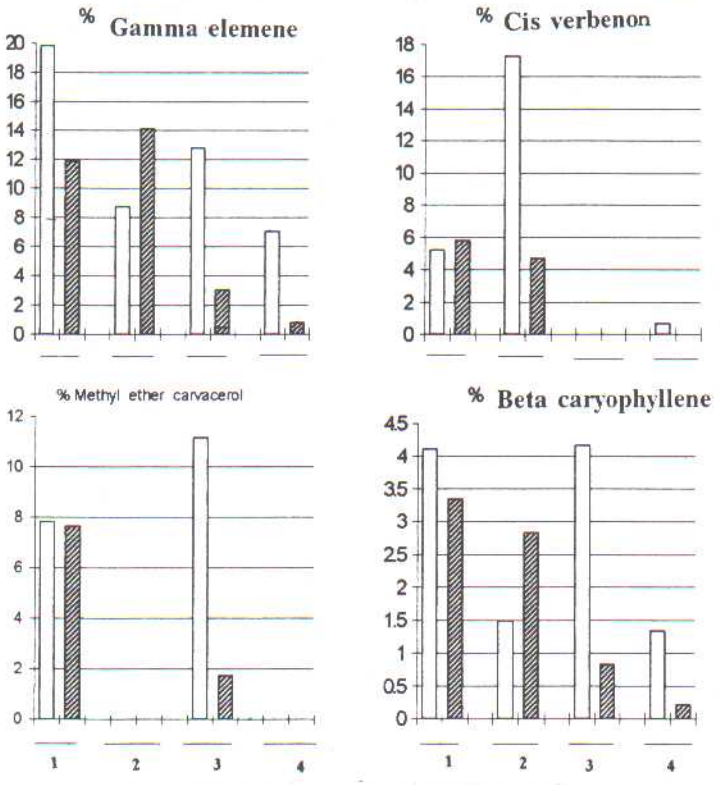
نام ترکیب	سرشاخه M		سرشاخه FM		سرشاخه F		مخلوط ماده F	
	خشک	مرطوب	خشک	مرطوب	خشک	مرطوب	خشک	مرطوب
α- pinene	۱۱/۶	٤/۸	۱۱/۲	۳۳/۰	۱۹/۸	٤٤/۰	۷۵/۸	۸۳/۷
sabinene	–	–	–	–	–	–	۰/۵	۰/۶
β- pinene	–	–	–	–	t	۱/۱	۱/۶	۰/۵
myrcene	t	t	۰/۱	۲/۳	۱/۵	۲/۸	۳/۵	۰/۹
limonene	t	٤/۰	۱/۸	۱/٤	۲/۶	۳/۹	۱/۸	۰/۵
γ- terpinene	–	–	–	–	–	–	۰/٤	۰/۱
terpinolene	–	–	–	–	–	–	۱/۶	۰/٤
linalool	۱/٤	t	۱/۵	۱/۸	۲/۸	۲/۱	–	–
α- campholenal	۱/۲	۰/۶	–	–	۱/۲	t	–	–
trans- pinocarveol	۳/۳	۳/۳	۳/۱	۲/۵	۳/۷	۰/۵	t	t
trans- verbenol	t	۱۶/٤	۱۵/۹	۱۳/۹	۱۵/۷	۲/۲	۰/۱	–
cis- verbenol	۱۷/۳	٤/۷	۵/۲	۵/۶	–	–	۰/۷	t
verbenone	۶/۱	۵/۶	۶/۰	۷/٤	۵/۰	۰/۸	t	t
bornyl- acetate	۱/۹	۵/۲	۱/۹	۳/۲	۳/۳	۰/۹	۰/۸	۰/۲
hexyl hexanoate	–	–	–	–	۳/۷	۰/۷	۰/۵	t
cumin alcohol	۲/۲	۲/۰	۱/۲	۱/۸	۲/۹	t	–	–
trans-vareole	۲/۲	۲/۰	۱/۲	۱/۸	۲/۹	t	–	–
methyl ether carvacrol	–	–	۷/۸	۷/۶	۱۱/۲	۱/۷	–	–
3- hexadecyne	t	۳/۹	–	–	–	–	–	–
β- caryophyllene	۱/۵	۲/۸	۱/٤	۳/۳	٤/۲	۰/۸	۱/۳	۰/۲
germacrene d	۲/۳	٤/۵	٤/۹	۱/۹	۲/۶	۰/۸	۱/۵	۰/۳
γ- cadinene	t	۵/۵	t	–	–	–	–	–
δ- cadinene	۳/۳	۹/۲	۳/۵	٤/۹	t	۱/۱	۰/۸	۰/۱
γ- elemene	۸/۸	۱٤/۱	۱۹/۸	۱۱/۸	۱۲/۸	۳/۱	۷/۱	۰/۷
elemol	۲/۹	٤/۰	۲/۵	۳/۲	۳/۱	۰/۶	۰/۹	۰/۱
camphene	–	–	–	–	–	–	۰/٤	t

t: ناچیز، –: فاقد

شکل شماره ٦- مقایسه درصد نسبی برخی ترکیبهای اسانسی در نمونه‌های تازه و خشکانیده در فصل تابستان. ستونهای سفید مقدار اسانس نمونه‌های خشکانیده و ستونهای هاشوردار مقدار اسانس در نمونه‌های تازه است. سرشاخه‌های سبز درختان نر ماده (۱)، نر(۲)، ماده (۳) و مخرط ماده درختان ماده (٤)

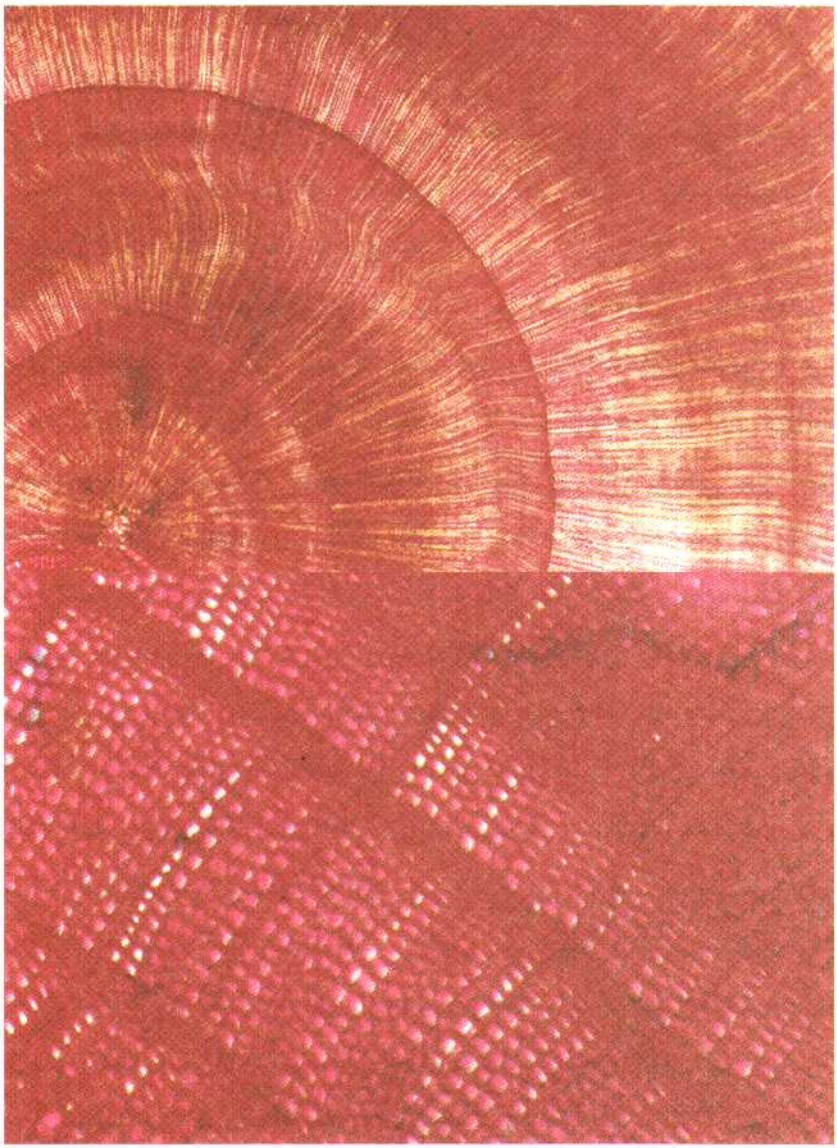


ادامه شکل



بررسی رزین ارس

عدم شارش رزین از درختان ارس انگیزه مطالعه مقطع عرضی چوب درختان ارس شد. مطالعات روی مقطع عرضی شاخه ارس شکل شماره (۷) نشان می‌دهد که چوب ارس فاقد کانالهای رزینی گزیلمی می‌باشد.



تصویر شماره ۷- مقطع عرضی چوب ارس با بزرگنمایی کم (تصویر بالا) و زیاد (تصویر پایین)

بحث

تولید اسانس

ترکیب فرآورده‌های ثانوی فرآیند فعالی است که میزان آن وابسته به تفاوت رشد و نمو گیاه و شدت و زمان تحریکات محیطی دارد و حتی ظرفیت ترکیب آن در شرایط فوق احتمالاً تحت کنترل ژنتیکی نیز می‌باشد.

علاوه بر عدم تفاوت چشمگیر میزان کمی اسانس بدست آمده از سرشاخه‌هایی سبز پایه‌های مختلف درختان ارس، تغییرات فصلی اسانس سرشاخه‌ها نیز کم بود و از ۳۰٪ فراتر نرفت. کاهش مقدار اسانس در فاصله بهار تا تابستان احتمالاً به دلیل فعال بودن فرآیندهای رشد و نمو گیاه است، باتوجه به اینکه در سال رویشی مورد بررسی (۷۵/۱/۳۰) هنوز در منطقه مورد مطالعه، Cm ۱۰۰ برف وجود داشت (رویش محسوس بهاری از نیمه اول اردیبهشت ماه آغاز شد) و در واقع بهار رویشی منطقه شامل سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر بود. در این دوره فعالیت متابولیسمی گیاه در اوج خود بوده فتوسنتز در حد بیشینه است و تشکیل متابولیتهای اولیه (مثل متابولیتهای فتوسنتزی) بسیار بیشتر از سایر فرآورده‌ها نظیر فرآورده‌های ثانوی است. ولی بر عکس با شروع تابستان رویشی زمانی که رشد کاهش می‌یابد، تشکیل متابولیتهای فتوسنتزی با سایر فرایندها، نظیر تولید ترپنوییدها معاوضه می‌شود. به این ترتیب متوجه می‌شویم که منحنی تولید اسانسها کاملاً عکس منحنی رشد و نمو است. با توجه به اینکه رشد و نمو کاملاً متأثر از شرایط آب و هوایی است چنانچه شرایط محیط اقتضا نماید منحنی فرآیندهای رشدی و تولید اسانس تغییر خواهد کرد (شکل شماره ٤).

میزان اسانس در مخروط‌های ماده قابل توجه می‌باشد و حدود ۲۵۰٪ بیشتر از میزان اسانس در سرشاخه‌های سبز است. احتمالاً دلیل چنین تفاوتی به‌علت خروج رزین تولیدی در سرشاخه‌های سبز از منفذ موجود در قاعده هر برگینه و تجمع رزین در

کپسولهای رزین میوه‌های ارس (مخروط ماده) می‌باشد. در فصل زمستان بر روی سرشاخه‌های سبز درختان ارس ذرات سفیدی مشاهده می‌شود که ناشی از خروج رزین از قاعده هر برگینه و تأثیر سرما بر حالت فیزیکی رزین و از بین رفتن حالت سیال بودن آن است.

تاکنون پژوهشی در مورد تغییرات کمی فصلی اسانس گزارش نشده است. تغییرات فصلی اسانس حاصل از میوه (مخروط ماده) با فرآیندهای رشد، کاهش تولید رزین را در پی دارد. طرح افزایش تولید رزین از اردیبهشت تا مرداد با فرضیه رشد و تمایز[1] Lorio هماهنگی دارد. در تابستان زمانی‌که رشد کاهش می‌یابد، تشکیل متابولیتهای فتوسنتزی با سایر فرآیندها نظیر تولید فرآورده‌های ثانوی (اسانس و رزین) معاوضه می‌شود. به‌علاوه Lorio و Sommers (۱۹۸٦) معتقدند که تولید فرآورده‌های ثانوی ارتباط تنگاتنگی با تناوب کاهش آب خاک و رشد دارد و فرآیندهای رشدی نیز متأثر از شرایط آب و هوایی هر منطقه است (صادقی، ۱۳۷٤). Kozhevnikova (۱۹۸٦) وجود تغییرات فصلی کپسولهای رزینی در میوه‌های ارس را گزارش کرد، ولی در مورد میزان رزین حاصل گزارشی مشاهده نشد.

به‌دلیل صعب‌العبور بودن منطقه، دستیابی به نمونه‌های گیاهی در زمستان مقدور نشد ولی احتمالاً تغییرات محسوسی نیز در مقدار رزین روی نخواهد داد زیرا مطالعات درباره کاج نشان می‌دهد که تأثیر سرما بر متابولیسم گیاه باعث شروع نوعی خواب در گیاه و در نتیجه کند شدن یا توقف متابولیسم کلی گیاه و سنتز متابولیتهای ثانوی می‌شود (صادقی، ۱۳۷٤).

این نتایج نشان می‌دهند که بهترین فصل برداشت نمونه از درختان فصل پاییز است، زیرا همچنان‌که مشاهده می‌شود مقدار اسانس میوه‌ها در فصل پاییز بیش از دو برابر

1 Lorio's Growth- Differentiation Hypothesis (1986)

بهار است. اگر چه میزان اسانس سرشاخه‌های سبز در بهار و پاییز یکسان است، ولی برداشت سرشاخه‌های سبز در فصل بهار باعث اختلال در متابولیسم کل گیاه و تأثیر منفی روی باروری و تمایز میوه‌ها می‌شود.

مقایسه اجزای تشکیل دهنده اسانس در پایه‌های مختلف

مقادیر نسبی هر یک از اجزای اسانس در سرشاخه‌های سبز و مخروط‌های ماده پایه‌های نر (M)، نرماده (FM) و ماده (F) درجدولهای شماره ۲ تا ۱۷ ارائه شده است.

نگاهی اجمالی به داده‌ها، نشان می‌دهد که اسانس نمونه‌های مختلف ارس مخلوطی از ترپنها است که در آن آلفا- پینن جزء غالب می‌باشد.

مقایسه اجزای تشکیل دهندهٔ اسانس در پایه‌های مختلف و فصول نشان می‌دهد که تولید و سنتز اسانس در پایه‌های مختلف و فصول مختلف بسیار پیچیده است. آلفا - پینن که با مقدار ٦٠-٧٠٪ ترکیب غالب و جزء منحصر به فرد اسانس سرشاخه‌های سبز در فصل بهار و پاییز است در تابستان در حدود بیش از ۷۵٪ کاهش می‌یابد. آلفا- پینن یکی از ترکیبهایی است که در بسیاری از گونه‌ها به عنوان نشان ویژه گونه مطرح می‌باشد. به‌طوری‌که صادقی (١٣٧٤) نشان داد که مقادیر نسبی آلفا- پینن در جمعیتهای مختلف کاج تهران بین ۵۰ تا ٦٠ درصد است، درحالی‌که در کاج سیاه بین ۸۰ تا ۹۰ درصد است. به‌علاوه وی مشاهده نمودکه آلفا- پینن آن در جمعیتهای مختلف کاج تهران ٢٦/٥٪ و در کاج سیاه ۱۹٪ است. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیز نشان داد که مقدار نسبی آلفا- پینن سرشاخه‌های سبز کلیه پایه‌های نر، نرماده و ماده تفاوت چندانی ندارد. Adams و همکاران (a١٩٩٤) نشان دادند که مقدار آلفا- پینن در ارس *Jumiperus Przewalskii* حدود ۹٪ و در زیرگونه *J. Przewalskii* forma pendula ٢٨/٦٪ است.

بررسی سایر ترکیبهای اسانس سرشاخه‌های سبز (نمونه‌های خشکانیده) در فصل بهار تابستان و پاییز نشان داد که تغییرات میان پایه‌ای اغلب ترکیبها در فصل بهار و پاییز بسیار محدودتر از تابستان است و در واقع گستره تغییرات از نوسان کمتری برخوردار می‌باشد.

گستره مقدار سیس- وربنون در تابستان از مقادیر ناچیز (t) تا ۱۷/۳٪ تغییر می‌کند، در حالی که در پاییز از t تا ۲/۷٪ بوده و در بهار از t تا ۲/۳ است و یا مقدار ترانس- وربنول در تابستان بین t و ۱۵/۹٪ بوده، ولی در پاییز بین ۷/۱ تا ۸٪ و در بهار بین ٤/۷ تا ۷٪ تغییر می‌کند. پس با توجه به تغییرات گسترده ترکیبهای اسانس ارس در فصول مختلف، توجه به فصل برداشت جهت مطالعات درون جمعیتی، برون جمعیتی و میان گونه‌ای ضروری است، زیرا عدم توجه به این مسأله ممکن است باعث بروز خطا در رده‌بندی شود. برای مثال پایه‌های نر ارس با میزان ناچیز سیس- وربنول به‌صورت جداگانه‌ای از پایه‌های نر ماده ارس با مقدار ۱۵/۹٪ سیس- ورنبول رده‌بندی شوند. این مسأله نشان می‌دهد که برای مطالعه، خصوصیات فردی و بین جمعیتی و میان گونه‌ای، آزمون فرآورده‌های ثانوی باید در فصل بهار یا پاییز صورت بگیرد.

از سوی دیگر مقایسه درصد نسبی اجزای اسانس سرشاخه‌های سبز تازه (جدول شماره ۲۰) و خشکانیده (جدول شماره ۱۹) پایه‌های مختلف نر، نرماده و ماده ارس نشان می‌دهد که گسترده ترکیبها در نمونه‌های تازه بسیار متغیرتر از نمونه‌های خشک است. مقدار آلفا- پینن نمونه‌های خشک پایه‌های مختلف بین ۱۱/۲ تا ۱۹/۸٪ تغییر می‌کند، درحالی‌که در نمونه‌های تازه بین ٤/۸ تا ٤٤٪ متغیر است. البته پژوهشهایی در مورد میزان ترکیبهای مختلف اسانس ارس در ایران به‌وسیله صدری (۱۹۹٤) و در یونان به‌وسیله Adams (۱۹۹۲) انجام شده است، ولی تاکنون مطالعاتی در مورد اثر خشکانیدن و فصل بر روی اجزای اسانس صورت نگرفته است.

همانند مطالعات صدری و اسدی (۱۹۹٤) این پژوهش نیز نشان داد که آلفا- پینن از اجزای اصلی ترکیبهای اسانس ارس است، ولی ترکیبهای شناسایی شده توسط ایشان تفاوتهایی با نتایج حاضر دارد که ممکن است ناشی از اثر عوامل محیطی، جغرافیایی و فنی باشد.

نتایج موجود در مورد ارس *J. excelsa* در یونان که در اوائل تابستان صورت گرفته و مقدار آلفا- پینن ۲۸٪ است با نتایج حاضر که مقدار آلفا- پینن در تابستان کاهش می‌یابد مطابقت دارد.

تغییرات فصلی اسانس و اجزای آن

صرفنظر از بررسیهایی که در مورد تجزیه ترکیبهای اسانس ارس صورت گرفته در مورد تغییرات فصلی مقادیر نسبی اجزای موجود در اسانس گیاه مورد بررسی، مطالعه‌ای انجام نشده است. تحقیقات انجام شده در مورد تغییرات فصلی جریان شیره رزین، پدیده‌هایی نظیر کاتابولیسم و واژگردی متابولیسمی ترپنوییدها، متصاعد شدن و جذب منوترپنها و ترکیبهای فرار دیگر از اندامهای مختلف مخروطیان نشان می‌دهد که این پدیده‌ها قسمتی مستقل از شرایط آب و هوایی محیط بوده و در ارتباط با تواناییهای دفاعی گیاهان در نظر گرفته می‌شوند (Qara و همکاران، ۱۹۹۳، Rhoades، ۱۹۹۰) و قسمتی نیز ناشی از وابستگی آنها به رژیم دمایی محیط و در ارتباط با تحمل به سرما و یخزدگی است (Macdonald و Fall، ۱۹۹۳). در هر صورت تغییراتی در میانگین مقدار نسبی اسانس و اجزای تشکیل دهنده آن رخ می‌دهد (صادقی، ۱۳۷٤).

در این پژوهش تغییرات فصلی اجزای تشکیل دهنده اسانس سرشاخه‌های سبز و مخروط ماده پایه‌های مختلف ماده، نرماده و ماده را در طول ۳ فصل بهار، تابستان و پاییز انجام گرفت. به‌دلیل برف‌گیر بودن منطقه نمونه‌برداری در فصل زمستان صورت نگرفت.

منحنی تغییرات فصلی اجزای اسانس مخروط ماده نیز همانند تغییرات اسانس حاصل از نمونه‌های فوق متفاوت از سرشاخه‌های سبز می‌باشد. به طوری که منحنی تغییرات فصلی آلفا- پینن در سرشاخه‌های سبز ۷ شکل، ولی در مخروط ماده ۸ شکل است. کاهش درصد نسبی برخی از ترکیبهای اسانس سرشاخه‌های سبز به‌ویژه آلفا- پینن بوسیله افزایش سایر ترکیبها از جمله ترانس- ورنبول، ورنبون، ترانس کاروئول، بتا- کاریوفیلن، گاما- المن و ژرماکرن D و ... جبران می‌شود. در حالی که مقدار ترکیبهایی مثل ترانس- کاروئول، وربنون، ترانس- پنوکاروئول، المول، گاما- المن و .. سرشاخه‌های سبز در تابستان افزایش می‌یابد ولی در مخروط ماده کاهش می‌یابد. یا هنگامی که مقدار ترکیبهایی مثل گاما- المن و بتا- کاریوفیلن سرشاخه‌های سبز در پاییز کاهش می‌یابد در مخروط ماده افزایش پیدا می‌کند.

موضوع جالبی که در جدول شماره ۲۵ مشاهده می‌شود تغییرات فصلی درصد ترکیبهای اسانس مخروط ماده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مقادیر تعدادی از ترکیبها از جمله آلفا- پینن، سابینن، بتا- پینن، میرسن، لیمونن، گاما- ترپینن در فصل بهار بسیار ناچیز بوده، ولی در فصل تابستان افزایش می‌یابد در حالی که میزان برخی ترکیبها از جمله آلفا- کامفوننال، ترانس- پینوکاروئول، ترانس- وربنول، سیس- وربنول، وربنول و ... در بهار چشمگیر بوده و در تابستان کاهش می‌یابد البته مقادیر این ترکیبها اصولاً در اسانس سرشاخه‌های سبز بسیار پایین است.

Chatzopoulou و Katsiolis (۱۹۹۳) تغییرات فصلی اجزای اسانس حاصل از مخروط‌های ماده را *Jumiperus commonis* مطالعه نموده است. در این مطالعه هم مشاهده شد که مقدار آلفا- پینن مخروط ماده در تابستان افزایش می‌یابد، ولی میزان میرسن کاهش نشان می‌دهد.

آنچه در پایان قابل ذکر می‌باشد، پدیده‌های کاتابولیسمی و واژگردی ترکیبهای ترپنوییدی است که با هماهنگی با پدیده‌های رشد و نمو گیاه باعث افزایش یا کاهش

مقدار نسبی و تغییرات فصلی آنها می‌شود، از طرف دیگر، بر هم‌کنشهای اکولوژیکی یاد شده می‌تواند ارزش بقای مهمی داشته باشد، و شواهد بسیار نشان می‌دهند که منوترپنها نه تنها مواد غیرفعال و بی‌ارزش نیستند، بلکه با الگوهای تنظیم شده و بسیار اختصاصی تجزیه و تخریب می‌شوند. به‌طوری که نوسانهای شبانه‌روزی ترپنوییدها ناشی از فعال بودن مخزن ترپنوییدی درون سلولی و ارتباط آن به توازن بین فتوسنتز و کاربرد ترکیبهای فتوسنتزی است، و کاهش محتوای منوترپنها در طی تمایز و یا رشد و نمو ممکن است ناشی از تجزیه ترپنها و تبدیل آنها به متابولیتهای اولیه نظیر آمینواسیدها و قندها و یا همیوغ شدن و یا انتقال مشتقات ترپن به خارج از بافتهای سازنده آنها باشد (صادقی، ۱۳۷۱).

اهمیت اقتصادی این پژوهش در جداسازی یک ترکیب با خلوص بالا است. در این صورت توجه به فصل برداشت نمونه بسیار اهمیت دارد. چنانچه هدف تهیه آلفا- پینن باشد نتایج جداول شماره ۲۲ تا ۲۵ نشان می‌دهد که مقدار آن در سرشاخه‌های سبز در بهار و در مخروط ماده در فصل تابستان در حد بیشینه است. برعکس مقدار گاما- المن در فصل تابستان بیشتر از بهار و پاییز است.

به‌علاوه تفاوتهای فردی و میان پایه‌ای نیز بسیار مهم هستند، چنانچه مقدار ترانس وربنول سرشاخه‌های سبز پایه‌های ماده و نر ماده (۱۵٪) بسیار بیشتر از پایه‌های نر (مقدار ناچیز) می‌باشد.

بنابراین، نه تنها تغییرات فصلی تک‌تک اجزاء در سرشاخه‌های سبز و مخروط ماده متفاوت است، بلکه در مواردی شاهد تفاوتهای فردی، میان جمعیتی و درون جمعیتی نیز هستیم.

مطالعه اثر خشکانیدن نمونه روی اجزای اسانس

در جدول شماره ۲۶ و شکل ٦ درصد نسبی هر یک از اجزای تشکیل دهنده اسانس سرشاخه‌های سبز و مخروط ماده به‌صورت تازه و خشکانیده در پایه‌های مختلف نر، نرماده و ماده ارائه شده است. نتایج مذکور به‌ویژه از لحاظ کاربردی از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا با خشکانیدن نمونه می‌توان میزان ترکیبها را به‌صورت هدف‌دار

بالا و پایین برد. به‌طوری‌که مقدار آلفا- پینن با خشکانیدن مخروط‌های ماده کاهش می‌یابد، ولی مقدار گاما- المن ۱۰۰٪ بالا می‌رود. بتا- پینن، میرسن، لیمونن، ترپینولن و بتا- کاریوفیلن و اصولاً اغلب ترکیبهای اسانس مخروطهای ماده با خشکانیدن نمونه افزایش می‌یابند (به استثنای آلفا- پینن). در مورد اجزای تشکیل دهنده اسانس سرشاخه‌های سبز وضعیت متفاوت است و اغلب در پایه‌های مختلف نر، نرماده و ماده روند مشخصی مشاهده نمی‌شود. چنانچه مقادیر گاما- المن در سرشاخه‌های سبز پایه‌های نرماده و ماده افزایش، ولی درسرشاخه‌های نر کاهش می‌یابد.

البته برخی ترکیبها از جمله لیمونن سرشاخه‌های سبز کلیه پایه‌ها در اثر خشکانیدن کاهش می‌یابد و یا مقدار ترانس- کاروئول افزایش حاصل می‌کند. بنابراین در هنگام بهره‌برداری از اسانسها، علاوه بر توجه به تفاوتهای فردی و تغییرات فصلی، باید اثر خشکانیدن نمونه‌ها را در میزان اسانسها نیز مورد توجه قرار داد.

مطالعه مقطع عرضی چوب از نظر تولید رزین

مطالعه مقطع عرضی چوب ارس (شکل شماره ۷) و پژوهشهای حجازی، (۱۳۷۳) و نیلوفری، (۱۳٦٤) نشان می‌دهند که اصولاً چوب ارس فاقد کانالهای رزینی گزیلمی است و دارای کانالهای رزینی فلوئمی می‌باشد که مقدار شارش آن ناچیز و قابل صرفنظر کردن است.

منابع

اکبرزاده، م. ۱۳۷۳. تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه سیراچال به روش فلورستیک و فیزیونومیک. نشریه مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره ۹۲.

حجازی، ۱۳۵۷. اصول تشریح چوب.انتشارات دهخدا،صفحه ۱۳۸ تا ۱٤۰.

صادقی، ح. ۱۳۷٤. بررسی کمی و کیفی ترکیبهای رزین در کشت بافت و گیاه کامل کاج پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم.

صالحی شانجانی، پ. ۱۳۷۵. کشت بافت و اثر عوامل محیطی بر متابولیسم فرآورده‌های ثانوی و تغییرات پراکسیدازها و پلی فنل اکسیدازها در ارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده علوم.

صدری، م.ع. ۱۳۷۱. اسانس‌ها، مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۱٦، صفحه ۱۰ تا ۱۵

نیلوفری، پ. ۱۳٦٤. چوب‌شناسی چوب‌های ایران. انتشارات دهخدا، صفحه ۱٤۳-۱٤٤.

Adams, R. P., Thappa, R. K., Agarwal, S. q., Kapahi, B.K. and Sarin, Y.K., 1992. The wolatile leaf oils of *Juniperus semiglobos* from India Compared with *J. exclesa* M. Bieb. From Greece. J. Essent. Oil Res., 4: 214-219.

Adams, R.P., Cie-Lin, C.H. and Zhao-Zhen, Z., 1995. Comarisons of the volatile leaf oils of *Juniperus rigida* Mig. From northeastern China, Korea and Japan. J, Essent. Oil Res., 7:49-52.

Adams, R. P., Gie-Lin, C.H. and Zhao-Zhen, Z., 1994a. The volatile leaf oils of *Juniperus przewalskii* Kom. and forma *pendula*. J. essent. Oil Res., 6: 17-20.

Adams, R. P., Cie-Lin, C.H. and Sho-Zhen, Z., 1994b. Comparison of the volatile leaf oils of *Juniperus chinesis* L., *J. chinesis* var. *Kaizuca* Hort. and *J. pyramidalis* from *China*. J. Essent oil Res. 6: 149-154.

Adams, R.P., Shatar, S. and Dembitsky, A.D. 1994c.

Comparison of the volatile leaf oils of *Juniperus davurica* Pall. From Mongolia with plants cultivated in Kazakhstan, Russia and scotland. J. Essent. Oil Res., 6:217-221.

Bats, J.P., Moulines, J.J., Boourgeois, G., Vacchiano, C., Coutiere, D. and Arnaudo, J.F., 1989. Chemical. Compositon of an industrial essential oil from Juniper branches. Congress of Esse tial oils, Fragrances and flavours, New Degkum India, 12-16.

Chatzopoulu, P.S. and Katsiotis, S.T. 1993. Study of the Essential oil from *Juniperus commonis* berries (cones) growing wile in Greece. Planta Med., 59:554-6.

Fournier, G and Gallen, G., 1991. Contribution to the study of the essential oil (of leaves) of various cultivars of *Juniperus sabina*. Planta Medica, 57(4):392-393.

Gara, R.I., Littke, W.R. and Rhoades, D.F. 1993. Emission of ethanol and monoterenos by fungal infected lodgepole pine trees. Phytochemistry, 34(4):987-990.

Kharebava. L.G. and Chavchanidze, V. Y., 1991. Comparision of essential oils of Juniperus leaves during different times of year. Subtropicheskie. Kul'tury, 3: 114-135.

Looman, A. and Svendsen, A.B., 1992. The needle essential oil of Norwegian mountain juniper, *Juniperus commonis* L. var. *Saxalitis* Pall. Flavour and Fragrance J., 7(11):23-26.

Macbonald, R.C. and Fall, R., 1993. Aceton emission from conifer buds. Phytochemistry, 34(4): 997-996.

Pradeep-Mishra, S., Agrawal, P.K. and Mishra, P., 1989. Some observation on the pharmacological activities of the essential oil *Juniperus macropoda* (*J. excelsa*). 60(4): 339-345.

Quinn, C.J. and Gadek, P.A., 1988. Sequence of xylen differentiation in leaves of cupressaceae. Americann Journal of Botany., 75(9): 1344-1351.

Rhoades, D.F., 1990. Analysis of monoterpens emitted and absorbed by undamaged boles of lodgepole pine. Phytochemistry., 24(5):1463-1465.

Sadri, H.A. and Assadi, M., 1994. Preliminary stadies on monoterpene composition of *Juniperus polycarpos*. IRAN J. Bot., 6(2).

Sezik, E. and Erosoz, T., 1986. Monoterpene hydrocarbones of essential oil of Juniperus foetidissima. Fitoterapia, 57(6): 442-444.

Vidrich, V., Michelozzi, M. and Fusi, P., 1991. Essential oil composition of leaves of *Juniperus communis*. Italia

Forestale e Montana, 46(4): 318-322.

Vidrich, V., Michelozzi, M., Bosetto, M. and Fusi, P., 1998. Initial study on the determination of Essential oils and tree sugars from commercial samples of *Juniperus communis* L. Subsp. *Commonis* fruit from central Italy. Monti e Boschi, 39(4): 57-60.

Vidrich, V., Cecconi, C., Bagnol, V. and Fusi, P. 1986. Seasonal variation in the composition of the essential oil of fruits of *Juniperus excelsa*. Italia forestal e Montana, 41(4): 184-196.

Yamanaka, K., 1984. Normal and traumatic resin-canls in the secondary phloem of conifers. J. of the Japon wood Research society, 30(5): 347-353.

Study of essential oils in Juniperus spp.

Parvin salehi Shanjani & Mahadi Mirza

Summary

Juniper is the most important native conifer in Iran. Juniper as one of the most resistant tree species to extreme conditions, frost (up to –40°C) and drought, plays important role in mountainous regions of Iran. In this study, by investigation on qualitative and quantitative characteristics of essential oils of leaves and berries (female cones), the effects of environmental factors were studied on metabolism of secondary products. The volatitale constituents of the Leaves and berries of male, female and male-female trees isolated by steam-distillation were analyzed by GC-MS.

Results indicated that the amount of essential oil in berries is higher than that in leaves. Seasonal alteration of essential oil of berries differs from leaves. The essential oil of berries increase during growth period, however decreased in leaves. Besides drying has increasing effect on essential oil.

In total 32 terpenoidic components were found that α-pinene, limonene, trans-verbenol, cis-verbenol, verbenone, Υ- elemone and elemol were the important ones. α-pinene up to 70% of essential oil content was the highest component. Seasonal alteration of each component was very variable. Drying effect can be valuable for isolation of components and commercial applications.

Key word: *Juniperus*, essential oil, secondary products, seasonal alteration.