

استخراج اسانس بابونه به روش دی اکسید کربن فوق بحرانی و آنالیز آن توسط گاز کروماتوگرافی کوپل شده با اسپکتر و سکویی جرمی

- غلامرضا نبی، عضو هیات علمی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
- کامکار جاپمند، عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع
- محمدباقر رضایی، عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۷۸ تاریخ پذیرش: خردادماه ۱۳۷۹

صنعتی می‌باشد را می‌توان با استفاده از روش فوق بحرانی بهبود بخشید. در حقیقت روشهای سنتی مثل روش تقطیر با بخار آب می‌تواند موجب تجزیه حرارتی محصولات گردد و یا روش استخراج با حلال موجب آلودگی محصول، توسط حلال آلی خواهد شد.

محققین بسیاری براساس این روش کار کرده‌اند، ولی تمام محصولات بدست آمده آنها حالت مومی شکل داشته و دارای ترکیبات نامطلوب و مضر بوده است (۵ و ۶).

اخیراً تشخیص داده‌اند که این ترکیبات مضر را می‌توان از طریق جداسازی فوق بحرانی با استفاده از دو یا چند جداکننده سری و شرایط مناسب حذف نمود (۷ و ۸) ضمناً با این روش اسیدهای چرب و مشتقات آنها را نیز شرایط مناسب و استفاده از حلالهایی با دانسیته کم حذف نمود.

نظر به اینکه روش استخراج فوق بحرانی که توسط یکی از محققین (۱) در فشار و دماهای مختلف انجام شده است نشان می‌دهد که اسانس ویسکوز آبی رنگی ایجاد و به راحتی در CO_2 فوق بحرانی حل می‌گردد و در NO_2 نیز حل شده و ترکیبات نامطلوب نیز در آن وجود داشته است. ضمناً برای جدا کردن ترپنها، بیسابولول، ماتریسین و دی سیکلواترها از کروماتوگرافی لایه نازک اسپکتروسکوپی استفاده شده است.

دانشمندان سعی کردند تا اسانس بابونه را در فشار ۲۰۰ بار و دمای ۴۰ درجه سانتیگراد جدا نمایند، ولی محصول فقط ۲۰ درصد از مواد فرار را دارا بوده است و ترکیباتی مثل β -فانسیلین، اکسیدهای بیسابولول A و B، بیسابولول و ماتریسین به صورت کامازولین را توسط GC-MS شناسایی نمودند (۱۰).

آنها با توجه به استفاده از یک گونه بابونه، که دارای مقدار زیادی ماتریسین بود فقط مقدار کمی ماتریسین (کامازولین) را جداسازی نمودند. ضمناً آنها نشان داده‌اند که ترکیبات فعال به دست آمده از روش فوق بحرانی به مراتب بیشتر از روش سنتی است. لذا جداسازی اسانس براساس روش فوق بحرانی، طی یک مرحله و تحت یک شرایط امکان پذیر است.

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 49 PP: 136-139

Supercritical fluid extraction of essential oils from *Matricaria chamomilla* L. and analysis by GC/MS

By: G. R. Nabi; Member of scientific board of Tehran Univ. K. Jaimand; M. B. Rezaee. Members of scientific board of forests and rangelands research Institute.

Supercritical fluid extraction with carbon dioxide is used to extract the essential oils from the medicinal herb, *Matricaria chamomilla* L. Samples were extracted with supercritical carbon dioxide at 90 bar and 40° c in two separators at 90 bar 5c and 30 bar and - 5° c. The extracts are examined by GC/MS. Chamazulene is an artifact, formed during hydrodistillation from the guaiane-type sesquiterpene-lactone matricin. Major components are bisabolol oxide A and B (50.42% and 16.88%), Cis-dicycloether (0.64%), bisabolone oxide (7.76%).

Key words: Supercritical Fluid Extracts, Carbon dioxide, *Matricaria chamomilla* L. Bisabolol oxide A and B, Matricin.

چکیده

استخراج اسانس بابونه توسط CO_2 فوق بحرانی، زمینه‌ای برای جداسازی اجزاء اسانس می‌باشد. این اجزاء توسط GC-MS شناسایی شدند که نه تنها نشان دهنده تمام جزئیات ترکیبات موجود در اسانس می‌باشد بلکه حضور ترکیبات نامطلوب را نیز نشان می‌دهد. مناسب‌ترین استخراج اسانس در فشار ۹۰ اتمسفر و دمای ۴۰ درجه سانتیگراد بدست آمده است و محصول را در دو جدا کننده سری به ترتیب در فشار ۹۰ اتمسفر و دمای ۵- درجه سانتیگراد و فشار ۳۰ بار و دمای ۵- درجه سانتیگراد جدا نمودیم به طوری که تمامی ترکیبات نامطلوب در اولین جداکننده ته نشین گردیدند. از آنجایی که تبدیل ماتریسین به کامازولین انجام نشده، لذا اسانس تحت تاثیر تجزیه حرارتی قرار نگرفته است. ترکیباتی مثل اکسیدهای بیسابول و اکسید بیسابولون بیش از ۷۵ درصد از ترکیبات موجود در اسانس بابونه و دی سیکلواترها نیز ۱۳ درصد از آن را تشکیل می‌دهند.

کلمات کلیدی: استخراج فوق بحرانی، دی اکسید کربن، بابونه، بیسابولول اکسید آ و ب، ماتریسین

مقدمه

استخراج فوق بحرانی CO_2 در زمینه شیمی گیاهی مورد توجه محققین زیادی می‌باشد. این روش همچنین به عنوان یک روش آنالیز جهت آماده‌سازی نمونه‌ها از ترکیبات طبیعی استفاده می‌شود، این روش همچنین می‌تواند به عنوان یک فرآیند صنعتی جهت بهبود بخشیدن کیفیت محصولات تولید شده از مواد گیاهی استفاده شود.

از میان حلالهای ممکن در روش بحرانی به لحاظ ارزتر و ساده‌تر بودن، دی اکسید کربن بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضمناً این حلال میل ترکیبی زیادی با ترکیبات چربی دوست که می‌بایستی استخراج گردند نشان می‌دهد.

با وجود این تحقیقاتی در استفاده از سایر حلالها مثل: نیتروس اکسید (۲ و ۱) و حلالهایی به همراه CO_2 (۳ و ۴) انجام شده است. تولید اسانس که از فرآیندهای

بدست آمده از این آزمایش وجود دارد، لذا هیچ یک از شرایط موجود نتوانستند اسانس خالص را ایجاد نمایند. این آزمایشات آشکارا نشان می‌دهد که پارافینها در سطح گیاه و ترکیبات اسانس در قسمت داخلی برگها وجود دارند.

بنابراین پارافینها توسط خیساندن گیاه استخراج شده، در حالیکه برای استخراج اسانسها می‌بایستی بر انتقال جرم داخلی غلبه نمود (۱).

سایر ترکیبات نامطلوب نیز در دانسیته‌های بالای CO_2 ($P > 12 \text{ bar}$, $T = 24^\circ C$) استخراج می‌گردند، تمام موارد فوق توسط GC-MS شناسایی شده‌اند و طیف جرمی آنها نشان می‌دهد که ساختار اصلی آنها دارای متیل استر اسیدهای چرب است که جزئیات بیشتر آنها در اینجا بحث نشده است.

تمام آزمایشات نشان‌دهنده آن است که بابونه‌ای که در این مطالعه استفاده شده متعلق به گونه شیمیایی اکسیدبیسابولول بوده و دارای مقدار کمی از ماتریسین و بیسابولول نیز می‌باشد.

در اولین جداکننده شرایط عمل به گونه‌ای است که

VARIAN مدل ۳۴۰۰ مجهز به آشکارساز یونی بدست آمده است.

طیف جرمی توسط دستگاه کروماتوگراف HP-5890 جفت شده با آشکارساز جرمی HP-5970 بدست آمده است. نوع ستون استفاده شده نیز DB-5 می‌باشد.

شرایط GC برای جدا سازی اسانس به شرح زیر می‌باشد:

دمای کوره 50° درجه سانتیگراد برای ۵ دقیقه که تا 250° درجه سانتیگراد با سرعت ۲ درجه سانتیگراد در هر دقیقه افزایش می‌یابد ستون مورد استفاده برای مشخص کردن پارافینها HP-1 بوده است.

شرایط GC برای جداسازی این پارافینها عبارت است از: دمای کوره 120° درجه سانتیگراد برای مدت یک دقیقه که تا 210° درجه سانتیگراد با سرعت $5 \frac{C}{min}$ افزایش یافته است و در حالت دوم از دمای 210° تا 290° درجه سانتیگراد با سرعت $3 \frac{C}{min}$ افزایش یافته و سپس در آن دما ثابت نگهداشته شده است.

درصد ترکیبات موجود در اسانس و ترکیبات

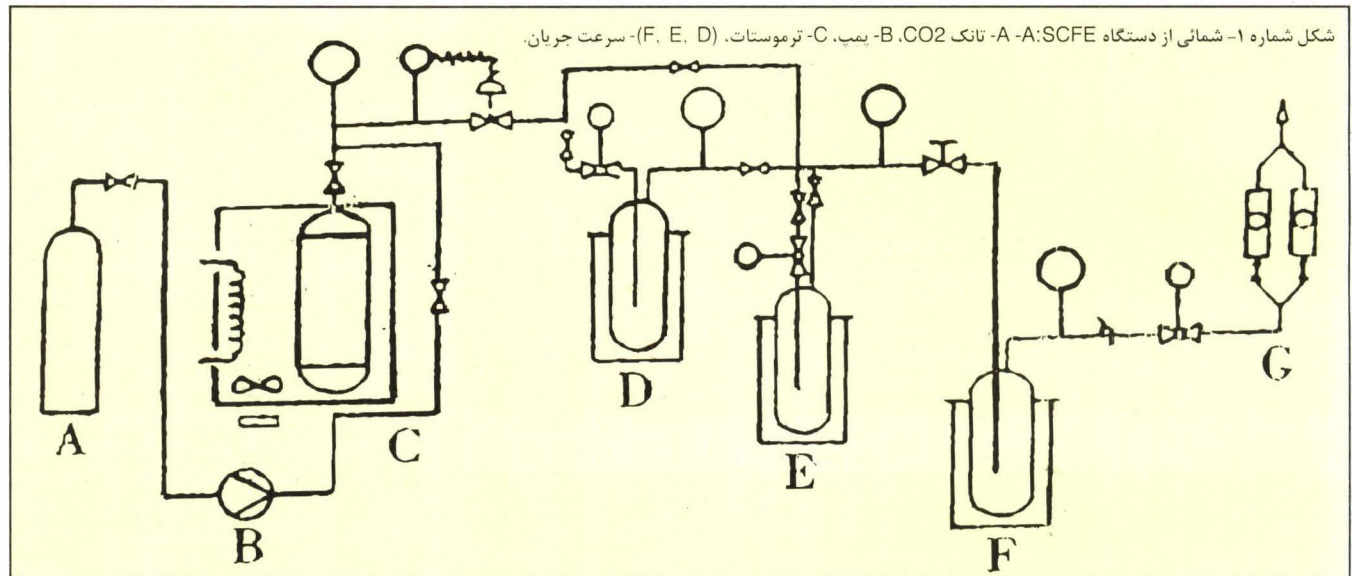
هدف از این مطالعه، تهیه اسانس بابونه با کیفیت بالا و یافتن شرایطی مطلوب برای پارامترهای CO_2 فوق بحرانی می‌باشد.

برای رسیدن به این هدف، جداسازی جزء به جزء محصولات مورد نظر بوده و کلیه مراحل جهت دستیابی به تولید صنعتی آن توسعه داده می‌شود. در این تحقیق تحت شرایط مناسب برای استخراج، ترکیبات موجود در اسانس بابونه و ترکیبات پارافینی شناسایی شده‌اند.

مواد و روشها

دستگاه جداکننده فوق بحرانی

دستگاهی که در این روش استفاده گردیده در شکل یک نشان داده شده است. این دستگاه شامل یک عدد پمپ فشار بالا (مدل میل رویال B، ساخت فرانسه که فشاری تا 500 بار را داراست)، ظرف اسانس‌گیری (حجم داخلی 400 سانتیمتر مکعب و $P = 700 \text{ bar}$) و سه جداکننده که قابلیت کار در دماهای 10° تا 60° درجه سانتیگراد و فشار 300 بار را دارد، می‌باشد که به طور



پارافینها به آهستگی جدا می‌شوند لذا فقط در حالت محلول فوق اشباع و رسوب، می‌توان آنها را جدا نمود. شرایط بهینه برای آزمایش، فشار 90 بار و دمای صفر درجه می‌باشد. در حالیکه دماهای بین 30° و 50° درجه سانتیگراد نیز مطالعه گردیده است. بهترین راندمان جداسازی برای اسانس بابونه و شرایط بهینه آن در جدول ۱ آورده شده است.

شرایط دومین جداکننده، فشار 300 بار و دمای 50° درجه سانتیگراد بوده است که قابلیت انحلال ترکیبات اسانس در CO_2 گازی به حداقل می‌رسد و در نتیجه مقدار ناچیزی از ترکیبات فرار در بخار خروجی به هدر می‌رود. این موضوع در آنالیز GC-MS کاملاً مشخص گردیده است.

درصد نسبی متیل استر اسیدهای چرب اسانسهای تولیدی در شرایط مختلف نیز با استفاده از محاسبه

پارافینی از پیکهای بدست آمده از GC تخمین زده شده است. شناسایی ترکیبات براساس مقایسه زمانهای بازداری (مانند)، طیف جرمی و با استفاده از استاندارد و داده‌های طیف جرمی موجود در کتابخانه‌ها انجام شده است.

ب- کروماتوگرافی لایه نازک

اسانس بابونه استخراج شده در شرایط فوق بحرانی همچنین براساس روش Schutz و همکارش (۱) توسط کروماتوگرافی لایه نازک آنالیز گردیده است.

نتایج و بحث

آزمایشات اولیه استخراج فوق بحرانی در فشارهای 1000 ، 1500 ، 2000 بار و دمای 35° تا 50° درجه سانتیگراد انجام شده است. از آنجا که پارافینهای زیادی در محصول

سری جهت جداسازی اسانسها استفاده می‌شود و ضمناً حداکثر شدت جریان CO_2 در حدود $4 \frac{kg}{h}$ می‌باشد. در این فرآیند از دو جداکننده استفاده گردیده که پارافینهای مضر در اولین جداکننده و اسانس بابونه در دومین جداکننده رسوب می‌نمایند. شرح کامل دستگاه و طرز کار آن در مقالات دیگر به چاپ رسیده است (۷). شرایط آنالیز که در این مطالعه در نظر گرفته شده است، عبارت است از: سرعت جریان CO_2 $0.8 \frac{kg}{h}$ و میزان بابونه 110 گرم که در سایه خشک شده است و مدت استخراج 150 دقیقه.

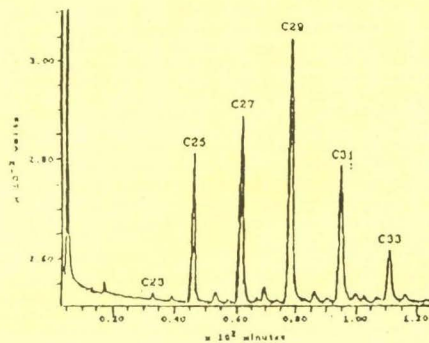
روش کار آزمایشگاهی

الف- گاز کروماتوگرافی جفت شده

با اسپکتروسکوپی جرمی

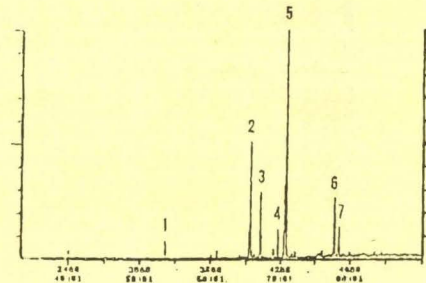
داده‌های GC-MS توسط دستگاه گاز کروماتوگراف

شکل شماره ۳- کروماتوگرام موم بابونه که در اولین جداکننده استخراج گردید.



شکل شماره ۲- کروماتوگرام اسانس بابونه در فشار و دمای مورد نظر

1- β -Farnesene, 2- Bisabolol oxide, 3- Bisabolene oxide, 4- Matricin (Chamazulene), 5- Bisabolol oxide A, 6- cis-Dicycloether MW 200, 7- trans-Dicycloether MW 200.



[Rt 78.23 min, $\frac{m}{g}$ 200 (100), 199(25), 185 (18), 172 (12), 171 (21), 170 (26), 169 (19), 158 (16), 115 (54), 76 (35), 36 (11)].

علاوه بر پیکهای آنالیز شده، پیکهای دیگری نیز بدست آمد ولی مقادیر آنها کم بود. در زمان بازداری ۷۹/۹۲ و ۸۱/۱۸ پیک پایهای در ۲۱۶amv بدست آمد. با مقایسه طیف جرمی این ترکیبات با دیگر مراجع (۱۴ و ۱۵)، تصویر می‌کنیم که ترکیبات دیگری از دیسیکلو اترها می‌باشند که ساختمان آنها می‌تواند ترکیبات زیر باشد:

Cis-2[hexadiyn-(2,4)-ylidene]-1,6-di-oxaspiro [4,5]-(3) [Rt 79.92 min, $\frac{m}{g}$ 214 (100), 213 (19), 199 (19), 186 (17), 185 (33), 169 (24), 159 (15), 156 (53), 115 (34), 76 (29), 63 (7), 57(21), 55 (42)]

ساختارهای ترانس آن:

[Rt 81.18 min, $\frac{m}{g}$ 214 (100), 213 (20), 199(9), 186 (16), 185 (34), 169 (26), 159 (13), 156 (55), 115 (37), 76 (30), 63 (8), 57 (14), 55 (41)]

می‌باشد و همکارش (۱۵) اعلام نمودند که دیسیکلو اترهای استخراج شده از بابونه در خواص دارویی آن سهم به سزائی دارد.

منابع مورد استفاده

- 1- Stahl, E., Schutz, E., 1975. Extraction of german chamomile with supercritical gases (German). Arch. Pharm. 311, 9921001.
- 2- Brunner, G., 1984. Mass transfer from solid material in gas extraction. Ber. Bunsenges. Phys.Chem. 88, 887-891.
- 3- Videal J.P.; H., 1987. Black pepper oleoresin obtained by extraction with dense carbon dioxide or carbon dioxide ethanol mixtures (French). Sci. Aliments 7,481-498.
- 4- Randhuram Rao, G.V.; Sricivas, P.; Sastry, S.V.G.K.; Mukhopadhyay, M., 1992. Modeling solute-co-solvent interaction for supercritical fluid extraction of fragrances. J. Supercrit. Fluids, 5, 19-23.

ترکیبات اکسیژن دار به عنوان اجزاء تشکیل دهنده اصلی ترکیبات آروما در بسیاری از اسانسها می‌باشد. ترپنهای اکسیژن دار در اسانس بابونه بدست آمده در این آزمایش، فقط ۱/۸۳٪ از کل سهم را دارد. سهم اعظم مربوط به سزکوئی ترپنها می‌باشد که در حدود ۷۸/۴۸٪ از اجزاء می‌باشد.

سزکوئی ترپنهای اکسیژن دار بیشترین درصد اسانس بابونه را تشکیل می‌دهند، مثل اکسید بیسابولول B (۱/۶/۸۸٪)، α -بیسابولول (۰/۳۵٪)، اکسید بیسابولون (۰/۷/۷۶٪)، اکسید بیسابولول A (۰/۵۰/۴۲٪)، ماتریسین (کامازولین ۳/۵۲٪) و دیسیکلو اترها بیشتر از ۱۲/۹۷٪ از سهم کل را دارا هستند.

اسانس بابونه‌ای که توسط این روش تولید شده دارای رنگ زرد می‌باشد. زیرا در این فرآیند تبدیل حرارتی انجام نمی‌گیرد ضمناً ماتریسین را توسط TLC مطابق روش Stahl (۱) جدا کردیم که به طور اختصار قبلاً شرح داده شده است و در طیف جرمی UV جذب حداکثر در ۲۵۵nm را نشان می‌دهد.

Jakolev و همکاران (۱۰) ثابت کردند که کامازولین از لحاظ اثر ضد التهابی فعالیت کمتری از ماتریسین نشان می‌دهد. لذا ماتریسین، اسانس بابونه‌ای که به کامازولین تبدیل نشده از لحاظ خواص دارویی اهمیت بیشتری دارد.

طیف GC اسانس، دو پیک در ۲۰۰amv منطبق با پیک پایه طیف جرمی (جدول ۱) و اجزاء، که تصور می‌کنیم دیسیکلو اتر باشد را نشان می‌دهد که امروز در اسانس بابونه ثابت شده است (۱۲).

TLC نمونه نیز براساس روش Stahl (۱) انجام گردید و جزئی که مربوط به دیسیکلو اترها می‌باشد را خراشید و توسط GC-MS شناسایی نمودیم که دو پیک در زمانهای ماند ۷۷/۴۶ و ۷۸/۳۳ دقیقه بدست آمد. در مورد آنالیز این پیکها با مراجعه به دیگر مراجع (۱۳ و ۱۴) و ترکیباتی که دارای حلقه تتراهیدروفوران می‌باشند، ترکیبات زیر پیشنهاد گردیده است:

Cis-2[hexadiyn-(2,4)-ylidene]-1,6-di-oxaspiro [4,4] nonene-(3) [Rt 77.46min, $\frac{m}{g}$ 200 (100), 199 (25), 185 (19), 172 (12), 171 (26), 170 (26), 169(19), 158 (15), 115 (56), 76 (36), 63 (12)] trans-2-[hexadiyn-(2,4)-ylidene]-1,6-dioxaspiro [4,4] nonene-(3)

سطح‌های پیک GC ارزیابی گردیده‌اند و با قرار دادن اسانس‌گیری در یک دانسیته مناسب (کمتر از ۵/۰٪) می‌توان حداقل مقادیر آن را نیز محاسبه نمود.

تحقیق در مورد شرایط بهینه استخراج در فشارهای ۸۰ تا ۱۲۰ بار و دما از ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد نیز انجام شده است که این محدوده در مقایسه با تحقیق Stahl (۱) و همکارانش بسیار حساستر است زیرا پر واضح است که CO₂ فوق بحرانی در دانسیته‌های بالاتر (برای مثال دمای ۴۰ و فشار بالاتر از ۲۰۰ بار) قدرت حلالیت بالایی را نشان می‌دهد ولی گزینش پذیری آن کاهش می‌یابد (۵ و ۶)، در حقیقت این محققین گزارش نموده‌اند که دانسیته بالای حلال بازده استخراج را افزایش داده و این بازده به سبب وجود پارافینها و ترکیبات نامطلوب می‌باشد.

بعد از هر استخراج، محصولات توسط GC-MS مورد آنالیز قرار گرفته نامطلوب را نشان داده‌اند.

مناسب‌ترین شرایط جهت استخراج فشار ۹۰ بار و دمای ۴۰ درجه سانتیگراد بوده که بازده خوبی از محصولات را نشان داد و به ترتیب در جداکننده اول ماده بی‌بو و سفید رنگی ایجاد شد که همان پارافینها بوده و مایع زرد رنگ با بوی قوی بابونه نیز در جداکننده دوم بدست آمد، بازدهای ایجاد شده که نسبت مقدار اسانس به وزن ماده اولیه است برای اسانسها ۱/۱۸٪ و پارافینها ۰/۱۸٪ بوده است. ضمناً آب نیز (۰/۴٪) در دومین جداکننده به همراه اسانس ایجاد شد که توسط سانتریفوژ جدا گردید.

آنالیزهای GC-MS این محصولات در جداول ۱ و ۲ داده شده است. پیک GC اسانس در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس دانشی که داریم اسانسها مخلوطی از ترپنهای هیدروکربنی، ترپنهای اکسیژن دار و سزکوئی ترپنها می‌باشند، این ترکیبات تماماً در استخراج CO₂ فوق بحرانی وجود داشته ولی مقدار آنها نسبت به اسانسهای آزمایش شده قبلی (۸ و ۷) متفاوت است.

نتایج بدست آمده از GC در جدول ۱ نشان می‌دهد که ترپنهای هیدروکربنی سهم خیلی کمی در ترکیبات اسانس بابونه دارند (۰/۲٪) و عمده ترکیبات را سزکوئی ترپنها (۱/۶۶٪) و B-فانرسین (۱/۱۵۸٪) نشان می‌دهند. البته برخی، مقدار آنها را در اسانس بابونه تا ۱/۱۷٪ نیز گزارش نموده‌اند (۹).

5- Stahl, E.; Quirin, K.W.; Gerars, D., 1986. Verdichtete gade zur Extraktion Undraffination; Springer Verlag; Berlin.

6- Reverchon, E.; Schiraldi A.; Fantozzi, P.I., 1993a. Fluidi supercritic ; Applicazioni agro alimentar; CNR raisa; Rome.

7- Reverchon, E.; Senatore, F., 1992. Isolation if rosemary oil. Comparison between hydro- distillation and supercritical CO2 extraction. Flavour fragrance J., 7, 227-530.

8- Reverchon, E.; Ambruosi, A.; Senatore, F., 1993b. Isolation of peppermint oil using supercritical CO2 extraction. Flavour fragrance J., in press.

9- Reverchon, E., Edlla Porta, G., Gorgoglione, D., 1993C. Supercritical fluid extraction of essential oils on a pilot plant. Il Conger. Fl. Supercite; Appl. Reverchon and Schirakd, eds Ravello. Italy, June 20-22; P. 141-148

10- Vuorela, H.; Y.; Hiltunen, R.; Harvala, T.; Laitinen, A., 1990. Extraction of volatile oil in chamomile flowerheads using supercritical carbon dioxide. Flavour fragrance J., 5, 81-84.

11- Jakolev V.; Isaac O.; Flaskamp, E., 1983. Pharmacological investigation with compounds of chamomile (German). Planta Med., 49, 67-73.

12- Bohlmann, F.; Herbst, P.; Arndt, CH.; Schonowsky, H.; Gleinig, H., 1961. Chem. Ber., 94, 3193-3216.

13- Duffield, A.M.; Budzikiewiez, H.; Djerassi, C., 1965. Mass spectrometry and stereochemical problems. LXXI, A study of the influence of different heteroatoms on the mass spectrometric fragmentation of five membered heterocycles. J. Am. Chem. Soc., 87 2920-2926. IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverage food technol 1981, 35.50.

14- Katritzky, A.R.; Rees, C.E., 1984. In comprehensive etherocyclic chemistry; Boulton and McKillop, EDS.; Pergamon Tress; New York.

15- Isser, S.J.; Duffield, A.M.; Djerassi, C., 1968. Mass spectrometry in structural and stereochemical problems. Cliv electron impact promoted fragmentation of alkyl tetrahydropyranyl ethers and thloethers. J. Org. Chem., 33, 2266 - 2271.

16- Breinlich J.; Scharnagel K., 1968. Pharmacological properties of en-indicycloether from Matricarin chamomilla (German). Arneim Forsch., 18, 429 - 431.

جدول شماره ۱- ترکیبهای اسانس بابونه که در ۴۰ درجه سانتیگراد و فشار ۹۰ بار توسط دستگاه SCFE به دست آمده Rt^a. زمان ماندن بر روی ستون DB-5 کروماتوگراف گازی، b درصد سطح پیک کروماتوگراف گازی.

Area%b	Rta(min)	Compound	
۰/۰۷	۲۰/۰۲	6-methyl-5-hepten-2-one	۱
۰/۱۱	۲۵/۳۳	Ocimene	۲
۰/۵۷	۲۸/۳۶	Linalool	۳
۰/۱۰	۳۳/۰۷	Isoborneol	۴
tr ^c	۳۳/۴۳	Menthol	۵
۰/۰۷	۳۴/۰۲	4-Terpineol	۶
۰/۰۹	۳۵/۰۰	α-Terpineol	۷
۰/۱۱	۳۸/۲۵	n.id. C10H16O	۸
۰/۶۵	۳۹/۵۸	Nerol	۹
۰/۲۴	۴۱/۰۷	Geraniol	۱۰
۰/۱۷	۴۵/۱۳	Menthyl acetate	۱۱
۰/۱۷	۴۸/۱۰	n. id. C12 H22O2	۱۲
tr	۴۹/۱۷	β-Elementene	۱۳
۰/۱۳	۵۱/۰۱	β-Caryophyllene	۱۴
۱/۵۳	۵۳/۳۳	β-Farnesene	۱۵
۰/۴۲	۶۰/۰۷	trans-Nerolidol	۱۶
۰/۶۵	۶۰/۵۳	Spathulenol	۱۷
۰/۱۷	۶۳/۱۸	Caryophyllene oxide	۱۸
۰/۳۹	۶۴/۰۳	n.id C15 H20 O	۱۹
۰/۳۶	۶۴/۳۹	T-cadinol	۲۰
۱۶/۸۸	۶۵/۳۸	Bisabolol oxide B	۲۱
۰/۳۵	۶۶/۱۴	α-Bisabolol	۲۲
۷/۷۶	۶۷/۰۹	Bisabolone oxide	۲۳
۳/۵۲	۶۹/۳۶	Matricin (Chamazulene)	۲۴
۵۰/۴۲	۷۰/۵۳	Bisabolol oxide A	۲۵
۰/۳۴	۷۱/۴۳	n. id C15 H26 O	۲۶
۰/۵۶	۷۲/۴۹	n. id	۲۷
۰/۱۸	۷۴/۰۷	n. id C15 H26 O	۲۸
۹/۶۴	۷۷/۷۶	cis-Dicycloether MW 200	۲۹
۳/۳۳	۷۸/۲۳	trans-Dicycloether MW 200	۳۰
۰/۳۲	۷۹/۰۲	trans-Farnesol	۳۱
۰/۴۲	۷۹/۵۵	cis, trans-Farnesol	۳۲
tr	۷۹/۹۲	cis-Dicycloether MW 214	۳۳
tr	۸۱/۱۸	trans-Dicycloether MW 214	۳۴

جدول شماره ۲- مومهای بدست آمده در تقطیر جزء گل بابونه Rt^a. زمان ماندن بر روی ستون HP-1

Area%a	Rta(min)	ترکیب	
۰/۴۴	۱۳/۱۲	Hexadecene	۱
۲/۱۷	۱۷/۴۳	Octadecene	۲
۰/۸۳	۲۶/۸۲	Docosene	۳
۱/۶۴	۲۹/۵۹	DTricosane	۴
۰/۳۱	۳۲/۰۹	Tetracosane	۵
۱۰/۵۰	۳۴/۶۵	Pentacosane	۶
۱/۵۲	۳۶/۹۸	Hexacosane	۷
۰/۲۶	۳۸/۷۳	Methylhexacosane	۸
۱۷/۵۶	۳۹/۷۴	Heptacosane	۹
۲/۷۴	۴۱/۷۸	Octacosane	۱۰
۰/۸۵	۴۳/۰۷	Methylheptacosane	۱۱
۲۴/۱۲	۴۳/۹۴	Nonacosane	۱۲
۲/۸۶	۴۵/۵۴	Triacosane	۱۳
۱۹/۷۱	۴۷/۷۳	Entriacosane	۱۴
۱/۲۶	۴۹/۲۴	Methyltriacosane	۱۵
۱/۵۴	۴۹/۸۰	Dotriacosane	۱۶
۱/۱۶	۵۱/۳۹	Methylentriacosane	۱۷
۹/۴۶	۵۲/۵۷	Tritriacosane	۱۸
۱/۱۳	۵۴/۷۰	Methyldotriacosane	۱۹