مطالعه تغییرات فصلی اسانس برگ و مخروط ارس (*Juniperus excelsa* M.B.)

پروین صالحی‌شانجانی[1*]، مهدی میرزا[2]

۱- استادیار، گروه جنگل‌کاری و اصلاح درختان جنگلی، بخش جنگل، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
۲- دانشیار، گروه شیمی گیاهی، بخش گیاهان دارویی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
*آدرس مکاتبه: موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، صندوق‌پستی: ۱۱۶ - ۱۳۱۸۵، تهران
تلفن: ۵ - ۴۴۱۹۵۹۰۱ (۰۲۱)، نمابر: ۴۴۱۹۶۵۷۵ (۰۲۱)
پست الکترونیک: psalehi@rifr-ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۱۱/۳ **تاریخ تصویب:** ۱۳۸۴/۳/۱۰

چکیده

مقدمه: ***Juniperus excelsa*** **یکی از گونه‌های جنس ارس در ایران است که گسترش وسیعی در شمال، جنوب، شرق، غرب و حتی مرکز این کشور پهناور دارد.**

هدف: هدف از انجام این بررسی ۱) مطالعه تغییرات فصلی ترکیبات موثر ارس و ۲) شناسایی بهترین قسمت گیاه و مناسبترین فصل جمع‌آوری و استخراج اسانس ارس است.

روش بررسی: نمونه‌های برگ و مخروط ماده ارس در فصول بهار، تابستان و پاییز از درختان مستقر در رویشگاه طبیعی این گونه در استان تهران جمع‌آوری گردید. استخراج اسانس به وسیله تقطیر با بخار آب[1] انجام پذیرفت. پس از تزریق اسانس به دستگاه GC-MS و تهیه کروماتوگرام‌ها و طیف‌های جرمی مربوط شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس با کمک بررسی‌های کتابخانه‌ای (LiBR-TR و Wiley 5) و محاسبه اندیس کواتس انجام پذیرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که تغییرات فصلی اسانس کل در مخروط برخلاف برگ قابل ملاحظه است، به طوری که میزان آن در طی بهار تا پاییز بیش از ۱/۵ برابر افزایش می‌یابد. تجزیه اسانس برگ و مخروط نشان می‌دهد که میزان *α*-pinene به عنوان مهمترین ترکیب اسانس برگ از حدود ۷۰ درصد در بهار به حدود ۲۰ درصد در تابستان کاهش می‌یابد، در صورتی که میزان آن در اسانس مخروط از حدود ٦ درصد در بهار به حدود ٧٦ درصد در تابستان افزایش پیدا می‌کند.

مقایسه ترکیب‌های شیمیایی اسانس برگ و مخروط نشان داد که میزان تغییرات فصلی سایر ترکیبات متفاوت بوده و اساساً در مخروط قابل ملاحظه‌تر از برگ‌ها است.

گل‌واژگان: ایران، *Juniperus excelsa* M.B.، Cupressaceae، اسانس، تغییرات فصلی، GC-MS

[1] Steam distillation

مقدمه

اسانس‌ها هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی (ترکیب‌های سازنده) تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و غیر ژنتیکی قرار می‌گیرند [١٤]. این مساله علاوه بر این که از نظر مقدار تولید اسانس حایز اهمیت است از جنبه‌های مختلف دیگر نظیر تغییراتی که در نوع اسانس و مقدار برخی از اجزای تغییرپذیر آن به وجود می‌آید جالب است. عوامل غیر ژنتیکی مانند دما، رطوبت، نور، موقعیت جغرافیایی و خاک ممکن است در مواردی عوامل ژنتیکی را نیز تحت تاثیر قرار دهند. با وجود این اهمیت عوامل ژنتیکی انکارناپذیر است.

گزارش‌های ضد و نقیض بسیاری در مورد تاثیر عوامل محیطی بر روی مقادیر ترکیبات ترپنوییدی در گیاهان آلی وجود دارد و مطالعات بسیاری در مورد تغییرات فصلی ترکیبات معطر انجام شده و نتایج بسیار متفاوتی که قویاً متاثر از نوع گونه و بافت مورد مطالعه می‌باشد به دست آمده است. Mirov با مطالعه الئورزین های کاج، تغییرات بسیار کمی را در ترکیبات ترپنتین پیدا کرد [١٣]. نتایج مشابهی به وسیله Smith در گوناگونی ترکیبات معطر الئورزین کاج[1] گزارش شده است [١٩]. Von Rudolff گوناگونی قابل ملاحظه ترکیبات معطر سرشاخه‌های سرو سفید[2] و سرو آبی[3] در زمان‌های مختلف یک سال را گزارش نموده است [٢٠]. او نشان داد که α-pinene و 3-carene در مراحل اولیه رشد تولید می‌شوند در حالی که با مرور زمان ترکیبات borneol tricyclene، camphor، camphene و *p*-cymene انباشته می‌گردند. Adams گوناگونی فصلی را در ترکیبات معطر برگ‌های *Juniperus ashei* را گزارش نمود [٦]. نتایج مشابهی در مورد گوناگونی فصلی ترکیبات معطر *J. pinchotii* مشاهده شده است [١٤]. مطالعه فوق نشان داد که میزان ترپنوییدهای برگ در تابستان و بهار از ٢٥ تا ٧٠ درصد متغیر است.

علی‌رغم تغییر منوترپن‌ها تحت تاثیر عوامل اکولوژیکی، هیچ کنش خاصی برای این ترکیب‌های در داخل گیاه شناخته نشده است. در واقع تجمع این فراورده‌های طبیعی در داخل ساختمان‌های غده‌ای بسیار تخصصی (که به عنوان جایگاه‌های اصلی سنتز و انباشتگی این ترکیب‌ها شناخته شده‌اند) بر عدم کنش فیزیولوژیکی یا متابولیسمی دلالت دارد [٥،٢١]. استنباط قدیمی و کلاسیک از منوترپن‌ها به عنوان فراورده‌های دفعی بی‌ارزش، یک توصیف ساده برای تنوع زیاد منوترپن‌های تولید شده به وسیله 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 [٢١].

در ایران ٥ گونه از جنس ارس گزارش شده است که همگی بومی می‌باشند [٨]. از میان آنها *J. excelsa* در نواحی عمده‌ای از مناطق کوهستانی ایران پراکنده شده است. صدری و اسدی اولین داده‌ها را از تجزیه ترکیب‌های معطر اسانس ارس گزارش نمودند [١٦]. طبق بررسی آنها α-pinene (٧١/٤ درصد) ترکیب غالب اسانس برگ ارس است Chavchanidze و kharabava نیز α-pinene (٤٠/٢ درصد) را به عنوان ترکیب غالب اسانس برگ ارس[1] معرفی کردند [٩]. Adams با بررسی ترکیب عناصر موثر درختان ارس رویشگاه‌های طبیعی در یونان نشان دادند که α-pinene (٢٢/٥ درصد)، Limonene (٢٢/٦ درصد) و cedrol (٢٨/١ درصد) عناصر عمده اسانس ارس است [٣،٤]. هدف از این پژوهش مقایسه ترکیبات موثر در برگ و مخروط‌های ماده و بررسی میزان تغییرات فصلی در ترکیبات موثر برگ و مخروط‌های ماده جمع‌آوری شده از جمعیت طبیعی *J.* excelsa درخت ارس است.

مواد و روش‌ها

منابع گیاهی مورد استفاده

منابع گیاهی مورد استفاده (برگ‌ها و مخروط‌های ماده) در فصول مختلف سال (بهار، تابستان و پاییز) از درختان ارس[2] مستقر در رویشگاه طبیعی ایستگاه تحقیقات سیراچال (جاده چالوس، ٧٥ کیلومتری تهران) جمع‌آوری و برای استخراج اسانس به آزمایشگاه منتقل گردید.

---

[1] *Pinus ponderosa*
[2] *Picea glauca*
[3] *Picea pungens*

[1] *J. excelsa* var. *polycarpos*
[2] *Juniperus excelsa*

وضعیت آب و هوایی منطقه مورد مطالعه

براساس آمار بارندگی ایستگاه آسارا که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه است، متوسط بارندگی سالانه ۵۳۱/٦ میلی‌متر محاسبه شده است. تقریباً ۹۰ درصد بارندگی در ۷ ماهه آبان تا اردیبهشت ماه نازل می‌شود. فروردین پرباران‌ترین فصل سال است. حداکثر و حداقل بارندگی سالانه 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. ماه دی سردترین ماه سال و ماه تیر گرم‌ترین ماه می‌باشد، متوسط تعداد روزهای یخبندان حدود ۱۳۹ روز می‌باشد (شکل شماره ۱). اقلیم منطقه طبق روش گوسن، استپی سرد می‌باشد و در طبقه‌بندی آمبرژه در اقلیم نیمه مرطوب قرار می‌گیرد [۱].

استخراج اسانس

استخراج اسانس از نمونه‌های گیاهی خشک شده در دمای اتاق (۲۰۰ گرم برگ و ۱۰۰ گرم مخروط‌های ماده) با روش تقطیر با بخار آب به مدت یک ساعت انجام گردید. اسانس ارس که روغنی به رنگ زرد کم رنگ و سبک‌تر از آب بود جمع‌آوری و توسط سولفات سدیم آب‌گیری شد و برای محاسبه، بازده اسانس مزبور نسبت به وزن خشک گیاه، توزین و در دمای پایین (٤ درجه سانتی‌گراد) و تاریکی نگهداری شد.

اسانس به دست آمده ابتدا به دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) تزریق شد و مناسب‌ترین برنامه‌ریزی حرارتی ستون برای جداسازی کامل ترکیب‌های اسانس به دست آمد. همچنین درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده و شاخص بازداری هر ترکیب محاسبه گردید. سپس اسانس به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی (GC -MS) نیز تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها به دست آمد.

مشخصات دستگاه های مورد استفاده

دستگاه GC: گاز کروماتوگراف Shimadzu مدل 9A مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرومتر بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۲٤۰ – ٦۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه در دقیقه، نوع دتکتور: FID با دمای ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد گاز حامل: هلیم با فشار ۳ کیلومتر بر سانتی‌متر مربع.

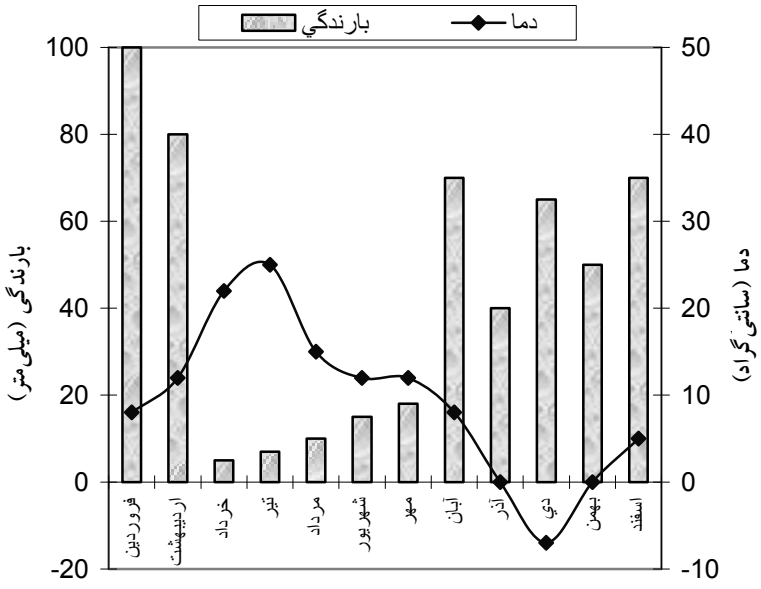
دستگاه GC/MS: گاز کروماتوگراف واریان ۳٤۰۰ متصل شده با طیف‌سنجی جرمی SaturnII، ستون کاپیلاری DB-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۲۵۰ میکرومتر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر بود. برنامه‌ریزی حرارتی از ٦۰ تا ۲٦۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ٤ درجه در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت ترانسفرلاین ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با گاز حامل هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت [۱۷].

شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس

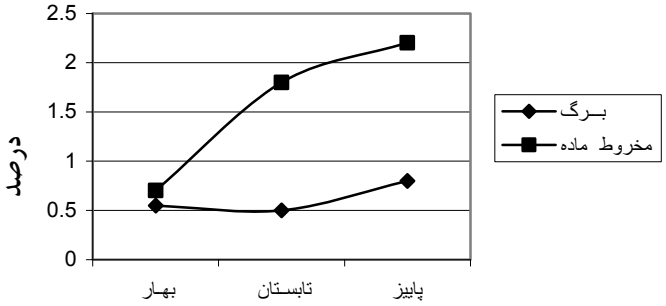
شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص‌های بازداری آنها با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C9-C24) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود مقایسه شد [۱۷]. علاوه بر اندیس بازداری کواتس، زمان بازداری ترکیب‌ها نیز مورد توجه قرار گرفت و بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام و شناسایی‌های صورت گرفته با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌های رایانه دستگاه (GC-MS) LiBR-TR و Wiley 5 تایید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام به دست آمده است [۱۱].

نتایج

مقدار اسانس در مخروط‌های ماده ارس به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از برگ‌ها و روند تغییرات فصلی اسانس مخروط‌های ماده متفاوت از سرشاخه‌های ارس است (شکل شماره ۲). مقدار اسانس مخروط‌های ماده در طول دوره رشد و نمو افزایش می‌یابد ولی در برگ‌ها یک منحنی باز V شکل را نشان می‌دهد. به عبارت دقیق‌تر مقدار اسانس برگ در تابستان کاهش (۰/٦ درصد) و مجدداً در پاییز افزایش می‌یابد (۰/۸۵ درصد). مقدار اسانس حاصل از مخروط ماده در فصل پاییز (۲/۱ درصد) تقریباً ۲/۵ برابر برگ‌ها است. این نتایج نشان می‌دهد که بهترین زمان جمع‌آوری اسانس در فصل پاییز است.



شکل شماره ۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه آسارا (مجاور محل مورد بررسی)



شکل شماره ۲- مقایسه درصد نسبی اسانس در نمونه‌های برگ و مخروط‌های ماده درخت ارس در فصول مختلف

۲۶ ترکیب ترپنوییدی در سرشاخه‌ها و میوه‌های درختان ارس شناسایی شد (جدول شماره ۱) که عمده‌ترین آنها عبارتند از: *α*-pinene، limonene، *trans*-verbenol، *cis*-verbenol، *trans*-pinocarveol، verbenone، *γ*-elemene و elemole است. برخی از ترکیب‌ها در کلیه فصول و در هر دو برگ‌ها و مخروط‌های درختان ارس وجود دارند که از آن میان می‌توان *α*-pinene، *trans*-pinocarveol، verbenone و *γ*-elemene را نام برد. در حالی که بر خی دیگر فقط در بخش یا فصل خاصی وجود دارند، به طوری که *γ*-cadinene، linalool، cumin alcohol، methyl carvacrol و 2-hexyl methyl butyrate فقط در مقادیر بسیار ناچیز در مخروط‌های ارس مشاهده می‌شوند.

برای سهولت مقایسه اجزای تشکیل‌دهنده اسانس برگ و مخروط ماده درختان ارس، درصد نسبی برخی از ترکیب‌ها به صورت منحنی رسم شده است (شکل شماره ۳). همان‌گونه که مشاهده می‌شود به نظر می‌رسد اسانس برگ در بهار و پاییز شباهت بیشتری به هم دارد در حالی‌که در تابستان ترکیبات آن متفاوت است، در ضمن در تابستان درصد بیشتر ترکیب‌ها

جدول شماره ۱- مقایسه درصد نسبی ترکیب‌های اسانس برگ و مخروط‌های ماده درخت ارس در فصل‌های مختلف

ردیف	ترکیب	RI	برگ			مخروط ماده		
			بهار	تابستان	پاییز	بهار	تابستان	پاییز
۱	*α*-pinene	۹۳۵	٦۲/٤	۱۹/۸	٦۰/۷	٦/۲	۷۵/۸	۵۷/٤
۲	*β*-pinene	۹٤۷	۱/۰	t	۰/۹	t	۱/٦	۲/۰
۳	myrcene	۹۸٦	۲/٤	۱/۵	۱/۸	t	۳/۵	٤/۰
٤	limonene	۱۰۲۵	۲/۳	۲/٦	۲/۰	t	۱/۸	۳/۱
۵	*γ*-terpinene	۱۰۵۷	t	t	t	t	۰/٤	۳/۱
٦	terpinolene	۱۰۸۷	۰/۸	t	t	t	۱/٦	t
۷	linalool	۱۰۹۹	t	۲/۸	t	t	t	t
۸	*α*-campholenal	۱۱۲۵	۱/۵	۱/۲	۱/۵	۵/۳	t	۱/۲
۹	*trans*-pinocarveol	۱۱۳۹	۱/٦	۳/۷	۱/۷	۱۰/۱	t	۱/۵
۱۰	*cis*-verbenol	۱۱٤۰	۲/۳	t	۱/۷	۵/۵	۰/۷	t
۱۱	*trans*-verbenol	۱۱٤٤	۰/۷	۱۵/۷	۸/۰	۲٤/۸	t	٤/٦
۱۲	pinocarvone	۱۱٦۳	t	t	t	۲/۱	t	t
۱۳	*p*-cymen-8-ol	۱۱۸۵	t	t	t	٤/۲	t	t
۱٤	myrtenal	۱۱۹٦	t	t	t	۲/۳	t	t
۱۵	verbenone	۱۲۰۸	٤/۹	۵/۰	٤/۰	۹/۳	t	۱/٦
۱٦	*trans*-carveol	۱۲۱۹	۱/۲	۲/۹	۱/۱	۳/۳	t	t
۱۷	hexyl 2-methyl butyrate	۱۲۳۵	t	۳/۷	t	t	t	t
۱۸	bornyl acetate	۱۲۸۵	t	۳/۳	t	۳/٤	۰/۸	۱/٤
۱۹	cumin alcohol	۱۳۰۳	۱/۰	t	۲/۰	t	t	t
۲۰	methyl carvacrol	۱۳٤٤	۲/۸	۱۱/۲	۳/۳	t	t	t
۲۱	*β*-caryophyllene	۱٤۱٤	۱/٦	٤/۲	۱/۵	t	۱/۳	۲/۸
۲۲	germacrene D	۱٤۷۸	۱/۳	۲/٦	۱/۳	t	۱/۵	۲/٦
۲۳	*γ*-cadinene	۱۵۱٦	t	t	t	t	t	t
۲٤	*delta*-cadinene	۱۵۲٦	t	t	۱/۲	t	۰/۸	t
۲۵	elemole	۱۵۵۵	۱/۰	۳/۱	t	٦/۳	۰/۹	۱/۲
۲٦	Germacrene B	۱۵٦۵	٤/۷	۱۲/۸	۵/۵	۸/۲	۷/۱	۱۱/۵

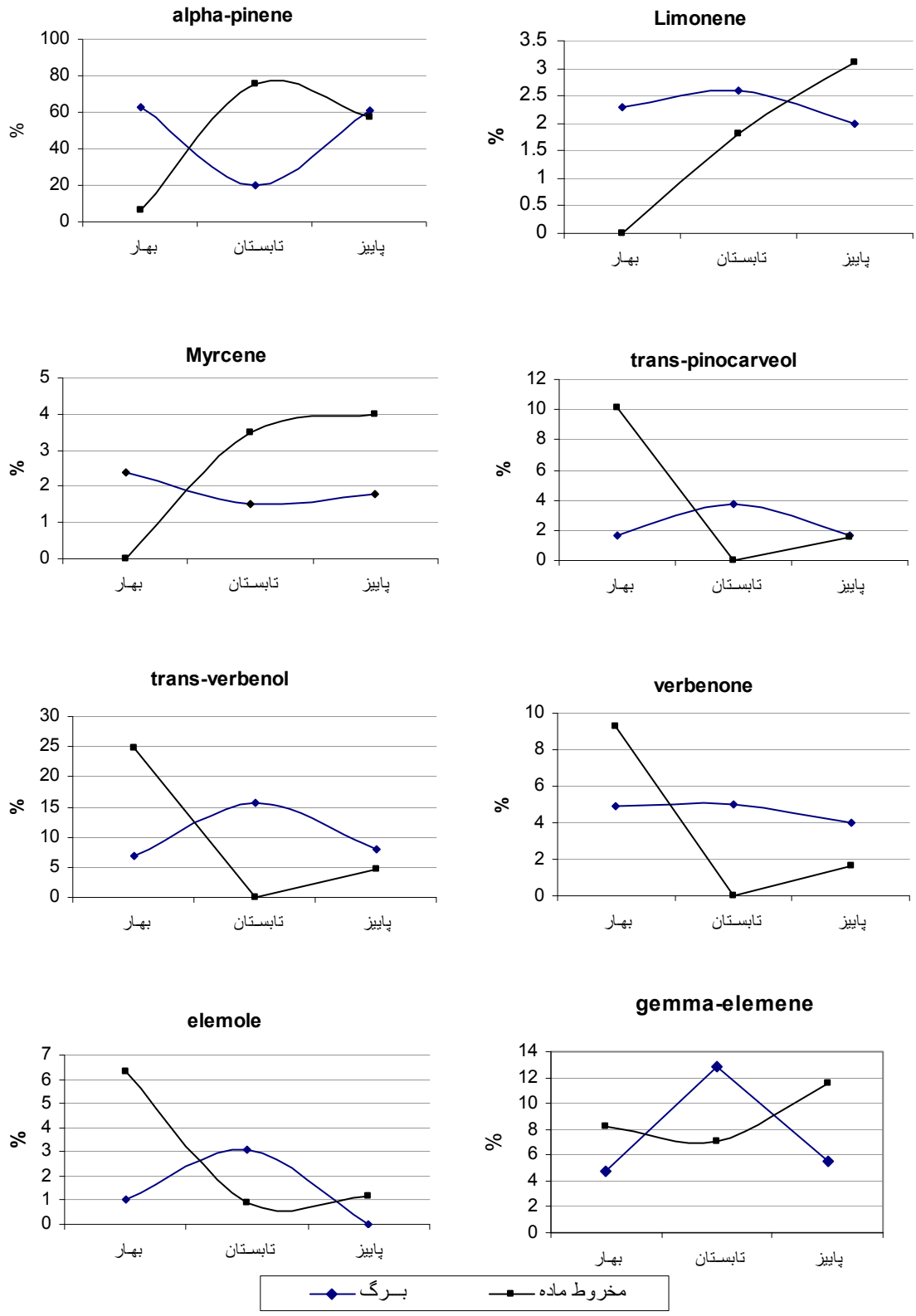
t: مقادیر کمتر از ۰/۱ درصد

Retention Index :RI

افزایش می‌یابند اما میزان ترکیب اصلی کاهش پیدا می‌کند. وضعیت فوق در مخروط‌های ماده حالت عکس دارد.

بحث

کاهش مقدار اسانس برگ‌ها در فاصله بهار تا تابستان احتمالاً به دلیل فعال بودن فرایندهای رشد و نمو گیاه است. در این دوره فعالیت متابولیسمی گیاه در اوج خود بوده و فتوسنتز در حد بیشینه است و تشکیل متابولیت‌های اولیه (مثل متابولیت‌های فتوسنتزی) بسیار بیشتر از سایر فراورده‌ها نظیر فراورده‌های ثانوی می‌باشد. با شروع تابستان زمانی که رشد کاهش می‌یابد، تشکیل متابولیت‌های فتوسنتزی با سایر فرایندها، نظیر تولید ترپنوییدها معاوضه می‌شود [۷]. به این ترتیب استنباط می‌شود که منحنی تولید



شکل شماره ۳- مقایسه درصد نسبی ترکیب‌های اسانس برگ و مخروط‌های ماده درخت ارس در فصول مختلف

اسانس‌ها کاملاً عکس منحنی رشد و نمو گیاه است. با توجه به این که رشد و نمو کاملاً متأثر از شرایط آب و هوا است چنان‌چه شرایط محیط اقتضا نماید منحنی فرایندهای رشدی و تولید اسانس تغییر خواهد کرد. میزان اسانس در مخروط‌های ماده قابل توجه می‌باشد و حدود ۲/۵ برابر بیشتر از میزان اسانس در برگ‌ها است. احتمالاً دلیل چنین تفاوتی به علت خروج رزین تولیدی در برگ‌ها از منفذ موجود در قاعده هر برگینه و تجمع رزین در کپسول‌های رزین میوه‌های ارس (مخروط ماده) می‌باشد. در فصل زمستان بر روی برگ‌ها درختان ارس ذرات سفیدی مشاهده می‌شود که ناشی از خروج رزین از قاعده هر برگینه تاثیر سرما بر حالت فیزیکی رزین و از بین رفتن حالت سیال بودن آن است.

تغییرات فصلی اسانس حاصل از میوه (مخروط ماده) با فرایندهای رشد و نمو و تمایز آن مطابقت دارد. طرح افزایش تولید رزین از بهار تا تابستان با فرضیه رشد و تمایز Lorio (۱۹۸۶) هماهنگی دارد. در تابستان زمانی که رشد کاهش می‌یابد، تشکیل متابولیت‌های فتوسنتزی با سایر فرایندها نظیر تولید فراورده‌ای ثانوی (اسانس و رزین) معاوضه می‌شود. به علاوه Lorio و Sommers معتقد هستند که تولید فراورده‌های ثانوی ارتباط تنگاتنگی با تناوب کاهش آب خاک و رشد دارد و فرایندهای رشدی نیز متأثر از شرایط آب و هوایی هر منطقه است [۱]. Kozhevnikova (۱۹۸۶) وجود تغییرات فصلی کپسول‌های رزینی در میوه‌های ارس را گزارش نموده است ولی در مورد میزان رزین حاصل گزارشی مشاهده نشده است [۱۸].

این نتایج نشان می‌دهند چنانچه مقدار کمی اسانس ارس مورد توجه باشد بهتر است اسانس‌گیری از مخروط‌های ماده و در فصل پاییز انجام گیرد زیرا هم‌چنان‌که مشاهده می‌شود مقدار اسانس میوه در فصل پاییز بیش از دو برابر بهار است (شکل شماره ۲). اگرچه میزان اسانس برگ‌ها در بهار و پاییز یکسان است، ولی برداشت برگ‌ها در فصل بهار باعث اختلال در متابولیسم کل گیاه و تاثیر منفی روی باروری و تمایز میوه‌ها خواهد گذاشت.

اجزای تشکیل‌دهنده اسانس

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 هستند و در ارتباط با توانایی‌های دفاعی گیاهان در نظر گرفته می‌شوند [۱۰،۱۵] و قسمتی نیز ناشی از وابستگی آنها به رژیم دمایی محیط و در ارتباط با تحمل به سرما و یخ‌زدگی است [۱۲]. در هر صورت تغییراتی در میانگین مقدار نسبی اسانس و اجزای تشکیل‌دهنده آن رخ می‌دهد [۲]. کاهش درصد نسبی برخی از ترکیب‌های اسانس برگ‌ها به ویژه α-pinene به وسیله افزایش سایر ترکیب‌ها از جمله *trans*-pinocarvol، verbenone، linalool، cumin alcohol، ethyl carvacrol، hexyl 2-methyl butyrate و γ-elemene جبران می‌شود.

منحنی تغییرات فصلی اجزای اسانس مخروط ماده نیز همانند تغییرات اسانس حاصل از نمونه‌های فوق متفاوت از برگ‌ها می‌باشد. به طوری که در تابستان میزان α-pinene در برگ‌ها کاهش ولی در مخروط ماده افزایش می‌یابد. برعکس مقدار برخی دیگر از ترکیب‌ها مثل *trans*-carveol، verbenone، *trans*-pinocarveol، elemole و γ-elemene در برگ‌ها افزایش ولی در مخروط ماده کاهش می‌یابد. یا هنگامی که مقدار ترکیب‌هایی مثل γ-elemene و β-caryophyllene برگ‌ها در پاییز کاهش می‌یابند در مخروط ماده افزایش پیدا می‌کنند. در این رابطه Chatzopoulou و Katsiti با بررسی تغییرات فصلی اسانس‌های میوه ارس[1] نشان دادند که تغییرات میزان برخی اسانس‌ها بسیار محسوس است، به طوری که روند تغییرات α-pinene افزایشی ولی sabinene کاهشی می‌باشد [۹].

در تفسیر مشاهدات فوق می‌توان اظهار داشت که پدیده‌های کاتابولیسمی و واژگردی[2] ترکیب‌های ترپنوییدی با هماهنگی با پدیده‌های رشد و نمو گیاه باعث افزایش یا کاهش مقدار نسبی و تغییرات فصلی آنها می‌شود. از طرف دیگر برهمکنش‌های اکولوژیکی یاد شده می‌تواند ارزش زیستی مهمی داشته باشد به طوری که شواهد بسیاری نشان می‌دهند که منوترپن‌ها نه تنها مواد غیرفعال و بی‌ارزشی نیستند بلکه با

[1] *J. commonis*

[2] Turnover

الگوهای تنظیم و بسیار اختصاصی تجزیه و تخریب می‌شوند. نوسان‌های شبانه‌روزی ترپنوییدها ناشی از فعال بودن مخزن ترپنوییدی درون سلولی و ارتباط آن با توازن بین فتوسنتز و کاربرد ترکیب‌های فتوسنتزی است و کاهش محتوی 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 انتقال مشتقات ترپن به خارج از بافت‌های سازنده آنها باشد [۲].

اهمیت اقتصادی این پژوهش در جداسازی یک ترکیب با خلوص بالا است، به طوری که توجه به فصل برداشت نمونه بسیار اهمیت دارد. چنانچه هدف جداسازی α-pinene باشد نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بهتر است استخراج از مخروط‌های ماده در فصل تابستان (به میزان تقریباً ۷۵ درصد) انجام پذیرد. برعکس مقدار *trans*-verbenol مخروط‌های ماده در فصل بهار در حد قابل ملاحظه (به میزان تقریباً ۲۵ درصد) می‌باشد.

منابع

۱. اکبرزاده، مرتضی، *تهیه نقشه پوشش گیاهی منطقه سیراچال به روش فلورستیک و فیزیونومیک*. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۳۷۳، شماره ۹۲.

۲. صادقی حمید. *بررسی کمی و کیفی ترکیب های رزین در کشت بافت و گیاه کامل کاج*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم. دانشگاه تهران. ۱۳۷۵، صفحه ۱۸۰.

3. Adams R P. Geographic variation in leaf essential oils and RAPDs of *Juniperus polycarpos* K. Koch in central Asia. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2001; 29: 609 - 619.

4. Adams RP. Systematics of multi-seeded eastern hemisphere *Juniperus* based on leaf essential oils and RAPD DNA fingerprinting. *Biochemical Systematics and Ecology*. 1999; 27: 709 - 725.

5. Adams RP. Ge-Lin CH and Zhao-Zhen Z. The volatile leaf oils of *Juniperus przewalskii* Kom. and forma pendula. *J. Essent. Oil Res.* 1994; 6:17-20.

6. Adams RP. Chemosystematic and numerical studies in natural populations of *Juniperus*. Ph.D. Thesis, University of Texas, Austin. 1969.

7. Allen KG. Banthorpe DV. Chatwood BV. Ekundayo O and Mann J. Metabolic pools associated with monoterpene biosynthesis in higher plants. *Phytochemistry*. 1976; 15: 101-107.

8. Assadi M. *Flora of Iran.* Technical Publication of Research Institute of Forests and Rangelands, Iran. 1997. No. 19-22.

9. Catzopoulou PS and Katsioti ST. Study of the essential oil from *Juniperus communis* “Berries” (cones) growing wild in Greece. *Planta Med*. 1993; 59: 554-556.

10. Gara RI. Littke WR and Rhoades DF. Emission of ethanol and monoterpenes by fungal infected lodgepole pine trees. *Phytochemistry*. 1993; 34: 987-990.

11. Guenther E. *The essential oil*. vol: 2, Krieger pub. U.S.A. 1998.

12. Mcdonald RC and Fall R. Aceton emission from conifer buds. *Phytochemistry*. 1993; 34: 991-996.

13. Mirov NT. Composition of gum terpentines of pines. *Tech. Bul*. 1239, U.S. Dep. Agric.1961.

14. Powell RA. and Adams RP. Seasonal variation in the volatile terpenoids of *Juniperus scopulorum* (Cupressaceae). *Amer. J. Bot*. 1973; 60: 1041-1050.

15. Rhoades DF. Analysis of monoterpenes emitted and absorbed by undamaged boles of lodgepole pine. *Phytochemistry*. 1990; 24: 1463-1465.

16. Sadri HA and Assadi M. Preliminary studies on monoterpene composition of *Juniperus polycarpos*. *Iran Journ. Bot*. 1994; 6: 2.

17. Sandra P. and Bicchi C. Capillary chromatography in essential oil analysis. Haething Verlag, Heidelberg. 1987.

18. Sezik E and Erosoz T. monoterpene hydrocarbones of essential oil of *Juniperus foetidissima*. Fitoterapia: 1986; 57: 442 - 444.

19. Smith RH. Variation in the monoterpens of *Pinus ponderosa* Laws. Science. 1964; 143: 1337-1338.

20. Von Rudloff E. Gas-loquid chromatography of terpenes. Part V. The volatile oils of leaves of black, white, and Colorado sprus. Tappi. 1962: 45: 181 - 184.

21. Yamanaka K. Normal and traumatic resin-cauals in the secondary pheloem of conifers. Journal of the Japan Wood Research Society. 30: 347 - 353.