Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 52, No 2, Summer 2021 (419-428)
DOI: 10.22059/ijhs.2020.298425.1774

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰ (ص ۴۲۸-۴۱۹)

مقاله پژوهشی:

مقایسه کمی و کیفی اسانس حاصل از صمغ درخت بنه در سیزده رویشگاه طبیعی

مریم دیده‌ور[۱]، محمدتقی عبادی[۲*] و مهدی عیاری نوش‌آبادی[۲]
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/٦- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۵)

چکیده

بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) از گونه‌های غالب پسته وحشی موجود در ایران می‌باشد. شیرابه درخت بنه یک ترکیب اولئورزینی است که از لایه خارجی پوست داخلی این گیاه ترشح می‌شود و در ایران سقز نامیده می‌شود. در این پژوهش درصد و ترکیبات شیمیایی اسانس شیرابه بنه در ۱۳ رویشگاه لامرد، گچساران، دهپابید، جیرفت، مریوان (چهار رویشگاه گواز، قامیشله، انجیران و هانه شیخان)، کهنوج، شوریجه، دالاهو، اندیمشک و ایلام مورد بررسی قرار گرفت. استخراج اسانس با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب انجام گردید و برای شناسایی و اندازه گیری اجزای اسانس، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین مقدار اسانس (۲٦/٦ و ۹/۵ درصد) به ترتیب متعلق به صمغ مناطق مریوان (روستای گواز) و جیرفت بود. همچنین محتوای اسانس نمونه‌های شوریجه (۲۵ درصد)، مریوان-انجیران (۲۵ درصد)، مریوان- قامیشله (۲٤/٦ درصد) نیز بسیار مطلوب بود. بررسی ترکیبات اسانس نشان داد به‌طورکلی ۳۹ ترکیب در اسانس صمغ درختان بنه وجود داشت که ترکیبات اصلی آن عبارت بودند از: آلفا-پینن (۹۱/۳-٦٦/۲ درصد)، بتا-پینن، کامفن، سابینن، دلتا-۲-کارن، آلفا-فلاندرن، آلفا-ترپینن، پارا-سیمن، سیس-لیمونن اکسید، پاراسیمینن، ترانس-پینوکاروئول، سیس-ایزوسیترال، نئوایزو-وربنول و میرتنال. همچنین هیدروکربن های مونوترپنی به عنوان گروه اصلی تشکیل‌دهنده ترکیبات اسانس در تمام نمونه‌ها بودند و بین ۸۱/۱ تا ۹۷/۹ درصد اجزای اسانس را تشکیل دادند.

واژه‌های کلیدی: **آلفا-پینن، اسانس، بنه، صمغ، هیدروکربن های مونوترپنی.**

Qualitative and quantitative evaluation of *Pistacia atlantica* Desf. essential oil from thirteen natural habitats

Maryam Didehvar[1], Mohammad-Taghi Ebadi[2*] and Mahdi Ayyari Noushabadi[2]
1, 2. M.Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
(Received: Feb. 25, 2020- Accepted: Aug. 05, 2020)

ABSTRACT

Baneh (*Pistacia atlantica* Desf.) is one of the main wild species of *Pistacia* in Iran. The exudate of this plant is an oleo-gum-resin that comes out of the outer layer of plant bark and is called "Saghez" in Iran. In this study, the content and chemical composition of oleo-gum-resin essential oil from thirteen habitats in Iran, including: Lamerd, Gachsaran, Dehpabid, Jiroft, Marivan (Govaz, Ghamishleh, Anjiran, Haneh sheikhan), Kahnoj, Shorigeh, Dalaho, Andimeshk, Ilam were investigated. The essential oil extraction was carried out through hydro-distillation by the Clevenger apparatus for three hours. Identification and quantification of individual components were performed by GC/MS and GC-FID, respectively. The results showed that the highest and the lowest essential oil content (26.6% and 9.5%) belonged to Marivan (Govaz) and Jiroft, respectively. Also, the essential oil content of Shorigeh (25%), Marivan-Anjiran (25%), Marivan-Ghamishleh (24.6%) was desirable. In total, thirty-nine compounds were identified. α–pinene, β–pinene, camphene, sabinene, δ-2-carene, α–phellandrene, α-terpinene, *ρ*–cymene, *cis*-limonene oxide, *ρ*–cymenene, *trans*-pinocarveol, *cis*-isocitral, neo-iso-verbanol and myrtenal were identified as main constituents. Also, monoterpene hydrocarbons were the main group of essential oils in all samples and they formed 81.1% to 97.9% of components.

Keywords: α-Pinene, essential oil, gum, monoterpene hydrocarbons, *Pistacia atlantica* Desf.

* Corresponding author E-mail: mt.ebadi@modares.ac.ir

مقدمه

جنس *Pistacia* در جهان دارای ۱۲ گونه است که سه گونه از آن با نام‌های پسته (*P. vera*)، بنه (*P. atlantica*) و خنجوک (*P. khinjuk*) در ایران وجود دارد. بنه با نام‌های بومی پسته وحشی، وَن، سقز و چاتلانقوش، از مهم‌ترین گونه‌های این جنس در ایران است (Mozaffarian, 2013; Mozaffarian, 2005). بنه درختی است دوپایه، خزان کننده، با ارتفاع ۲ تا ۷ متر، دارای تاجی متراکم و تقریباً کروی، به ندرت درختچه‌ای، برگ‌ها خزان کننده، به فرم شانه‌ای فرد، برگچه‌ها دایره‌ای- تخم‌مرغی، مستطیلی یا سرنیزه‌ای شکل، به طول ۲/۵ تا ۷ سانتی‌متر، گل‌ها در یک گل آذین پانیکول مجتمع یافته و میوه آن از نوع شفت به شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به طول ۵ تا ۸ میلی‌متر است (Mozaffarian, 2013). دامنه ارتفاع رویش این گونه بسیار گسترده است. در ترکیه و عراق بین ۳۰۰ تا ۱۸۰۰ متر، ایران بین ۸۰۰ تا ۲۸۰۰ متر، پاکستان و افغانستان بین ۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا گسترش دارد (Daryaei *et al*., 2012). این گیاه از جزایر قناری و کشورهای ساحل دریای مدیترانه تا آسیای صغیر، سوریه، قفقاز، ایران، افغانستان و پاکستان انتشار می‌یابد. بنه در ایران در حد فاصل استان‌های فارس و کردستان به صورت انبوه و در بقیه نقاط کشور به صورت پراکنده دیده می‌شود (Sadeghi *et al*., 2016).

کانال های حاوی صمغ و رزین در گیاهان زیادی مانند گونه های جنس پسته، بادام و بسیاری از گونه های علفی گزارش شده است. اغلب اندام های گیاهان مولد رزین مانند پوست بافت های چوبی، دمبرگ، گل، میوه و ریشه دارای کانال های مولد رزین و صمغ هستند که با توجه به سن اندام، طول، قطر و تعداد کانال تغییر می کند. مجاری مولد رزین و صمغ در بسیاری از گیاهان به صورت طبیعی و یا بر اثر محرک‌های خارجی از قبیل نیش حشرات، اثر برخی بیماری ها، زخم و یا ضربه بر گیاه و یا محرک‌های رشد حاصل می شود (Dehghani *et al*., 2006). صمغ‌ها و رزین‌ها یک گروه مهم از محصولات غیرچوبی جنگلی را تشکیل می‌دهند. صمغ‌ها به دسته‌ای از پلی‌ساکاریدها یا مشتقات آنها گفته می‌شود که در آب حل می‌شوند و محلول چسبنده ای ایجاد می کنند. رزین‌ها مخلوطی از ترپنوئیدها هستند که این ترکیبات نامحلول در آب، اما محلول در الکل و بیشتر حلال‌های آلی می‌باشند. در عصاره مجاری رزینی بنه، هم صمغ و هم رزین وجود دارد که برای سهولت فقط از اصطلاح صمغ معمولا استفاده می‌شود (Moraghebi *et al*., 2002).

به‌طور کلی صمغ بنه از دو بخش فرّار تربانتین و غیر فرّار کلوفان تشکیل شده است. تربانتین در تهیه مواد بهداشتی، عطرسازی، صنایع غذایی، به‌عنوان کاتالیزور در صنعت نساجی، واکس‌سازی، چسب، داروسازی، سموم دفع آفات کشاورزی و بسیاری از صنایع دیگر کاربرد دارد. در بخش پزشکی نیز از تربانتین در درمان بعضی از بیماری‌ها مانند عفونت مجاری ادرار و و رفع التهاب آنها استفاده می‌شود. کلوفان به‌طور گسترده در صنایع رنگ، چسب، کاغذ، پلاستیک، جلادهنده‌ها، نرم‌کننده‌ها و در صنایع غذایی (تهیه پایه آدامس) کاربرد دارد (Mahdavi, 2011).

صمغ حاصل از تنه درخت بنه دارای خاصیت ضدعفونی کننده می‌باشد. برای تسکین زخم معده و ناراحتی‌های گوارشی به‌کار می‌رود و برای خوشبو کردن دهان به عنوان آدامس باعث استحکام بافت لثه می‌شود. همچنین ملین، مدر، تسکین‌دهنده و ضد نفخ می‌باشد (Sadeghi *et al*., 2016).

برداشت شیره سقز از اواسط خردادماه شروع و تا اواسط مردادماه ادامه می‌یابد (Ghahramany *et al*., 2017). بهترین فصل بهره‌برداری شیره سقز تابستان است و اصولاً موقعی که هوا گرم شده است، زیرا هوای گرم باعث ترشح بیشتر صمغ می‌گردد و هوای سرد ترشح آن را کاهش می‌دهد (Mahdavi, 2011). در روش سنتی برداشت سقز، در پوست تنه و شاخه‌های اصلی درختان بنه با قطر بیش از ۲۰ سانتی‌متر، تعداد زیادی شیار ایجاد می‌گردد و شیرابه‌های تراوش شده در کاسه‌های گلی جمع‌آوری می‌شود. این کار، با اعمال تناوب ۳ تا ۴ ساله توسط روستاییان جنگل نشین انجام می‌شود و در هر نوبت بهره‌برداری، به‌طور متوسط از هر درخت بنه ۲۹۰ گرم سقز استخراج می‌گردد (Ghahramany *et al*., 2017).

حضور ترکیبات مختلف زیست‌فعال در *P. atlantica*، استفاده از صمغ برای بیماری‌های مختلف را توسط کارشناسان سنتی توجیه می‌کند. با این حال، جداسازی اجزاء فیتوشیمیایی و اعمال آن به فعالیت بیولوژیکی، قطعاً نتایج سودآور خواهد داشت (Shekhany & Ahmed., 2018). تولید اسانس در گیاهان دارویی علاوه بر شرایط متابولیکی گیاه، به فیزیولوژی گیاه، شرایط محیطی، اکوفیزیولوژی و ژنتیکی بستگی دارد. ترکیب اسانس‌های گیاهی شامل دو گروه مختلف شیمیایی می‌باشد که شامل ترپنوئیدها و فنیل پروپانوئیدها می‌باشد. اگر چه ترپنوئیدها (بویژه مونوترپن‌ها و سزکوئی‌ترپن ها) بخش اصلی ترکیب اسانس‌ها می‌باشند، ولی فنیل پروپانوئیدها نیز تاثیر عمده‌ای بر عطر و بوی اسانس‌ها دارند (Kanani *et al*., 2021). تجزیه اسانس به دست آمده از تقطیر با بخار صمغ زیر گونه موتیکا منجر به شناسایی و ارزیابی یازده ترپنوئید گردید که مهم‌ترین آن‌ها عبارت بودند از: آلفا-پینن (۷۰ درصد)، بتا-پینن (۱/۹۴ درصد)، لیمونن اکسید (۹ درصد)، میرتنول (۵/۳۱ درصد) و سیترال (۵/۷۲ درصد) (Delazar *et al*., 2004). در تحقیق دیگری که توسط Shekhany & Ahmed (2018) صورت گرفت، ۲۶ ترکیب در اسانس صمغ درختان بنه شناسایی شد که ترکیبات اصلی آن شامل آلفا-پینن ۵۷/۰۶ درصد، بتا-پینن ۹/۸۳ درصد، ترانس-پینوکاروئول ۲/۹۵ درصد، ترانس-وربنول ۳/۹۷ درصد و آلفا-فلاندرن-۸-ال ۳/۸۱ درصد بودند. همچنین Salimi *et al*. (2011) اسانس صمغ بنه منطقه بانه استان کردستان را آنالیز کرده و بیان نمودند که اسانس این نمونه غنی از آلفا-پینن بود (Salimi *et al*., 2011). تجزیه و تحلیل GC/MS از اسانس به دست آمده از صمغ سقز منطقه مرودشت منجر به شناسایی ۲۱ ترکیب شد که عمده‌ترین آنها آلفا-پینن (۵۴/۹۷ درصد)، میرسن (۱۱/۴۴ درصد) و لیمونن (۱۰/۰۸ درصد) بودند (Najafi *et al*., 2014).

تنوع ژنتیکی اساس برنامه‌های اصلاحی گونه‌های گیاهی است. کسب آگاهی از روابط خویشاوندی بین گونه‌ها و اطلاع از فاصله ژنتیک بین افراد و جمعیت‌ها امکان سازمان دهی ژنوتیپ‌ها و نمونه برداری بین ژنوتیپ‌های ژرم پلاسم و بهره برداری بیشتر و بهتر از تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی را امکان‌پذیر می‌سازد. با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیش برد اهداف به نژادی گیاهان و اهمیت توده‌های بومی، بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی ضروری به نظر می‌رسد (Taheri Boukani & Najafzadeh., 2020).

آگاهی یافتن و مدیریت تنوع طبیعی موجود در بین گونه‌های وحشی گیاهان و خویشاوندی آنها با نمونه‌های احتمالا اهلی شده، از نقش بسیار مهمی در برنامه‌ریزی‌های هدف دار برای حفاظت، بهبود و اصلاح این گیاهان برخوردار است. بنابراین لازم است تا با شناخت گونه‌های گیاهی و دستیابی به اطلاعات لازم در مورد محل‌های رویش و خصوصیات فیتوشیمیایی آن‌ها، گام‌های اساسی برای استفاده از اسانس‌های گیاهی و تهیه نقشه پراکنش جمعیت‌ها براساس این تنوع برداشته شود (Raeisi Monfared *et al*., 2019).

با توجه به مطالعات پیشین مشخص گردید که مقایسه جامعی در رابطه با مقدار و اجزای اسانس صمغ درختان بنه رویشگاه‌های مهم ایران صورت نگرفته است، لذا پژوهش حاضر به منظور بررسی درصد و اجزای اسانس صمغ سقز بدست آمده از ۱۳ رویشگاه مختلف کشور انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش، نمونه‌های صمغ درخت بنه از ۱۳ رویشگاه این گیاه در ایران (شکل ۱) تهیه و جهت بررسی درصد و اجزای اسانس به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس منتقل شد. اطلاعات مربوط به مناطق جمع‌آوری نمونه‌ها در جدول ۱ آمده است.

برای تعیین میزان اسانس، مقدار ۲ گرم صمغ سقز در سه تکرار بوسیله دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۳ ساعت مورد اسانس گیری قرار گرفت و میزان اسانس به روش درصد حجمی/وزنی محاسبه شد. سپس اسانس‌ها در شیشه های مخصوص جمع آوری گردید و اسانس‌ها توسط سولفات سدیم خشک، رطوبت گیری شدند. اسانس‌ها تا زمان آنالیز بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به دتکتور یونیزاسیون شعله (GC-FID) و کروماتوگرافی متصل

به طیف سنج جرمی (GC/MS) در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند.

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل 7890B ساخت شرکت Agilent و مجهز به آشکارساز FID بود. طول ستون HP-5، ۳۰ متر و قطر داخلی ستون ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بوده و برنامه ریزی حرارتی از ۶۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه صورت گرفت. دمای قسمت تزریق برابر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز برابر ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردیده بود. گاز حامل هلیم با سرعت جریان ۱/۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان فاز متحرک مورد استفاده قرار گرفت.

دستگاه کروماتوگراف گازی Termoquest-Finnigan متصل شده به دستگاه طیف‌سنج جرمی TRACE MS و ستون HP-5MS با طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرو متر بود. انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت بود. برنامه ریزی حرارتی و نوع و سرعت گاز حامل و دمای محفظه تزریق، مانند دستگاه GC تنظیم گردید. شناسایی ترکیبات اسانس با مقایسه طیف جرمی هر پیک با ترکیبات استاندارد در کتابخانه دستگاه (Adams، Wiley و Main library) و همچنین محاسبه شاخص بازداری و مطابقت هر ترکیب با منابع از طریق تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C8-C24) تحت شرایط یکسان به دست آمد.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی رویشگاه‌های درختان بنه

Table 1. Geographical information of *P. atlantica* habitats

No	Name of habitat	Province	Longitude	Latitude	Sea level (m)	Average annual temperature (℃)	Average annual rainfall (mm)
1	Dehpabid	Sistan va Baluchestan	60°46'36.5"	28°36'23.4"	19(93	20.2	142.8
2	Ilam	Ilam	46°24'10.2"	33°37'34.0"	1369	16.8	568.7
3	Dalaho	Kermanshah	46°14'19.9"	34°16'56.2"	1958	14.6	437
4	Shorigeh	Fars	53°04'30.1"	29°11'20.1"	1730	20.3	316.9
5	Kahnoj	Kerman	57° 41' 56.0"	27° 56' 26.5"	516	26.7	175.5
6	Jirfot	Kerman	57°52'58.4"	28°54'04.5"	680	25	169.1
7	Gachsaran	Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	51°10'36.5"	30°21'26.4"	721	22.4	600
8	Lamerd	Fars	53°10'52.9"	27°21'22.1"	417	25.5	202.1
9	Marivan-Anjiran	Kurdestan	46°09'57.0"	35°30'36.3"	1568	13.4	894.8
10	Marivan-Haneh shekhan	Kurdestan	46°12'19.0"	35°39'31.6"	1448	13.4	894.8
11	Marivan-Ghamishleh	Kurdestan	47°36'01.5"	35°53'42.7"	1782	13.4	894.8
12	Marivan-Govaz	Kurdestan	46°38'59.2"	35°06'31.2"	1821	13.4	894.8
13	Andimeshk	Khuzestan	48° 7' 2.23"	32° 51' 29.3"	616	24.3	307.7

شکل ۱. پراکنش رویشگاه‌های درختان بنه مورد مطالعه در نقشه ایران

Figure 1. Habitat distribution of *P. atlantica* in Iran map

نتایج حاصل از اندازه‌گیری محتوای اسانس صمغ‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده ها با آزمون دانکن در سطح آماری پنج درصد مقایسه شد. داده‌هایی که به‌صورت درصد بودند قبل از تجزیه و تحلیل آماری نرمال سازی شدند. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

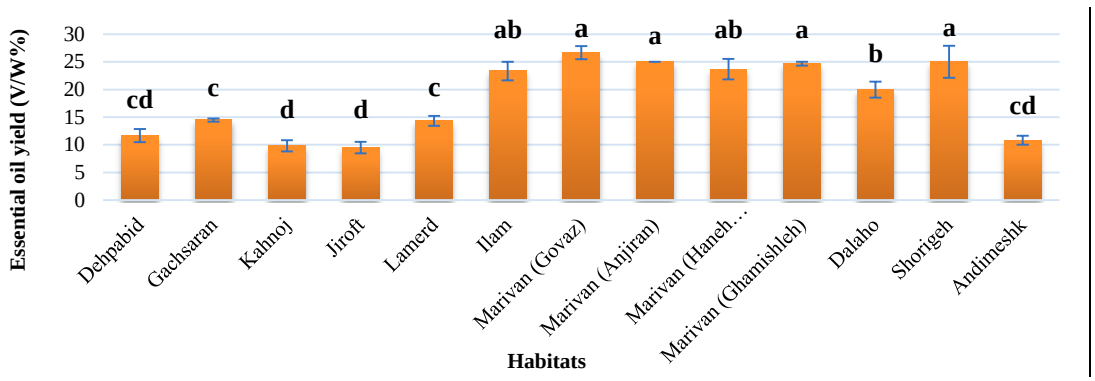
نتایج و بحث

درصد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین درصد اسانس (حجمی وزنی) نمونه‌های صمغ رویشگاه های مختلف از لحاظ آماری تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. همان‌گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود درصد اسانس نمونه‌ها از ۹/۵ تا ۲۶/۶ درصد متغیر بود. نتایج نشان داد که منطقه مریوان (روستای گواز) مقدار اسانس (۲۶/۶ درصد) بیشتری نسبت به دوازده رویشگاه دیگر داشت و درصد اسانس صمغ رویشگاه شوریجه (۲۵ درصد)، مریوان-انجیران (۲۵ درصد)، مریوان- قامیشله (۲۴/۶ درصد) نیز بسیار مطلوب بود. همچنین منطقه جیرفت کمترین مقدار اسانس (۹/۵ درصد) را در بین رویشگاه‌های مورد بررسی نشان داد.

در یکی از تحقیقات پیشین که روی اسانس صمغ درخت بنه از رویشگاه مریوان انجام شد، درصد اسانس ۲۲ درصد به دست آمده است (Delazar *et al.*, 2004). درحالی‌که در این تحقیق درصد اسانس نمونه‌ها از ۹/۵ درصد تا ۲۶/۶ درصد متغیر بود. تولید ترکیبات ثانویه در گیاهان تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد. ازآنجاکه تولید اسانس به عنوان ماده مؤثره تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط مختلف اکولوژیک رویشگاه قرار می‌گیرد، بررسی ارتباط شرایط رویشگاهی با مقدار اسانس می تواند اطلاعات مناسبی جهت انتخاب شرایط کشت و اهلی سازی در اختیار پژوهشگران قرار دهد (Raeisi *et al.*, 2019).

تغییرات متوسط دمای سالیانه در رویشگاه‌های مختلف درختان بنه بین ۱۳/۴ تا ۲۶/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. به‌طوری‌که کمترین دما مربوط به منطقه مریوان و بیشترین دما مربوط به منطقه کهنوج بود. دمای محیط از طریق تأثیر در تبخیر و تعرق، هدایت روزنه‌ای، سرعت فعل و انفعالات شیمیایی، جذب املاح، حل‌شدن گازها و تأثیر در رشد و نمو گیاهان (نیاز حرارتی تجمعی گیاه) تولید متابولیت‌های اولیه و ثانویه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مسیر بیوسنتزی اسانس، دما روی سرعت متیلاسیون، اکسیداسیون و احیا تأثیر گذاشته و نسبت ترکیبات مختلف را تغییر می دهد که باعث تغییر در کمیّت و کیفیت اسانس می‌شود (Raeisi *et al.*, 2019). بررسی متوسط بارش سالیانه در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان داد بیشترین بارندگی در منطقه مریوان و کمترین میزان بارش در منطقه دهپابید رخ می‌دهد. لذا می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با کاهش دمای سالیانه و افزایش بارندگی سالیانه میزان اسانس در صمغ درختان بنه افزایش می یابد.



شکل ۲. مقایسه میانگین درصد اسانس صمغ بنه در رویشگاه‌های مورد بررسی

Figure 2. Mean comparison of essential oil content of *P. atlantica* gum in the studied habitats

اجزای اسانس

بررسی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس صمغ درخت بنه رویشگاه‌های مختلف نشان داد نمونه‌های مختلف صمغ مورد مطالعه در این تحقیق از نظر نوع و درصد ترکیبات تنوع قابل توجهی با یکدیگر داشتند (جدول ۲، شکل ۳). در مجموع ۳۹ ترکیب شناسایی شد که از این تعداد، ۲۵ ترکیب در تمام نمونه‌ها مشترک بودند. تعداد ترکیب‌های شناسایی شده بر اساس رویشگاه‌ها عبارت بودند از: منطقه مریوان (گواز) ۳۲، لامرد ۳۳، گچساران ۳۵، دهپابید ۳۳، جیرفت ۳۷، مریوان (قامیشله) ۳۳، مریوان (انجیران) ۳۷، مریوان (هانه شیخان) ۳۸، کهنوج ۳۹، شوریجه ۳۷، دالاهو ۳۸، اندیمشک ۳۸ و ایلام ۳۱ ترکیب.

عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس صمغ درختان بنه عبارت بودند از: چهار ترکیب آلفا-پینن (۹۰/۹)، بتا-پینن (۱/۷ درصد)، پارا-سیمینن (۱/۴ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۱/۱ درصد) در رویشگاه مریوان (گواز)؛ سه ترکیب آلفا-پینن (۸۸/۸)، بتا-پینن (۱/۴ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۳/۲ درصد) در رویشگاه لامرد؛ چهار ترکیب آلفا-پینن (۷۷/۶)، بتا-پینن (۳/۱ درصد)، سابینن (۴/۵ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۴/۲ درصد) در رویشگاه گچساران؛ چهار ترکیب آلفا-پینن (۸۰/۳ درصد)، بتا-پینن (۲/۱ درصد)، سابینن (۱/۲) و ترانس-پینوکاروئول (۵/۷ درصد) در رویشگاه دهپابید، ده ترکیب آلفا-پینن (۶۶/۲)، سابینن (۱/۵ درصد)، بتا-پینن (۶/۱ درصد)، آلفا-فلاندرن (۱/۸ درصد)، آلفا-ترپینن (۱/۳ درصد)، پارا-سیمن (۱/۱ درصد)، سیس-لیمونن اکسید (۳/۳ درصد)، سیس-ایزوسیترال (۱/۲ درصد)، نئوایزو-وربنول (۱/۳ درصد) و میرتنال (۱/۱ درصد) در رویشگاه جیرفت؛ سه ترکیب آلفا-پینن (۹۰/۲)، بتا-پینن (۱/۹ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۱/۲ درصد) در رویشگاه مریوان (قامیشله)، دو ترکیب آلفا-پینن (۹۰/۲) و بتا-پینن (۱/۹ درصد) در رویشگاه مریوان (انجیران)، سه ترکیب آلفا-پینن (۸۸/۴ درصد)، بتا-پینن (۲/۰۴ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۱/۳ درصد) در رویشگاه مریوان (هانه شیخان)، هشت ترکیب آلفا-پینن (۶۹/۳ درصد)، بتا-پینن (۶/۷ درصد)، پارا-سیمن (۱/۲ درصد)، سیس-لیمونن اکسید (۳/۵ درصد)، سیس-ایزوسیترال (۲/۳ درصد)، نئوایزو-وربنول (۱/۴ درصد) و میرتنال (۱/۴ درصد) و کامفن (۱/۴ درصد) در رویشگاه کهنوج؛ چهار ترکیب آلفا-پینن (۹۱/۳)، بتا-پینن (۱/۶ درصد)، دلتا -۲-کارن (۱/۰۸ درصد)، پارا-سیمینن (۱/۲ درصد) در رویشگاه شوریجه، سه ترکیب آلفا-پینن (۸۶/۱ درصد)، بتا-پینن (۱/۸ درصد) و سیس-لیمونن اکسید (۱/۷ درصد) در رویشگاه دالاهو، چهار ترکیب آلفا-پینن (۸۲/۲ درصد)، بتا-پینن (۱/۹ درصد)، سابینن (۱/۶ درصد)، پارا-سیمن (۱/۸ درصد) در رویشگاه اندیمشک، سه ترکیب آلفا-پینن (۸۸/۹ درصد)، بتا-پینن (۲/۰۶ درصد)، و سیس-لیمونن اکسید (۱/۶ درصد) در رویشگاه ایلام. تفاوت در درصد و اجزای اسانس رویشگاه‌های مختلف را می‌توان به اثر متقابل بین عوامل ژنتیکی و محیطی مانند گونه‌های گیاهی، جنس، زمان برداشت، در دسترس بودن مواد مغذی خاک، منشأ جغرافیایی و شرایط آب و هوایی نسبت داد (Benabderrahmane *et al.*, 2015). با توجه به ترکیبات مختلف شناسایی شده در اسانس این سیزده رویشگاه، مشخص شد که هیدروکربن‌های مونوترپنی اصلی‌ترین گروه اجزای تشکیل‌دهنده اسانس صمغ درختان بنه بودند و پس از آن مونوترپن‌های اکسیژن دار سهم بیشتری را دارا بودند و هیدروکربن‌های سزکوئی ترپنی نیز سهم ناچیزی داشتند (شکل ۴).

نتایج به دست آمده تفاوت های بارزی را در میزان اسانس و نوع ترکیبات تشکیل‌دهنده نمونه‌های صمغ درختان بنه رویشگاه‌های مختلف کشور نشان داد. ترکیب آلفا-پینن در هر سیزده رویشگاه مورد بررسی وجود داشت و بیشترین مقدار هم مربوط به این ترکیب بود. دامنه تغییرات ترکیب آلفا-پینن از ۶۶/۲ درصد تا ۹۱/۳ درصد متغیر بود.

کمترین میزان آلفا-پینن (۶۶/۲ درصد) در اسانس رویشگاه جیرفت و بیشترین میزان آلفا-پینن (۹۱/۳ درصد) در رویشگاه شوریجه مشاهده شد. علاوه بر آلفا-پینن ترکیبات دیگری از جمله بتا-پینن، کامفن، سابینن، دلتا-۲-کارن، آلفا-فلاندرن، آلفا-ترپینن، پارا-سیمن، سیس لیمونن اکسید، پارا-سیمینن، ترانس-پینوکاروئول، سیس-ایزوسیترال، نئوایزو-وربنول و میرتنال در اسانس صمغ این رویشگاه‌ها شناسایی شد.

جدول ۲. ترکیبات اسانس صمغ درخت بنه رویشگاه‌های مورد بررسی

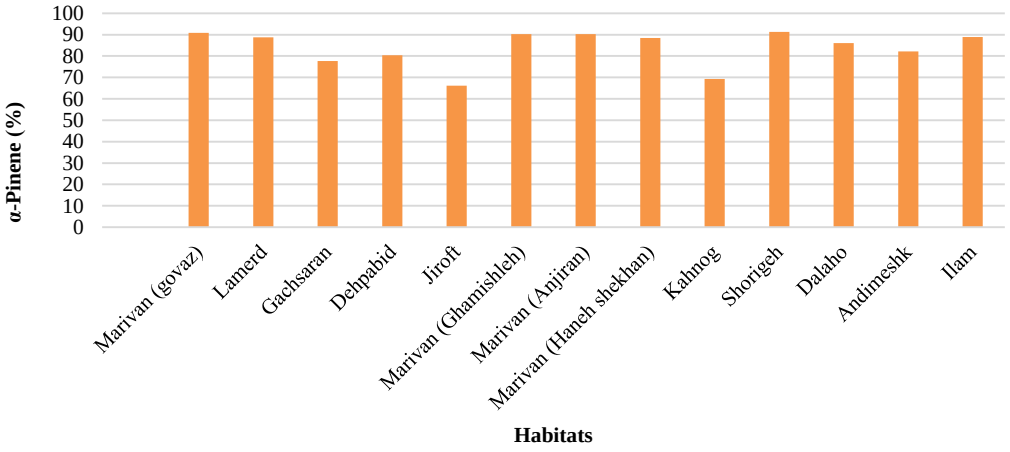
Table 2. Essential oil composition of *P. atlantica* gum in the studied habitats

No	RI[cal]*	RT**	Compound	Marivan (Govaz)	Lamerd	Gachsaran	Dehpabid	Jiroft	Marivan Ghamishleh	Marivan (Anjiran)	Marivan (Haneh shekhan)	Kahnoj	Shorigeh	Dalaho	Andimeshk	Ilam
1	936	7.7	α-Pinene	90.9	88.8	77.6	80.3	66.2	90.2	90.2	88.4	69.3	91.3	86.1	82.2	88.9
2	954	7.9	Camphene	0.6	0.4	0.6	0.5	0.9	0.6	0.6	0.7	1.4	0.3	0.7	0.5	0.9
3	958	8.0	Thuja-2,4(10)-diene	tr***	0.2	0.1	0.2	0.6	0.1	0.1	0.2	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2
4	976	8.4	Sabinene	0.3	0.1	4.5	1.2	1.5	0.3	0.3	0.3	0.9	0.2	0.2	1.6	0.3
5	983	8.5	β-Pinene	1.7	1.4	3.1	2.1	6.1	1.9	1.9	2.04	6.7	1.6	1.8	1.9	2.1
6	991	8.7	Myrcene	-	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-
7	995	8.8	δ-2-Carene	0.3	tr	tr	tr	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	1.1	0.1	0.5	0.1
8	1010	9.3	α-Phellandrene	0.4	0.1	0.1	0.1	1.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	-	0.1
9	1014	9.6	*δ*-3-Carene	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	0.1	0.1	-	tr	0.1	tr
10	1021	9.7	α-Terpinene	0.1	0.1	0.5	0.3	1.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.1	0.2	0.6	0.1
11	1029	9.8	*ρ*-Cymene	0.5	0.4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.5	0.5	1.2	0.7	0.5	1.8	0.5
12	1033	9.9	Limonene	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2	0.1	tr	0.1	0.1	0.1
13	1037	10.0	1,8-Cineole	tr	tr	tr	tr	0.2	tr	0.1	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr
14	1047	10.1	*trans-β* -Ocimene	tr	0.1	0.1	0.1	0.2	tr	tr	0.1	0.1	tr	0.1	0.1	tr
15	1091	11.3	dehydro-Linalool	tr	0.2	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	tr	0.1	0.3	0.1
16	1096	11.5	*ρ*-Cymenene	1.4	0.1	0.2	0.2	0.7	0.3	0.5	0.4	0.3	2.1	0.3	0.1	0.3
17	1103	11.7	Linalool	0.1	0.1	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1
18	1109	12.0	α-Pinene oxide	0.3	0.4	0.3	0.5	0.1	0.1	tr	0.1	0.1	tr	tr	tr	tr
19	1134	13.1	*cis*-Limonene oxide	1.1	3.2	4.2	-	3.3	1.2	0.8	1.3	3.5	tr	1.7	0.3	1.6
20	1149	13.1	*trans*-Pinocarveol	tr	0.1	0.1	5.7	0.8	0.2	0.2	0.2	0.7	tr	0.3	0.1	0.2
21	1153	13.3	*trans*-Verbenol	0.2	tr	0.1	0.1	0.1	tr	tr	0.1	0.1	tr	-	0.1	tr
22	1166	13.6	*cis*-Isocitral	tr	0.1	0.2	0.3	2.1	0.4	0.3	0.4	2.3	0.1	0.7	0.9	0.5
23	1170	13.9	Pinocampheol	0.1	tr	0.8	0.2	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.1
24	1180	14.3	*trans*-Isocitral	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1	0.3	0.3	0.2
25	1187	14.4	neoiso-Verbanol	0.1	0.4	0.7	0.8	1.3	0.3	0.2	0.3	1.4	0.1	0.5	0.3	0.4
26	1206	14.8	Myrtenal	0.1	0.3	0.4	0.5	1.1	0.1	0.1	0.2	1.4	tr	0.4	0.2	0.2
27	1218	15.0	Verbenone	tr	0.2	0.2	0.4	0.5	0.1	0.1	0.1	0.5	tr	0.3	0.1	0.1
28	1227	15.1	*cis*-Carveol	tr	0.1	-	-	0.1	tr	tr	0.1	0.1	tr	tr	0.3	tr
29	1283	17.0	*ρ*-Menth-1-en-7-al	tr	tr	tr	tr	0.2	tr	tr	tr	0.1	tr	0.1	0.1	tr
30	1289	17.2	Bornyl acetate	tr	tr	tr	0.1	0.2	0.1	tr	0.1	0.2	tr	0.1	0.1	0.1
31	1300	17.4	Carquejol acetate	-	0.1	0.4	tr	0.1	tr	tr	0.1	0.1	-	0.1	0.1	tr
32	1307	17.5	Carvacrol	tr	0.1	0.1	tr	0.1	tr	tr	0.1	0.3	0.1	tr	0.1	tr
33	1349	18.5	α-Cubebene	tr	tr	tr	tr	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	tr	tr	0.2	-
34	1354	18.5	α-Longipinene	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr	tr	0.1	-
35	1379	19.2	α-Copaene	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	0.1	0.1	-
36	1410	20.3	*trans*-Caryophyllene	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	0.1	0.1	-
37	1495	21.9	β-Selinene	-	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	0.1	0.3	-
38	1522	22.7	δ-Cadinene	-	-	-	-	0.1	-	tr	tr	tr	tr	0.2	0.2	-
39	1528	23.2	*cis*-Calamenene	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	0.1	0.4	-
			Total	98.5	97.2	96.1	95.4	92.9	97.7	97.3	97.44	93.7	98.6	95.9	95	97.2

*: RI[cal]: Calculated retention Index

**: RT: Retention time

***: tr: trace



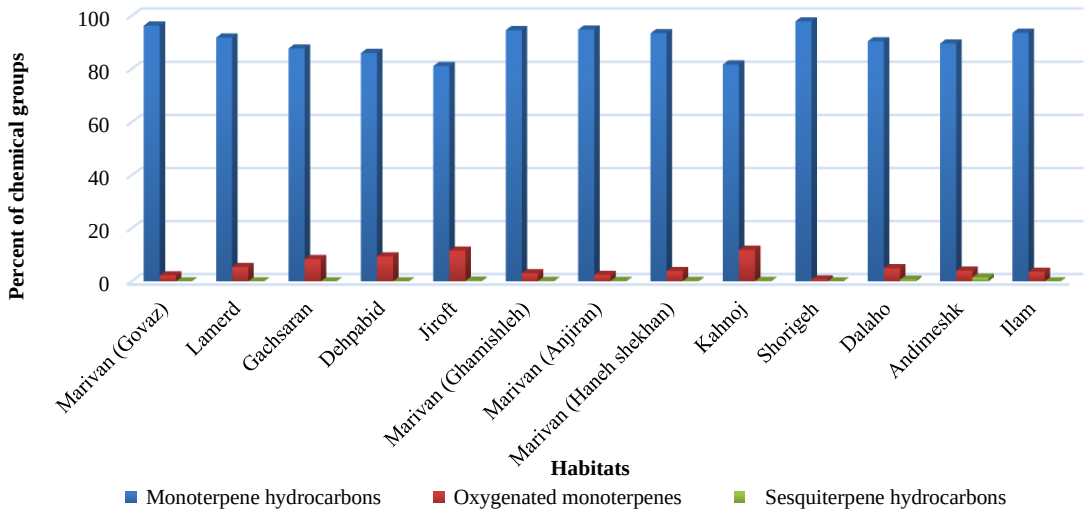
شکل ۳. درصد آلفا-پینن تشکیل‌دهنده اسانس بنه در رویشگاه‌های مورد بررسی

Figure 3. α-Pinene content in *P. atlantica* essential oil in the studied habitats

بتا-پینن در اسانس همه رویشگاه‌ها شناسایی شد. به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان آن ۱/۴-۶/۷ درصد به ترتیب در دو رویشگاه لامرد و کهنوج مشاهده گردید. کامفن فقط در اسانس رویشگاه کهنوج و ترکیب دلتا-۲-کارن فقط در اسانس رویشگاه شوریجه و ترانس-پینوکاروئول در اسانس رویشگاه دهپابید مشاهده شد. ترکیب سابینن در صمغ رویشگاه‌های گچساران، دهپابید، جیرفت و اندیمشک و سه ترکیب سیس-ایزوسیترال، نئوایزو-وربنول و میرتنال در صمغ رویشگاه‌های جیرفت و کهنوج دیده شد. دو ترکیب آلفا-فلاندرن و آلفا-ترپینن فقط در صمغ رویشگاه جیرفت مشاهده شد. پارا-سیمن در صمغ سه رویشگاه جیرفت، کهنوج و اندیمشک و ترکیب پارا-سیمینن در صمغ دو رویشگاه مریوان-گواز و شوریجه شناسایی شد. ترکیب سیس-لیمونن اکسید در صمغ رویشگاه‌های گواز، لامرد، جیرفت، گچساران، قامیشله، هانه شیخان، کهنوج، دالاهو و ایلام مشاهده شد.

ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس صمغ درختان بنه این مطالعه با تحقیقات پیشین شباهت ها و تفاوت هایی داشت. در اکثر این مطالعات، ترکیبات آلفا-پینن و بتا-پینن به عنوان اجزای اصلی اسانس صمغ درختان بنه معرفی شده اند. به‌طور مثال مراقبی و همکاران (۱۳۸۰) آلفا-پینن را به عنوان مهمترین ترکیب اسانس صمغ درختان بنه را در رویشگاه‌های استان‌های کرمانشاه، لرستان و ایلام معرفی نمودند. سلیمی و همکاران (۱۳۹۰) اسانس صمغ بنه منطقه بانه استان کردستان را آنالیز کرده و ترکیبات اصلی اسانس را مشخص کردند. اجزای اصلی اسانس به عنوان آلفا-پینن (۸۷/۹ درصد)، بتا-پینن (۷/۴ درصد)، کامفن (۲/۷ درصد) و وربنون (۲/۵ درصد) شناسایی شد (Salimi *et al.*, 2011). میراحمدی و همکاران (۱۳۹۸) اسانس صمغ رویشگاه کردستان را آنالیز کرده و ترکیبات اصلی اسانس را مشخص کردند. اجزای اصلی اسانس به عنوان آلفا-پینن، بتا-پینن، دلتا-۳-کارن، لیمونن و کامفن شناسایی شد (Mirahmadi *et al.*, 2019). بررسی ترکیب شیمیایی اسانس صمغ *P. atlantica* نشان داد آلفا-پینن، بتا-پینن، کامفن و سابینن اجزای اصلی اسانس را تشکیل دادند (Sharifi *et al.*, 2011). همچنین در رویشگاه‌های درختان بنه سایر کشورهای جهان نیز یافته‌های مشابهی گزارش شده است. به‌طور مثال تعداد ۵۰ ترکیب در اسانس نمونه‌های جمع‌آوری شده از سه رویشگاه در کشور الجزایر شناسایی شد که ترکیبات عمده شامل آلفا-پینن (۷۹/۸ درصد، ۶۵/۳ درصد، ۲۵/۴ درصد) و بتا-پینن (۷/۴ درصد، ۱۶/۵۲ درصد، ۳ درصد) بود (Benabderrahmane *et al.*, 2015). Barrero *et al.* (2005) ترکیبات مختلف اسانس صمغ درختان بنه در کشور مراکش را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج به دست آمده دو ترکیب آلفا-پینن و بتا-پینن به عنوان ترکیبات عمده اسانس گزارش شد. در تحقیقی اسانس صمغ درخت بنه در الجزایر آنالیز شد. اجزای اصلی اسانس شامل آلفا-پینن (۳۹/۴ درصد)، بتاپینن (۱۲/۹ درصد)، کارواکرول (۱۱/۸ درصد)، پینوکارون (۵/۵ درصد) و لیمونن (۵/۱ درصد) بودند (Benhassaini *et al.*, 2008).

آلفا-پینن یک هیدروکربن مونوترپنی دو حلقه‌ای با فرمول $C_{10}H_{16}$ و با جرم مولکولی ۱۳۶/۲۳ گرم بر مول می‌باشد. به دلیل اهمیت آن در درمان انواع بیماری‌ها به ویژه خاصیت ضد توموری آن در برابر سلول‌های سرطان سینه و کولون معده، در ساخت داروهای ضد سرطان با منشأ گیاهی کاربرد دارد. آلفا-پینن در گیاهان به عنوان مکانیسم دفاعی جهت محافظت در برابر آفات و حشرات عمل می‌کند که از این خاصیت آن در تولید سموم آفت‌کش با منشأ زیستی در صنعت مربوطه بهره می برند (Raeisi *et al.*,2019). از آلفا-پینن در صنایع مختلف از جمله تولید ترکیبات معطره مانند لینالول، نرول، ترپینول و غیره، در صنایع داروسازی و شیمیایی و بهداشتی به عنوان ماده واسطه استفاده می‌گردد (Mahdavi, 2011). با توجه به موارد کاربرد آلفا-پینن، نمونه‌های صمغ از رویشگاه‌های شوریجه، گواز، انجیران و هانه شیخان که در اسانس خود میزان بیشتری آلفا-پینن داشتند، کیفیت بالاتری برای استفاده در داروسازی و تولید سموم آفت‌کش دارند.



شکل ۴. گروه‌های شیمیایی تشکیل‌دهنده اسانس بنه در رویشگاه‌های مورد بررسی
Figure 4. Chemical groups of *P. atlantica* essential oil in the studied habitats

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر حاکی از این است که درصد و اجزای اسانس صمغ درختان بنه در اکوسیستم‌ها، تحت تاثیر عوامل مختلفی نظیر اقلیم منطقه، نوع خاک، ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی دارد. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین مقدار اسانس (۲۶/۶ و ۹/۵ درصد) به ترتیب متعلق به صمغ مناطق مریوان (روستای گواز) و جیرفت بود. بررسی ترکیبات اسانس نشان داد به‌طورکلی ۳۹ ترکیب در اسانس صمغ درختان بنه وجود داشت که ترکیبات اصلی آن عبارت بودند از: آلفا-پینن (۹۱/۳-۶۶/۲ درصد)، بتا-پینن، کامفن، سابینن، دلتا-۲-کارن، آلفا-فلاندرن، آلفا-ترپینن، پارا-سیمن، سیس-لیمونن اکسید، پاراسیمینن، ترانس-پینوکاروئول، سیس-ایزوسیترال، نئوایزو-وربنول و میرتنال. همچنین هیدروکربن های مونوترپنی به عنوان گروه اصلی تشکیل‌دهنده ترکیبات اسانس در تمام نمونه‌ها بودند. نتایج این تحقیق نشان داد کاهش دمای سالیانه و افزایش بارندگی سالیانه سبب افزایش میزان اسانس در صمغ درختان بنه شد. همچنین ترکیبات اصلی اسانس حاصل از صمغ در رویشگاه‌های مختلف این درخت تقریباً یکسان بود و دو ترکیب آلفا-پینن و بتا-پینن در تمامی نمونه‌ها حضور داشتند.

REFERENCES

1. Barrero, A. F., Herrador, M. M., Arteaga, J. F., Akssira, M., Mellouki, F., Belgarrabe, A. & Blázquez, M. A. (2005). Chemical composition of the essential oils of *Pistacia atlantica* Desf. *Journal of Essential Oil Research*, 17(1), 52-54.
2. Benhassaini, H., Bendeddouche, F. Z., Mehdadi, Z. & Romane, A. (2008). GC/MS analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* from Algeria. *Natural Product Communications*, 3(6), 929-932
3. Benabderrahmane, M., Aouissat, M., Bueso, M. J., Bouzidi, A. & BenaliE, M. (2015). Chemical composition of essential oils from the oleoresin of *Pistacia atlantica* Desf from Algeria. *Journal of Biochemistry International*, 2(4), 133-137.
4. Daryaei, M.G., Hoseiny, SK., Taheri, K., Mirzaei, J. & Mzbani, A. (2012). Effect of morphological variables of *Pistacia atlantica* on gum and seed production. *Iranian Journal of Biology*, 25(2), 303-314.
5. Dehghani, S.Y., Rahmani, A. & Jaymand, K. (2006). A preliminary study on resin duct initiation and development in one-year-old seedlings of *Pistacia atlantica* subsp. *mutica*. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 2(14), 92-95. (In Farsi).

6. Delazar, A., Reid, R. G. & Sarker, S. D. (2004). GC-MS analysis of the essential oil from the oleoresin of *Pistacia atlantica* var. mutica. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(1), 24-27.
7. Gahramany, L., Saeidzadeh, F. & Ghazanfari, H. (2017). Response of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf) to resin exploitation. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 4(23), 25-44. (In Farsi).
8. Kanani, M., Chamani, E., Shokouhian, A. & Torabi Giglou, M. (2021). Investigation on quality changes of damask rose essential oil during different phenology stages in Oroumieh region. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(4), 955-963. (In Farsi).
9. Mahdavi, A. (2011). Non wood forest and rangeland products of Zagros exploitation methods, use cases and their medical benefits. University of Ilam Press. (In Farsi).
10. Mirahmadi, F., Mizani, M., Sadeghi, R. & Givianrad, M. H. (2019). Chemical composition and thermal properties of *Pistacia atlantica* subsp. Kurdica gum. *Applied Biological Chemistry*, 62(4), 1-13.
11. Moraghebi, F., Ali Ahmad Karori, S. & Mirza, M. (2002). Comparison of resin essential oil of *Pistacia atlantica* in Kermanshah, Lorestan and Ilam provinces. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 7(2), 143-160. (in Farsi).
12. Mozaffarian, V. (2005). *Trees and shrubs of Iran.* Farhang Moaser, Tehran, Iran. (In Farsi).
13. Mozaffarian, V. (2013). *Identification of Iranian Aromatic and Medicinal Plants.* Farhang Moaser, Tehran, Iran. (In Farsi).
14. Najafi, M. H., Farimani, R. H., Tavakoli, J. & Madayeni, S. (2014). GC-MS Analysis and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Trunk Exudates of *Pistacia atlantica* var. mutica. *Chemistry of Natural Compounds*, 50(2), 376-378.
15. Raeisi Monfared, A., Yavari, A. & Moradi., N. (2019). Study on chemical compositions of essential oil of some *Salvia santolinifolia* Boiss. Ecotypes. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 50(3), 745-754. (in Farsi).
16. Sadeghi, Z., Vallizadeh, J. & Azizian Shermeh, A. (2016). Evaluation of phenol, total flavonoid and antioxidant activity of *Pistacia atlantica* gum from Saravan region (Sistan and Baluchestan province*). Eco-Phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 2(3), 18-27. (In Farsi).
17. Salimi, F., Shafaghat, A., Sahebalzamani, H. & Alizadeh, M. M. (2011). α-Pinene from *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *Kurdica* (Zohary) Rech. F. *Der Chemica Sinica*, 2(3), 1-3.
18. Sharifi, M. S. & Hazell, S. L. (2011). GC-MS analysis and antimicrobial activity of the essential oil of the trunk exudates from *Pistacia atlantica*. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(8), 1364-1367.
19. Shekhany, H. K. A. & Ahmed, H. A. (2018). The study of chemical composition of gum in *Pistacia atlantica* in Erbil region. *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, 30(3), 26-32.
20. Taheri Boukani, K. & Najafzadeh, R. (2020). Evaluation of diversity of yarrow (*Achillea biebersteinii* Afan. and *Achillea wilhelmsii* C. Koch) populations in West-Azerbaijan province based on morphological traits, essential oil percentage and composition. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 51(1), 215-228. (In Farsi).