

اسانس و دستگاههای اسانسگیری

کامکار جایمند و محمدباقر رضایی

اعضای هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی

فهرست مطالب

فصل اول - روشهای جمع‌آوری و نگهداری

فصل دوم - اسانس و کاربردهای آن

فصل سوم - روشهای استخراج

ضمیمه

منابع

مقدمه

مواد اولیه موجود در گیاهان باید به تناسب طبیعت خاص گیاه مورد نظر و کاربرد درمانی آنها با انجام یک رشته اعمال شیمیایی یا مکانیکی عمل آورده شوند. روشهای آماده نمودن گیاه پس از جمع آوری و مراحل مختلف آماده کردن آن، بطور دقیق مشخص شده‌اند. روشهایی که بر اثر تحقیقات و تجربیات طولانی، جهت اندازه گیریهای مقدار مواد موثر گیاهان بدست آمده‌اند، شامل برداشت یا جمع آوری، حذف برخی اندامهای زائد، خشک کردن، آسیا کردن (خرد کردن) و الک کردن می‌باشند. هر کدام از این مراحل برای حفظ مواد موثر موجود در اندامهای گیاه مهم است. جمع آوری گیاه طبیعت یا مزرعه به هدف یافتن حداکثر میزان ماده موثر موجود، در طول رشد گیاه انجام می‌شود. جهت حفظ مواد موثر در گیاه در اکثر موارد، از روش خشک کردن گیاه زیر نور مستقیم خورشید استفاده نمی‌شود. اغلب قبل از خشک کردن گیاه، اندامهای جمع آوری شده برای مدت کوتاهی در جریان آب شستشو می‌دهند. اندامهایی از گیاهان که در برابر نور بسیار حساس هستند مانند، ریشه زنبق، دانه‌های گل حضرتی، غده‌های رازک، میوه چریش، از زمان برداشت تا استخراج مواد موثر باید دور از حرارت زیاد و نور قرار داشته باشند. برای خشکانیدن گیاه، قرار دادن آن روی منبع حرارت مناسب نیست و بهتر است که از یک خشک کن برقی با قطع و وصل خودکار استفاده شود. در کارخانه‌های صنعتی از خشک کن‌هایی استفاده می‌شود که دارای دما سنج و رطوبت سنج قابل تنظیم بوده و سیستم جریان هوا نیز دارند. به طور معمول در زمستان باید گیاهان را در اتاقی گرم در حدود ۳۷ درجه سانتیگراد و در تابستان در انبار (سایه) و در محلی که هوا جریان داشته باشد قرار دهیم. خشک کردن گیاهان روی زمین به هیچوجه روش مناسبی نیست. در ضمن اندامهای جمع آوری شده گیاه بایستی جداگانه خشک شوند. پس از خشک کردن، باید توجه زیادی در مورد با انبار کردن

آنها نمود. این کار به نوع مواد موثر موجود در گیاه بستگی دارد. در انبارهای بزرگ به طور معمول گیاهان را در کیسه‌های کاغذی یا کنفی، نگهداری می‌کنند.

گیاهان اسانس دار به طرز خاصی جمع‌آوری، خشک و نگهداری می‌شوند. از آنجا که اندام گیاهان معطر به ویژه گلها بسیار حساس و لطیف می‌باشند جهت حفظ میزان ماده موثر آنها از روشهای خاصی استفاده می‌گردد. حتی انتقال در مزرعه باید توسط اتاقکهای مخصوص حمل انجام شود قبل از استخراج و زمان نگهداری آنها به نوع گیاه و اندام جمع‌آوری شده بستگی دارد. انبارداری این دسته از گیاهان (دارویی و معطر)، که مواد معطر از آنها تهیه می‌شوند، باید توجه خاصی به آنها مبذول داشت نظیر گل محمدی، گل بهار نارنج، گل انگشتانه و شاه بلوط. باتوجه به ظرافت زیاد آنها، باید به دقت مورد بررسی قرار گرفته تا رطوبت، کپک و حشرات باعث از بین رفتن ارزش دارویی آنها نشود.

جمع‌آوری

تحقیق و بررسی در مورد زمان برداشت محصول یکی از قسمتهای مهم در مراحل استخراج مواد موثر و اسانسها محسوب می‌شود. روشن است که اندامهای مختلف گیاه در زمانهای خاصی شروع به رویش می‌کنند. انتخاب بهترین زمان جمع‌آوری از عمده کارهای نخستین محققان می‌باشد. البته توجه به اقلیمهای مختلف رویشی نیز بسیار اهمیت دارد. به طور مثال بعضی از ترکیبهای شیمیایی یا دارویی که در اندامهای مختلف گیاه یافت می‌شود فقط در زمان (روز یا شب) خاصی در اندام (گل) گیاه موجود است، بنابراین زمان مناسب برداشت اندام گیاه در طول روز یا شب، جهت استخراج بیشترین میزان ماده موثر باید مد نظر باشد. تعیین روش خاصی برای برداشت اندام گیاه (دستی، قیچی، ماشین و غیره) ضروری است تا از به هدر رفتن ماده موثر گیاه جلوگیری بعمل آید، در صورتی که اشتباهی در مراحل و زمان (پس از برداشت

محصول) صورت گیرد، تمام حاصل زحمات فرد از بین خواهد رفت. بنابراین فرد بهره بردار باید به دقت به تمام روشها و نحوه بسته بندی تا رساندن محصول به آزمایشگاه آشنا باشد. در این قسمت، امکان معرفی تمام روشهای برداشت (گیاهان) وجود ندارد. از اینرو بهره برداران باید تجربه و یا آموزش کافی جهت برداشت اندام گیاه داشته باشند. باید به حضور آفات در محصول، زمان برداشت، حمل و استخراج مواد توجه نمود در غیر این صورت باعث از بین بردن و خرابی گیاهان سالم خواهد شد، از این رو قبل از اتمام هر مرحله از کار باید گیاهان فاسد حذف و سوزانده شوند تا محصول سالم به دست تولید کننده برسد.

اندامها

گیاهان اندامهای مختلف دارند. هر اندام از گیاه در زمانهای مختلف رویش مقادیر متفاوتی از مواد موثر دارد که هنگام برداشت باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین برداشت هر اندام از گیاه در فصل مناسب و شرایط خاص خود آن باید صورت پذیرد. بنابراین تجزیه به موقع و انتخاب بهترین ترکیب در هر یک از اندامهای گیاه ضروری است. به طور کلی اندامهایی که در تجزیه مورد توجه محققان و صنایع مختلف می باشند عبارتند از: گل، برگ، ساقه، ریشه و پوست که باید به دقت تا زمان تولید محصول به روشهای خاص خود نگهداری شوند.

گل

گلها می توانند ساده و به شکل خوشه ای، چتری، محوری، سنبله ای، و غیره باشند. زمان مناسب برای جمع آوری گلها هوای سرد و خشک است. به علت آسیب پذیری گل می توان گلها را با دست (از زیر کاسبرگ) و یا با کمک یک شانه (مانند برداشت بابونه) چید. درجه هوای مرطوب برای این کار مناسب نیست. باید توجه داشت که

گلها نسبت به اثرات محیط اطراف خود حساس و آسیب پذیرند، بهتر است در مرحله خشک کردن از روشهای خاص برای هر یک از اندامهای گیاه استفاده نمود تا رنگ اولیه گل حفظ شود. انبارداری گل بسیار مهم است و به روشهای مناسب نیاز دارد تا از مواد موثر موجود در آن کاسته نشود. اسانس در اکثر گونه‌های گلدار موجود می‌باشد و اسانس گل دارای ترکیبهای بسیار مهم دارویی و بهداشتی می‌باشند. گلها را می‌بایستی قبل از باز شدن، یا بلافاصله بعد از باز شدن در هنگام صبح، بعد از این که شب‌نهار از روی گلبرگها از بین رفتند، جمع‌آوری کرد. بنفشه سه رنگ و گل بهار نارنج بر خلاف آنچه ذکر شد، پس از شکفتن کامل گل و تحت شرایط خاص جمع‌آوری می‌گردند. در برخی از گیاهان مثل گل سرخ، وقتی به صورت غنچه (نیمه باز) چیده شوند بهتر است. ولی در گیاهان معطر مانند آویشن و ریحان وقتی گلها در شرف شکفته شدن کامل می‌باشند، جمع‌آوری می‌گردند.

برگ

برگها اندام تنفسی گیاه هستند و بایستی در زمان مناسب جمع‌آوری شوند. برگهای جمع‌آوری شده باید جوان، شاداب، سالم و عاری از علائم بیماری یا آفت باشند. تلمبار کردن و مجاله نمودن آنها در سبد یا گونی بر روی هم روش نامناسبی می‌باشند. از قرار دادن گیاهان اسانس دار در برابر نور مستقیم خورشید یا حرارت مصنوعی (بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد) اجتناب نمایید.

گونه‌های اسانس دار مهمی در کشور می‌رویند که از برگ آنها به مقدار زیادی اسانس تهیه می‌نمایند. برگ بعضی از گیاهان دارویی یا اسانس دار را از زمان ظاهر شدن گلها تا رسیدن کامل میوه بایستی چید، جمع‌آوری برگ به طور معمول، صبحها، در هوای خشک و بدون شبنم انجام می‌گیرد. همچنین برگ گیاهان اسانس دار در زمان گل دادن چیده می‌شوند. گیاهانی که در طول زمستان سبز هستند در صورت داشتن

بیشترین میزان ماده موثر جمع‌آوری آنها در این فصل صورت می‌گیرد. برگ گیاهان یک ساله مثل ریحان و گل گاوزبان را تا نزدیک زمین محصول برداری نمی‌کنند، بنابراین می‌توان آنها را در طول تابستان چندین بار جمع‌آوری نمود. البته گونه‌های اسانس دار مهمی مثل انواع سروها، برگ بو، اوکالیپتوس و غیره وجود دارند که به علت وجود ترکیبهای مختلف در طول سال، برگها برداشت می‌شوند و از اسانس آنها در صنایع دارویی و بهداشتی مصرف می‌نمایند.

سرشاخه

سرشاخه‌ها شامل قسمت‌های انتهایی ساقه گیاه هستند که دارای برگ یا برگ و گل می‌باشند. معمولاً برداشت به وسیله چاقو یا قیچی باغبانی صورت می‌پذیرد. به هیچوجه نباید اندامهای گیاه با دست چیده شوند، زیرا، شکستگی سبب آسیب دیدگی در قسمت برداشت شده در گیاه خواهد شد و نفوذ آفات به درون گیاه به سهولت انجام می‌گیرد. به طور کلی قسمت‌های قابل برداشت، اندامهای جوان و تازه گیاه هستند. در صورتی که اندامهای پیر گیاه دارای ماده موثر به ویژه مواد و عطر کمتر می‌باشند. در این باره محققان در زمانهای مختلف اقدام به برداشت نمونه گیاه می‌نمایند تا بهترین زمان جهت استخراج ماده موثر را بدست آورند.

ریشه و ریزوم

ریشه‌ها در شکهای مختلف از قبیل ریشه ساده یا منشعب، مخروطی، استوانه ای، کلافی و غیره دیده می‌شوند. ریزوم نوعی ساقه خزننده زیرزمینی است که تولید ریشه‌های نابجا (زنبق) می‌کند. ریشه و ریزوم را به طور معمول در دوره خواب گیاه یعنی در هنگامی که بیشترین مقدار مواد موثر در آنها موجود است جمع‌آوری می‌کنند. هنگام جمع‌آوری گیاهان کمیاب همیشه یک قسمت از ریشه را در خاک رها می‌کنند

تا در سالهای بعد نیز امکان استفاده از آنها وجود داشته باشد. در هنگام انبار نمودن ریشه‌ها باید دقت کرد که بدون آفات و آلودگی باشند. بهتر است پوست بعضی از ریشه‌ها و ریزومها، مانند: زنبق، سنبل الطیب و ختمی کنده شوند. این کار باعث می‌شود تا محصول سالمتری انبار شود، حتی اگر مقداری از ماده موثر در آن کاهش یابد.

پوست

پوست گیاهان دارویی را در بهار (قبل از شروع فعالیتهای گیاهی) و پاییز جمع‌آوری می‌نمایند. به طور معمول در بعضی گونه‌ها پوست ساقه و ریشه‌های (باریجه - گون - آغوزه) نسبتاً مسن، ارزش بیشتری دارند. پوست ریشه و ساقه گیاهان دارویی اگر دارای مواد رزینی باشند بایستی در بهار (یعنی هنگام شروع جریان شیره گیاهی)، از قسمت میانی آن جدا شوند.

بذر

هر چند اندامهای گیاهان مواد مختلفی دارند، ولی در مواقعی بذره‌های آنها از خواص مهمتر و یا ماده موثر بیشتری برخوردار هستند، بنابراین، بررسی میزان مواد در این قسمت نیز اهمیت خاصی دارد. اسانس بذر گونه‌های معطر، مانند: زیره، کاج، رازیانه، ریحان و غیره در صنایع مختلف (صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی) استفاده‌های فراوانی دارد. بنابراین نحوه جمع‌آوری از اهمیت خاصی برخوردار است. به طور معمول از اوایل فصل تابستان تا اواخر فصل پاییز نسبت به جمع‌آوری بذره‌های این گونه‌ها اقدام می‌شود. بذر هر گونه خود مدت زمانی طول می‌کشد تا به حد مناسب خشک و قابل برداشت شود، بنابراین، زمان کافی جهت برداشت سرشاخه‌ها و جدا کردن بذرها وجود خواهد داشت.

مناطق رویشی

از مواد بسیار مهم و ارزشمند در انتخاب گونه‌ها جهت تولید و بررسی مواد موثر، منطقه رویشی گیاه می‌باشد که تاثیر بسیار زیادی بر اندامهای گیاه در طول رویش خواهد گذاشت، در صورتی که از این عامل مهم صرف‌نظر نمایند و توجه خاصی به آن نکنند. بی تردید در آینده در هر مرحله‌ای از تولید (برای تهیه دارو و یا مصارف مختلف که مواد ثانویه مد نظر است) با مشکل روبرو خواهند شد. در این قسمت به چند مورد اشاره می‌شود:

اثر عوامل مختلف بر تولید اسانس در گیاهان

روغنهای فرار یا اسانسها هم از نظر مقدار و هم از نظر ترکیبهای سازنده تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی و درونی هستند. این پدیده علاوه بر اینکه از نظر مقدار تولید اسانس حائز اهمیت است، بلکه از جنبه‌های مختلف دیگر نظیر تغییراتی که در نوع اسانس و مقدار برخی از اجزای آن بوجود می‌آید نیز جالب توجه می‌باشد. تصور ارتباطی منطقی میان پاره‌ای از عوامل مذکور و مقدار و نوع اسانس موجود در بسیاری از موارد قابل قبول است، ولی در برخی موارد نیز چنین باوری در پرده ابهام است. عوامل بیرونی مانند دما، رطوبت، نور، موقعیت جغرافیایی، خاک و غیره اهمیت دارند، اما ذکر این نکته نیز ضروری است که روشن شدن تاثیر عوامل محیطی چیزی را از نقش عوامل ژنتیکی که خود نیز ممکن است تحت تاثیر محیط قرار گیرند کم نمی‌کند. حس کنجکاوی، بشر را واداشته است تا جهت استفاده بهینه از آنچه به عنوان طبیعت در پیرامون وی وجود دارد، تغییراتی را در عواملی که احتمال می‌رود بر ترکیبهای سازنده اسانس و یا مقدار کل آن موثر هستند در محیط ایجاد کرده و یا پس از طرح الگوی مناسب در آزمایشگاه آنرا در طبیعت نیز پیاده کند (۴).

Bell و Doran (۱۹۹۴) در تحقیقی به منظور بررسی چگونگی تأثیر عوامل غیر ژنتیکی بر تولید مونوترپنهای اوکالپتوس کامادولنسیس، علاوه بر تأکید مجدد بر نقش عوامل ژنتیکی بر میزان تولید مونوترپنها و اسانس، عوامل غیر ژنتیکی را نیز در این کار موثر دانسته اند. عواملی مانند رطوبت خاک، استرس خشکی طولانی مدت که موجب کاهش تولید در برگهای جوان می شوند، اما ظاهراً بر تولید برگهای بالغ تأثیر چندانی ندارند از آن جمله هستند. همچنین اشباع شدن خاک از آب^۱ موجب افزایش اسانس شده است (۵). Sarhan و El-Sayed (۱۹۸۳) اثر برخی از تنظیم کننده های رشد گیاهی را بر میزان رشد زیره^۲ مطالعه کردند و مقدار اسانس آنرا مورد بررسی قرار دادند. این محققان دریافتند که اگرچه کلرو کولین کلراید^۳ در مقایسه با اسید جبرلیک^۴ و GA_3 یا اسید استیک ایندولی^۵ IAA میزان رشد گیاه و ارتفاع آنرا کاهش داد و در واقع یک باز دارنده. رشد گیاهی محسوب می شود، اما هنگامی که در غلظت ۲۵۰-۱۰۰۰ ppm برای گیاهان جوان بکار می رود، مقدار فرآورده اسانس گیاه را افزایش می دهد (۶). Kaith (۱۹۸۱) با توجه به مرحله برداشت بذرها مقدار اسانس و عطر زیره^۶ را مورد مطالعه قرار داده است، وی نشان داد که در بذرهایی که تا حد ۹۰٪ رسیده اند، مقدار اسانس آنها ۸/۷۵ درصد بوده است، در حالی که بذرهایی که به ۵۰ درصد رسیده اند این مقدار ۶/۲۵ درصد، و وقتی که میوه کاملاً رسیده شده است به میزان ۶ درصد بوده است. پس برای مصارف پزشکی و درمان بایستی بذرها را در

1- Water logging

2 - Carum carvi

3 - Chloro cholin chloride

4 - Gibberelic acid

5 - Indol acetic acid

6 - Carum bulbocastanum

مرحله رشد کامل بذر^۱ ۹۰ درصد برداشت نمود (۷). از جمله گونه‌های مورد بررسی نعنای می‌باشد که شرایط مختلف رویش تاثیر عمده‌ای بر رشد و ترکیبهای عمده در اندامهای مختلف گیاه (برگ، ساقه و گل) داشته است. تا سال ۱۹۱۰ از اسانس اوکالپیتوس به نحو عمده برای اهداف پزشکی استفاده می‌شد. مقادیر زیادی از اسانس اوکالپیتوس که غنی از سینئول بوده و فاقد فلاندرن می‌باشد، هنوز در مغازه‌ها برای مصارف عمومی فروخته می‌شوند. از اسانس برای روغن مالی کردن^۲ استنشاق یا بخور^۳، شوینده لباس و برداشتن رنگ و لکه استفاده می‌شود (۸). مقادیر قابل توجهی از اسانس اوکالپیتوس حاوی فلاندرن ابتدا برای جدا کردن مواد معدنی به ویژه برای جداسازی روی (Zn) و سولفیدهای همراه استفاده می‌شد، اما مصرف اوکالپیتوس برای چنین خاصیتی در سالهای اخیر در رقابت با گزانتاتها^۴ و دیگر مواد جداسازی معدنی مرتباً کاهش یافت. استفاده از مقادیر اندکی از اسانس به صورت مواد ظاهر کننده^۵ در این فرایندها همچنان ادامه یافت. در این زمان معادن Broken Hill ماهانه بیش از ۱۰ تن اسانس اوکالپیتوس مصرف می‌کردند (۸). از سال ۱۹۲۰ تقاضای روز افزونی برای اسانسهای اوکالپیتوس جهت مصارف صنعتی بوجود آمد. به ویژه اسانسهای دارای فلاندرن زیاد با ۲۰ تا ۵۰ درصد سینئول ارزش زیادی در ساخت ارزان قیمت مواد گندزدا و دئودورانت‌های مورد استفاده در سالنهای تئاتر و دیگر اماکن عمومی داشتند. این محصولات از طریق امولسیونه کردن اسانس با محلولهای صابونی ساخته می‌شدند.

1 - Seed Set

2 - Embrocation

3 - Inhalation

4 - Xanthate

5 - Frothing

به علاوه افزودن مقادیر اندک اسانس اوکالپیتوس سیتریودورا^۱ بوی بد ترکیبهای گندزدای مصنوعی را از بین می‌برد (۸). در سال ۱۹۲۰ شیمی دانان دریافتند که ترکیب پیریتون موجود در اسانس گونه اوکالپیتوس دیوس^۲ می‌تواند به راحتی از طریق اکسیداسیون با کلرید آهن به تیمول تبدیل گردد. اسانس اوکالپیتوس دیوس امروزه به عنوان منبعی از کتون^۳ و ال-پیریتون^۴ تشخیص داده شده است (۸). همچنین Hiva و همکارانش (۱۹۸۶) مقدار اسانس زیره و کاروون موجود در آنرا در مناطق مختلف که عرضهای جغرافیایی متفاوتی داشتند مورد مطالعه قرار دادند. آنان دریافتند که مقدار کل اسانس و مقدار کاروون تحت تاثیر عرض جغرافیایی قرار نمی‌گیرد (۹). تحقیقات Croteau و El-Keltawi (۱۹۸۷) نشان دادند که میزان تولید اسانس در گیاهان پونه سنبله‌ای^۵ و *Majorana hortensis* که در شرایط شوری رشد کرده بودند بیشتر کاهش پیدا کرد. آنها نتیجه گرفتند که محیطهای شور علاوه بر تاثیر منفی بر رشد گیاهان موجب توقف تولید اسانس در آنها می‌شوند (۱۰). در گیاه اوکالپیتوس نیز همین مطلب صادق است. مناطق رویشی این گیاه از جمله نور آباد، تهران و ... نشان داده‌اند که در میزان اسانس و ترکیبهای موجود در گونه اوکالپیتوس کامالدولنسیس بر حسب محیط رویشی تغییراتی حاصل شده است (۱).

اثر مناطق اکولوژیکی بسیار چشمگیر است، به طوری که از نظر بازده اسانس منطقه نور آباد سه برابر از تهران و حدود ۱/۵ برابر از بهشهر بیشتر می‌باشد. ظاهراً در فصل بهار در نور آباد بیشترین مقدار تولید اسانس دیده می‌شود. در حالی که در همین فصل

1 - E.citiodora

2 - E. dives

3 - Keton

4 - l-Piperitone

5 - Mentha spicata L.

منطقه بهشهر در حداقل مقدار خود قرار دارد و در منطقه تهران نیز بیشترین مقدار تولید اسانس در همین فصل است. در فصلهای دیگر سال نیز همیشه منطقه نور آباد بیشترین تولید را داشته و بعد منطقه بهشهر و در نهایت منطقه تهران بوده است (۱). در مقالات متعددی اثر مناطق مختلف اکولوژیکی بر تولید اسانس مورد بررسی قرار گرفته‌اند از جمله Mauhachirou و همکارانش (۱۹۹۹) با مطالعه‌ای که در مورد اثر مکان و فصل برداشت برگ برای اسانس اوکالیتوسهای کاماندولنسیس^۱ و سیتیودورا^۲ انجام دادند. به این نتیجه رسیدند که حداکثر تولید اسانس در دو منطقه مورد بررسی متفاوت بوده است و نیز بیشترین مقدار در تولید اسانس در یک منطقه در فصل زمستان و در منطقه دیگر در فصل بهار بوده است (۱۱).

خاک

خاک هر منطقه و رویش گیاه به طور کامل به یکدیگر وابسته هستند، بنابراین چون در نظر است گیاهان به صورت زارعی تولید و برداشت گردند باید بهترین نوع خاک برای کشت انتخاب شود تا محصول مرغوب بدست آید. افزایش محصول نیز با میزان ماده موثر محک زده می‌شود. البته با بررسی خود طبیعت، به هدف مورد نظر نزدیکتر خواهیم شد. این موضوع به مطالعه دقیق منطقه نیاز دارد تا از اطلاعات بدست آمده در جهت کشت استفاده گردد.

ارتفاع

میزان ارتفاع منطقه رویشی امکان تغییر در وضعیت گیاه و مواد موثر ایجاد می‌کند. بنابراین، باید قبل از هر برداشت (از عرصه و یا کشت زارعی) شرایط آب، هوا، خاک،

1 - E. camaldulensis

2 - E. citriodora

شیب، جهت و غیره در ارتفاعهای مختلف تعیین شوند و بعد به داشت و زراعت محصول اقدام کنند.

سن گیاه

زمان برداشت اندام گیاهی که دارای ماده موثر است، اهمیت ویژه‌ای دارد، در جایی که ماده مورد استخراج و زمان رویش گیاه به هم مربوط می‌باشند. به عنوان مثال در درخت کافور هر قدر سن گیاه زیاد تر باشد میزان کافور بیشتر است. در صورتی که در گیاه انگستانه میزان گلیکوزید، در سال اول بیشتر از سال دوم است. همچنین در گونه‌های اسانس دار این امر صادق است، به صورتی که در طول دوره رشد گیاه اوکالپتوس ترکیبهای عمده در اندامهای مختلف گیاه از جمله برگ، گل و بذ بسیار متفاوت هستند حتی در بررسی انجام شده نشان داده شده است که این ترکیبها در مناطق مختلف نیز تفاوت دارند.

اثر فصولهای مختلف بر تولید اسانس توسط محققان دیگری نیز مورد بررسی قرار گرفته است، از جمله Doran (۱۹۹۵) با تحقیقی که در مورد اوکالپتوس کامالدولنسیس انجام داده است چنین اثری را گزارش کرده است. بهترین فصل برداشت برگ را در مناطق مورد بررسی خود اواخر بهار و اوایل تابستان گزارش نموده و نشان داده است که در فصلهایی که بارندگی زیاد باشد میزان اسانس کاهش می‌یابد (۱۲). در بهشهر که در تابستان کمترین بارندگی وجود دارد و هوا نسبتاً گرم، ولی به اندازه‌ای نیست که گیاهان دچار استرس خشکی شوند شرایط بیشترین تولید را داشتیم. در بررسی دیگری که در مورد برخی گونه‌های اوکالپتوس انجام شده اثر فصلهای مختلف بر تولید اسانس در منطقه Morocco (۱۹۹۶) اوکالپتوس کامالدولنسیس بیشترین تولید را در خرداد ماه داشته است. در این تحقیق به عواملی مانند گونه، ژنوتیپ، سن برگ و سن درخت هم به عنوان عوامل موثر بر تولید اسانس اشاره شده است (۱۳). ترکیب اسانس در مناطق

مختلف اکولوژیکی یکسان نیست، به طوری که به عنوان مثال ترکیب اصلی اسانس اوکالیپتوس یعنی ۸۱-سینئول در منطقه نور آباد به میزان ۴۶/۵ درصد بسیار بیشتر از درصد این ماده در اسانس اوکالیپتوسهای مناطق بهشهر (۲/۱ درصد) و تهران با ۱/۳ درصد می باشد. همچنین ترکیب آلفا - ترپین نیز در نور آباد (۱۸/۴ درصد) بیشتر از درصد این ترکیب در مناطق بهشهر (۰/۳ درصد) و تهران (۱/۴ درصد) است (۱). بنابراین محققان و تولیدکنندگان باید در جهت انتخاب بهترین زمان برداشت محصول با در نظر گرفتن حداکثر میزان ماده موثر بکوشند، و زارعان نیز مناسبترین کاشت را برای این هدف در نظر بگیرند.

بهره برداری

یکی از مواردی که در پیش به آن توجه کمتری می شده است نحوه بهره برداری توسط افراد بوده است. با توجه به اینکه هر نقطه از کشور را گیاهان مختلف دارویی، معطر و غیره پوشانده اند تا کنون برای بسیاری از افراد محل، درآمدی محسوب می شده است، ولی به علت بی توجهی به این نعمت خدادادی و برداشت بی رویه از طبیعت، برای خود و آیندگان این عرصه را خالی از گیاه کرده اند. در صورتی که سود جویان را از این عرصه ها خارج نکنند و به ترویج روشهای تولید توجه ننمایند با فاجعه ای عظیمتر از گذشته روبه رو خواهند شد. بهره برداران عزیز می که روشهای صحیح برداشت را در قطعه های محصور شده خود اعمال می نمایند بی تردید در سالهای متمادی از این نعمت برخوردار خواهند شد. ولی افرادی که به لحظه ها فکر می نمایند مطمئن باشند که به جز تجاوز به حریم دیگران، چیزی در آینده نخواهند داشت. بنابراین، توجه به نکات زیر از اهمیت خاصی برخوردار است و ما را به اهدافی که در پیشرو داریم نزدیکتر خواهد نمود.

کارشناسان منطقه‌ای قبل از صدور مجوز برداشت وضعیت منطقه را به خوبی بررسی نمایند.

برداشت از طبیعت با در نظر گرفتن میزان پوشش جهت زادآوری در سالهای بعد انجام پذیرد.

پس از برداشت از عرصه‌ها به نهالکاری مجدد یا بذر پاشی جهت سالهای آینده اقدام نمایند.

تعدادی از نهالها یا بوته‌ها جهت سالهای بعدی رها گردند.

گیاهانی برداشت شوند که زمان برداشت آنها فرا رسیده باشد.

نحوه و زمان تیغ زنی گیاهانی همچون باریجه، آنگوزه و وشا و غیره باید طبق روشهای پیشنهادی از طرف مجریان طرحهای تحقیقاتی که به نتایج مطلوبی رسیده‌اند صورت پذیرد.

زمان، برای برداشت گیاه مناسب باشد. در صورتی که عرصه‌های برداشت خشک هستند و یا دچار خشکسالی شده‌اند به هیچ وجه بیش از حد مجاز برداشت نشود و یا بهتر است برای مدتی اجازه برداشت از منطقه داده نشود.

از آنجا که بهره برداران در بعضی مواقع بدون توجه به نوع گونه گیاهی اقدام به برداشت می‌نمایند قبل از هر اقدامی باید کارشناسان این رشته (گیاه شناسی) در منطقه حضور داشته باشند تا آگاهی کامل به افراد داده شود.

اجازه بهره برداری به افراد نا آشنا به کار داده نشود.

آموزش کافی به بهره برداران در زمینه‌های مختلف از جمله نحوه تیغ زنی، برداشت نمونه گیاه داده شود.

هر ساله بررسی منطقه‌ای به صورت خاص توسط کارشناسان سازمان صورت پذیرد و تمام گونه‌های در حال انقراض را حفاظت کرده و برداشت آنها غیر مجاز اعلام نمایند.

صادرات گونه‌های گیاهی به ویژه دارویی و معطر پس از بررسی کارشناسان و مجاز بودن آن صورت گیرد.

در ضمن روشهای مناسب اصلاحی جهت افزایش میزان مواد و تولید بیشتر در کشورهای مختلف انجام گرفته که به چند نمونه کوتاه اشاره می‌شود.

Bos (۱۹۸۶) و Titz (۱۹۸۳) ذکر کرده‌اند که میزان اسانس موجود در گیاه سنبل الطیب^۱ و اجزای اسانس از گیاهی به گیاه دیگر فرق می‌کند و برای مثال والرانول^۲ و والرانول^۳ موجود در بافتهای گیاه از مقادیر بسیار ناچیز تا حدود ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم در یکصد گرم گیاه متغیر بود (۱۴، ۱۵). در آزمایشهای انجام شده در مورد اصلاح سنبل الطیب، میزان وراثت پذیری سزکوئی ترپنهای سیکلو پنتان والرنال^۴ و اسیدهای والریک^۵ بسیار بالا بود (۰/۸۱ تا ۰/۹۱) که این ترکیبها از اجزای اصلی اسانس سنبل الطیب می‌باشند. با این همه مقادیر زیاد از واریانس غالبیت^۶ (۰/۹۵ - ۰/۷۴) نسبت به واریانس افزایشی^۷ نشان دهنده آن هستند که میزان پاسخ به گزینش ساده، نسبت به آنچه که انتظار بود کمتر خواهد بود. با این همه Noller (۱۹۹۰) با استفاده از این روش میزان اسید والریک (mg/100g) را تا ۸۰ درصد و میزان والرنال را تا بیش از ۵۰ درصد افزایش داد (۱۶). از این رو و با توجه به عوامل مختلفی که امکان تاثیر گذاری بر مواد ثانویه در گیاه خواهند داشت، هر آزمایشی ما را به اهدافی که در برنامه‌ها داریم نزدیکتر خواهد نمود.

1 - Valeriana officinalis

2 - Valeranone

3 - Valeranol

4 - Valernal

5. Valeric acid

6 - Dominance variance

7 - Additive variance

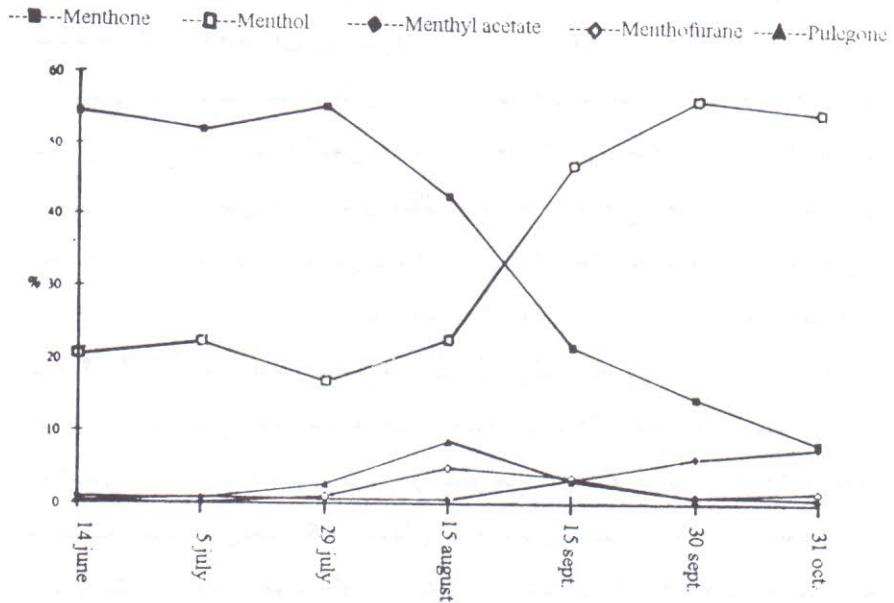
زمان برداشت

زمان در تمام مراحل کشت، داشت، برداشت تا حمل و نقل، تولید، انبارداری و صادرات باید مد نظر قرار گیرد. محققان در تعیین این زمان نقش بسیار مهمی ایفا می‌نمایند. مواد تشکیل دهنده اندامهای یک گیاه در زمانهای مختلف بسیار متفاوت می‌باشد و باید در زمان مناسب، اندامی که دارای ماده موثر (برای تهیه دارو) است، جمع‌آوری گردد. از جمله عوامل مهمی که در میزان مواد موثر گیاهان، تاثیر داشته و می‌بایستی در هنگام جمع‌آوری گیاهان به ویژه دارویی و معطر مورد توجه قرار گیرند، زمان برداشت است، در ضمن، اندام گیاه باید به میزان مناسب از روی گیاه برداشت شود تا به رشد گیاه صدمه‌ای وارد نشود.

میزان مواد موثر گیاه در طول زمان رویش حتی در ساعات یک روز متغیر است بنابراین، جمع‌آوری اندام گیاهی در زمانی که حداکثر میزان مواد موثر را دارد از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. برای مثال در مورد گیاه نعنای فلفلی^۱ که در کشورهای نیمکره شمالی رویش دارند میزان ترکیب منتول را از ۳۵ تا ۵۵ درصد و ترکیب منتون را از ۱۰ تا ۴۰ درصد (۱۷) در سنین مختلف گیاه ذکر کرده‌اند، همچنین مقدار استرهای آن از ۴ تا ۱۰ درصد متفاوت بوده است. اگر برگهای نعنای ۱۰ الی ۱۵ روز زودتر یا دیرتر از موعد مقرر جدا شوند، مقدار منتول آنها تا ۳۰ درصد متغیر است. در ضمن مطالعاتی که در مورد همین گونه در کشورهای با آب و هوای گرم و خشک انجام شده‌اند، نشان می‌دهند که ترکیبهای آن به موادی (ترکیبها) دیگر تبدیل شده‌اند. به عنوان مثال، در مورد همین گونه، منتول به ثومنتول (۴۲/۶۲ درصد) و منتون به پیپریتون (۱۲/۲۵ درصد) تبدیل شده است (۲). این پدیده نشان می‌دهد که حرارت باعث ناپایداری ترکیبهای مونوترپنوئیدی در گیاه می‌شود. با بررسی مقاله‌های ارائه شده

1 - *Mentha piperita* L.

نشان داده شده است که وقتی هوا گرم است درصد منتون در گیاه زیاد است و وقتی هوا سرد می شود درصد آن پایین می آید، ولی در مورد ترکیب منتول برعکس است (۱۸). همچنین نتایج بدست آمده از دوره شروع رشد گیاه نشان می دهند که ترکیبهای مونوترپنوئیدی در اسانس مختلف هستند. برگهای جوان ترکیبهای متوفوران، پولگون و منتون دارند، بعد از مدتی منتون ترکیب اصلی می شود و ترکیب اول در برگ از بین می رود. بعد در اثر مرور زمان با افزایش سرما ترکیب منتول افزایش و ترکیب منتون کاهش پیدا می کند. این آزمایش به مدت ۱۴ هفته انجام گردیده است (۱۹).



نمودار شماره ۱: اختلاف ترکیبهای عمده نعنای فلفلی مطابق با برداشت آن در طی دوره رشد.

Zrira و همکارانش (۱۹۹۶) به بررسی اثر فصلهای مختلف بر تولید اسانس و مقدار ۸۱-سینثول در پنج گونه اوکالپتوس پرداختند. این محققان چنین نتیجه گرفتند که مقدار اسانس تولید شده و درصد ۸۱-سینثول در تعدادی از این گونه‌ها به فصل برداشت برگ بستگی دارد، به طوری که بهترین و بیشترین میزان تولید در ماه خرداد می‌باشد. میزان ۸۱-سینثول نیز در طول سال تغییر می‌کرد و بیشینه مقدار آن در طول سال به نوع گونه وابسته بود (۱۳). همچنین Doran (۱۹۹۴) و همکاری با مطالعه در مورد اوکالپتوس کامالدولنسیس، عوامل ژنتیکی را در تولید ۸۱-سینثول و کا مونوترپنهای آن مورد مطالعه قرار دادند. آنها این تحقیق را در مدت حدود چهار سال و درباره ۲۰ خانواده د زیمباوه انجام دادند و سرانجام به این نتیجه رسیدند که هر دو صفت مذکور به شدت وراثتی هستند. در ضمن وجود همبستگی بین صفات رشد و تولید ۸۱-سینثول را بسیار کوچک و ضعیف ارزیابی کردند (۲۰). در مورد گیاهان اسانس دار بهترین زمان محصول برداری برای اکثر آنها صبح زود است، مواد موثر گیاه به علت واکنشهای شیمیایی در گیاه (حتی مقدار اسانس) کاهش می‌یابد. بنابراین سعی می‌شود تا محصول برداری در یک روز صاف انجام گیرد.

روشهای خشک کردن

انتخاب روش مناسب برای خشک کردن اندامهای گیاه از دیگر موارد مهم زمان جمع‌آوری محسوب می‌شود. اندامهای گیاه، برگ، گل، ساقه و غیره هر کدام روش خاصی جهت خشک کردن دارند، از آنجا که گیاه تازه به ویژه گلها و یا اندام آبدار گیاهان، در صورتی که به روش صحیح خشک نشوند به سرعت فاسد می‌شوند. بنا بر این در انتخاب روش صحیح باید دقت کافی بعمل آورد. فساد در اندام گیاهان باعث کاهش و یا از بین رفتن کل مواد موثر موجود در آنها خواهد شد. البته فساد در بعضی قسمتهای گیاهان جمع‌آوری شده، باعث تخریب بقیه آنها در طول زمان

انبارداری خواهد شد که خسارت آن جبران ناپذیر است. میزان و زمان حرارت نیز در خشک کردن گونه‌های دارویی به ویژه اسانس دار قبل از انبارداری بسیار مهم می‌باشد. درضمن امکان ارزیابی محصولات جمع‌آوری شده به صورت ظاهری وجود دارد. به طور مثال برگهای سبز به قهوه‌ای و یا سیاه تغییر رنگ می‌دهند. البته برای بعضی از اندامهای گیاهی مقدار حرارت ۲۵ الی ۴۰ درجه سانتیگراد، برای گلها حتی کمتر از ۳۵ درجه سانتیگراد برای بذرها و ریشه (در زمان کوتاه ۶ الی ۱۲ ساعت) ۴۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌شود. همچنین توجه به بسته بندی گونه‌های صادراتی باید با دقت زیاد و با مصرف کمترین میزان مواد ضد قارچی و باکتریایی صورت پذیرد. بنابراین در این زمینه می‌توان روشهای زیر را ارائه نمود:

۱- خشک کردن حرارتی

اندام گیاهان پس از جمع‌آوری در خشک کنهای بزرگ طبقه بندی شده، توسط حرارت و جریان هوا خشک خواهند شد و البته کلیه طبقات دارای سوراخهای مناسب با اندام گیاه هستند، در ضمن جریان هوا باید به صورتی تقسیم گردد که کلیه قسمتهای محوطه خشک کن به صورت یکنواخت هوا داشته باشند. همچنین میزان حرارت و نحوه توزیع آن باید در کلیه قسمتها یکنواخت باشد. البته در این روش خشک کردن، می‌توان از امکاناتی مانند تسمه نقاله، کوره‌های دوار، صفحات نوسانی، سیلوهای مطبق در صورت فراهم بودن استفاده نمود. حسن این روش سرعت و زمان است که باعث حفظ میزان مواد و ترکیبهای موجود در گونه‌ها خواهد شد. البته با پیشرفت علم، دستگاههای بسیار مجهز در این زمینه ساخته شده است که دقیقاً موارد مورد نیاز هر تولید کننده را برآورده می‌سازند.

۲- خشک کردن طبیعی (یا در هوای آزاد)^۱

عمل خشک کردن با توجه به نوع گیاه و اندامهای آن در هوای آزاد، روی چمنها، کف انبارها و سقف سالنها در زیر نور خورشید، سایه انجام گیرد. جهت تمیز نگهداشتن محصولی که باید خشک شود، در صورتی که دستگاه خشک کن مناسب موجود نباشد، و هدف خشک کردن در هوای آزاد باشد باید زیر آن پارچه، کاغذ و یا وسائل مناسب دیگری قرار دهند. اما از آنجا که در این شیوه خشک کردن (روی سطح زمین) جریان هوا به حد لازم به محصول نمی رسد، مناسبتر این است که از نرده‌ها و پایه‌های خشک کن استفاده شود. نرده‌ها و پایه‌های خشک کن امکان رسیدن همه جانبه گرما و هوای تازه را به محصول می‌دهند.

یکی از راههای سریع خشک کردن گیاهان این است که باید اندام گیاه مورد نظر را به صورت لایه نازک، به شکلی بگسترانند که در معرض جریان همه جانبه گرما و هوا قرار گیرد. البته اندام گونه‌های اسانس دار نباید به طور مستقیم در معرض تابش آفتاب قرار گیرند، زیرا نور خورشید، اغلب رنگ محصولات و مواد تشکیل دهنده آنها را تغییر می‌دهد.

بعضی نکات مهم در خشک کردن گیاهان اسانس دار و یا اندام آنها

برای آنکه گیاهان دارویی و اسانس دار به صورت مرغوب به بازار عرضه گردند باید به موارد زیر توجه شود:

پس از جمع‌آوری گیاه به منظور خشک کردن مناسب محصول، به فضایی بزرگ و مناسب نیاز است.

قبل از خشک کردن محصول باید مواد زائد، مانند علفهای هرز، ساقه‌های اضافی، سنگریزه‌ها، برگهای زرد یا برگهایی که لکه قهوه‌ای و یا آلوده به کفک یا گال دارند از محصول جدا شوند.

1 - Air drying (Sun drying or Shade drying)

جمع‌آوری گیاهان معطر باید به دقت صورت گیرد. خشک کردن (در سایه) به نحوی انجام گیرد که رنگ گیاه از بین نرود. برای انجام این منظور، ضمن رعایت نکات فنی، باید گیاهان را در اماکن اختصاصی و به نحوی که ذکر می‌شود خشک نمود. بهره‌برداران و یا کارخانجات باید که سالن سر پوشیده همراه با قفسه بندی، انبار و زیر شیروانیهای مناسب داشته باشند. در ضمن این گونه محوطه‌ها باید جادار، تمیز، نورگیر و گرم باشند.

پنجره‌های انبار را باید در ایام غیر بارانی باز گذاشت تا جریان هوا بر قرار گردد و گیاهان سریعتر خشک شوند. برای جلوگیری از نفوذ نور قوی باید از پرده‌های مشبک که تقریباً مانع نفوذ نور می‌شوند ولی مانع جریان هوا نمی‌گردد استفاده شود. انواع گیاهان با قیمتهای مختلف را باید جدا از هم گسترده و خشک نمود. به هنگام استفاده از نرده‌های خشک کن بر روی هر یک از طبقه‌ها فقط یک نوع گیاه دارویی، گسترده شود.

هرگز در ایام بارانی و نا مساعد نباید اقدام به جمع‌آوری گیاهان نمود و اگر به اشتباه به علت عدم اطلاع این عمل انجام گرفت، به علت کاهش میزان مواد موثر بهتر است از فروش آن صرفنظر نمایند.

محصول مورد نظر را باید به صورت قشری نازک (۲ الی ۵ سانتیمتر) پهن نمود. اندام گیاهان اسانس دار به استثنای بعضی از ریشه‌ها، باید در سایه خشک شوند. گیاهان تازه را نباید بلافاصله گسترده، یا توسط دستگاه خشک کن، خشک نمود. در صورت عدم امکانات وسیع و وسایل کافی، نباید مقادیر زیادی از گیاهان را جمع‌آوری کرد. اندام بعضی از گیاهان به ویژه گلها را باید در مقابل تابش شدید و نافذ نور حفظ کرد. حتی در صورت لزوم باید فضای خشک کن را تاریک نمود.

میوه‌ها، بذرها، ساقه‌های زیرزمینی و قسمتهای گوشتی گیاهان را ابتدا، در هوای آزاد خشک کرده و بعد در فضای گرم، در نزدیکی بخاری، تنور با حرارت ملایم، دوباره خشک می‌نمایند.

زمان لازم برای خشکاندن گیاه نسبت به شرایط آب و هوا، نوع گیاه، قسمتهای گیاهی و حرارت بکار رفته متغیر است. درون بذرها، میوه‌ها و ریشه‌ها نباید نرم باشد، ولی سطح آنها باید شکستگی سخت و صیقلی را نشان دهند.

معمولاً گلها، برگها، میوه‌ها و بذرها را نمی‌شویند. ولی ریشه‌ها، ساقه‌های زیر زمینی و قسمتهای گوشتی گیاهان را قبل از خشکاندن به خوبی شسته و بر حسب بزرگی می‌توان به ۳ یا ۴ قطعه تقسیم کرد.

تا زمانی که محصول خشک نشده است نباید به آن دست زد به ندرت محصول را جهت خشک شدن سریعتر، زیر و رو می‌کنند، زیرا این کار از ارزش محصول می‌کاهد. البته در صورتی که دستگاه خشک کن به صورت خود کار این عمل را انجام دهد، مشکلی بوجود نمی‌آید، ولی اگر به صورت سنتی باید خشک شود بهتر است این عمل در دفعات کم و با دقت زیادی انجام شود.

پس از خشکاندن باید بلافاصله محصول را بسته بندی، و از خرد شدن گیاه جلوگیری کرد. همچنین باید دقت شود که محصول خشک شده در هوای نمناک یا در هوایی با درجه رطوبت بالا قرار نگیرد، زیرا دوباره رطوبت هوا را به خود جذب خواهد نمود. بعد از جمع‌آوری و بسته بندی محصول، محیط کار، نرده‌ها، وسایل و دستگاه خشک‌کن به دقت تمیز گردند.

انواع نرده‌ها یا طبقات خشک‌کن

الف - طبقه‌های روی هم انباشته:

در این نوع، طبقه‌های خشک‌کن روی هم انباشته شده‌اند.

ب - طبقه‌های پایه دار:

در این نوع، طبقه‌های خشک‌کن با پایه مخصوص روی هم قرار می‌گیرند.

ج - طبقه‌های معلق:

در این نوع، طبقه‌های خشک‌کن روی یکدیگر آویخته می‌شوند. طبقه‌ها با هم فاصله اندکی (فاصله عمودی ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر) دارند. در ضمن توزیع گرما در آنجا به خوبی صورت گیرد و بادگیر باشد یا بادگیرهای آن دریچه‌های قابل تنظیم داشته باشند فاصله طبقه‌های خشک‌کن طوری باشد تا بتوان به راحتی آنها را بیرون آورده و سرویس نمود. در زمان استفاده از نرده‌ها باید به نکات زیر توجه نمود:

۱- نرده‌ها باید از هر طرف قابل دسترس باشند.

۲- طبقه‌های خشک‌کن باید در زمان پهن نمودن نمونه‌های جمع‌آوری شده و نظافت طبقه‌ها، کاربردی ساده داشته باشند.

۳- گیاهان تازه روی طبقات باید در جریان همه جانبه هوا قرار گیرند تا عمل خشک شدن به سرعت و با احتیاط عملی گردد.

۴- نرده‌ها در فضای خشک‌کن به شیوه‌ای مستقر شوند که از گرما و هوای خشک‌کن حداکثر استفاده بعمل آید.

۵- نرده‌های خشک‌کن نباید در گوشه‌ای خفه و یا در جریان شدید هوا قرار گیرند. اگر جریان هوا در میان نرده‌های روی هم انبار شده، ضعیف باشد، باید با قرار دادن قطعاتی چوبی در زیر هر یک از طبقه‌ها، آنها را به شکل مورب در آورند تا جریان هوا بهبود یابد. همچنین با قرار دادن قطعه‌ای چوب در زیر طبقه‌های خشک‌کن روی

نرده‌ها، می‌توان طبقه‌ها را به صورت مایل در آورد.

روکش کردن طبقه‌ها که برای خشک کردن مناسب می‌باشند. می‌توان هر نوع گیاه یا اندامهای گیاه را خشک کرد. از تورهای ماهیگیری ریز بافت و برای خشکاندن گلها و بذرها، روی این تورها کاغذ قرار می‌دهند. اما عیب آن این است که هوا را از خود عبور نمی‌دهند. درضمن توریهای سیمی برای روکش کردن طبقه‌های خشک کن مناسب نیست.

محل و فضا

بهتر است کف محل خشک کن، چوبی و بی شکاف باشد، در صورتی که کف محوطه سیمانی، یا از چوبهای شکافدار باشد، باید زیر گیاهان خشک شونده را پوشاند. به طور معمول از کل فضای محل خشک کردن گیاهان می‌توان استفاده نمود. قسمت بیشتر گیاهان دارویی جمع‌آوری شده به شکلی است که نمی‌توان آنها را آویزان کرد، بلکه باید روی سطحی پهن نمود. بنابراین از یک نرده خشک کن و از تعدادی طبقه خشک کن استفاده می‌شود.

مقدار	فضا		
حدوداً ۰/۵۰ متر مربع	یک کیلو گرم	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	گل داوودی
حدوداً ۰/۷۵ متر مربع	یک کیلو گرم	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	گل بابونه
حدوداً ۱/۵۰ متر مربع	یک کیلو گرم	<i>Achillea millfolium</i> L.	گل بومادران هزار برگ
حدوداً ۳ متر مربع	یک کیلو گرم	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	برگهای پاخری
حدوداً ۳/۵۰ متر مربع	یک کیلو گرم	<i>Tussilago farfara</i> L.	برگهای تمشک

انواع دستگاه‌های خشک کن

در میان دستگاههای نفت سوز، اتوماتیک، ترمومتر دار، در اندازه و انواع مختلف نمونه‌های زیر کاربرد دارند:

خشک کن سطحی

این دستگاه همه نوع گیاهان دارویی و ادویه ای، علوفه ای، سبزیها، میوهها، قارچها، بذرها را خشک می کند. البته محصول تازه را درون واگنهای متحرکی (داخل دالانهایی که هوای گرم در آن جریان دارد) خشک می کنند. بعضی گلخانه ها و مخازن نیز به این نوع دستگاه متصل می باشند.

خشک کن تسمه ای

این نوع خشک کن برای خشک کردن گیاهان دارویی و ادویه ای سبز که به صورت یکسان روی تسمه قرار می گیرند، مناسب است. حرکت تسمه آن در جهت مخالف هوا است با تنظیم دقیق حرارت و زمان، محصول پس از چندین بار چرخش، دستگاه به صورت خودکار، عمل خشک کردن را انجام می دهد.

خشک کن طبقی پایه دار

خشک کننده عمومی است که با آن می توان تقریباً همه تولیدات گیاهی مانند، سبزیها، میوهها، گیاهان دارویی و ادویه ای را به صورت مناسبی خشک کرد. در این خشک کن محصول مرتباً تحت تاثیر حرارت و هوای اشباع شده یکسان قرار می گیرد. این دستگاه می تواند با هوای تازه، متغیر و مخلوط کار کند، در این دستگاه، هوا از طریق بخار، گرم می شود.

خشک کن دوار

این نوع خشک کن، سریع و دوار است که به شیوه معلق و دائمی عمل خشک کردن را انجام می دهد. این دستگاهها قادر هستند تا جعفری و برگ کرفس، قسمت

گوشتی کرفس، ریشه‌های کلم، اسفناج، هویج وحشی، تره خرد شده، فلفل سبز و فلفل سرخ، دلمه، شوید و هویج را خشک و آماده نمایند.

خشک کن سیلویی

برای خشک کردن غلات، شوید، رازیانه، زیره و گشنیز، به شرط بذری از آنها، مناسب می‌باشد. این دستگاه همزمان با خشک کردن محصول و رساندن حداکثر رطوبت نهایی آن به ۸٪، در عین حال محصول خام برداشت شده را نیز تا نهایت ۱ الی ۲ درصد ناخالصی بو جاری می‌نماید. چنین دستگاهی می‌تواند انبوهی از دانه‌ها را بوجاری و خشک کند.

نتیجه

- ۱ - مقدار، تعداد و توان دستگاهها و فضای خشک کن هر کشاورز یا جمع‌آوری کننده به حجم سالیانه محصول تازه برداشت شده بستگی دارد.
- ۲ - حجم سالیانه گیاهان تازه بر حسب وسعت سطح کشت و انبوهی رشد گیاهان، قابل جمع‌آوری منطقه و نیز تعداد انواع گیاهان و اندامهای گیاه کشت (جمع‌آوری) شده تعیین می‌شود.
- ۳ - سطح خشک کن گلها و برگها باید $1/10$ سطح زیر کشت (یا منطقه مورد نظری که گیاه در آنجا کشت یا جمع‌آوری می‌شود) باشد.
- ۴ - سطح خشک کن گیاهان و ریشه‌ها باید $1/6$ سطح زیر کشت یا منطقه جمع‌آوری گیاه باشد.
- ۵ - برای صرفه جویی در فضا، بذر و میوه را پس از چیدن از ساقه، یا جدا کردن از کشتزار، روی هم انباشته کرده و به آرامی خشک می‌کنند و یا این که به شکل

دسته بندی شده تا زمان خرمی کوبی در مزرعه یا انبار علوفه، در هوای خشک، حفظ و نگهداری می نمایند.

قسمتهای سخت گیاهان مانند ریشه ها، ساقه های زیر زمینی، پوسته ها و چوبها را به شکل مکعب مستطیل می برند. چوبهای بسیار سخت را به صورت خاک اره در آورده یا پودر می نمایند. مقدار زیادی از مواد خام (گلها و این نوع برگها) را پس از خشک شدن می مالند، مانند گلهای مرزنگوش، آویشن، مرزه، آقوی و اسطوخودوس. کالاهای صنعتی که به آنها مواد خام می گویند مانند لهیده، پوست نکنده خام، جدا شده، پوست کنده، ریز شده است به صورت تازه و خشک کرده به بازار عرضه می گردند.

نگهداری و انبارداری

نگهداری و حفظ صحیح گیاهان دارویی و معطر یکی از عوامل مهم در ثابت نگهداشتن مواد موثر و معطر و در نتیجه حفظ اثر درمانی آنها است. انبارها باید به طور کامل ضد حریق بوده و از فولاد، بتون و یا آجر ساخته شده و نسبت به گرما و حشرات، نفوذ ناپذیر باشند. بسته های فشرده شده اندامهای گیاهان به طور معمول مقدار کمی رطوبت جذب می نمایند. برگها و ریشه های دارویی که به خوبی بسته بندی نشده باشند، حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد رطوبت دارند. رطوبت زیاد نه تنها سبب افزایش وزن ماده دارویی می شود، بلکه سبب کم شدن مقدار درصد ترکیبهای موجود در گیاه و فعال شدن آنزیمها می گردد. در ضمن رشد قارچها را نیز تسریع می کند. ارگو^۱ (در طبیعت قارچ ارگو به حالت انگل زندگی می کند)، تریاک، آکونیت (ریشه های غده ای آکونیتوم ناپلوس) و مواد دارویی دیگر، اغلب آلوده و همراه با کفک به بازار عرضه می شوند. نور به طور مستقیم بر مواد رنگی گیاهان تاثیر می گذارد و تا اندازه ای نیز سبب فساد مواد موثر آنها می گردد. اکسیژن موجود در هوا و

^۱ - Ergo

اکسیدازها (آنزیمها) سبب اکسید شدن مواد موثر گیاهان پس از چیدن می‌شوند. از این رو لازم است که انبارها خنک و تاریک باشند. محافظت گیاهان در مقابل حشرات را نباید از نظر دور داشت. بعضی از تیره حشرات که باعث فساد مواد موثر گیاهان دارویی می‌شوند اغلب وابسته به تیره لپی دی پترا^۱، کولئوپترا^۲ و دیپترا^۳ می‌باشند. حشرات گروه لپی دی پترا از همه مضرتر هستند. این حشرات دوران لاروی خود را بر روی اکونیت، فلفل قرمز^۴، ارگو، دانه کتان، رویارب، گل قاصد^۵ و تعداد زیادی از گیاهان طی می‌نمایند. از حشرات دسته کولئوپترا، حشره سیتودزپاژانی سیاه^۶ بر تعداد زیادی از مواد موثره موجود در گیاهان تاثیر منفی دارد. انواع گوناگون حشرات پتینیدا^۷ مانند پتنوس برونس^۸ و آنوبیوم پانی سه اوم^۹ و لازی اودرما سریکورنی^{۱۰} بر اندام گیاهان دارویی مانند فلفل قرمز، دارچین و ترکیب پی-متا^{۱۱} اثر مخرب دارند. مهمترین حشره گروه دیپترا عبارت از تسی پتا آرنی سی ورا^{۱۲} است که اغلب در کاسه گل همیشه بهار کوهی^{۱۳} یافت می‌شود.

جهت از بین بردن حشرات و محافظت مواد دارویی از اثر مخرب آنها، ساده ترین روش قرار دادن گیاهان دارویی، که موجب از بین رفتن ماده موثر گیاه نمی‌شود، در حرارت ۶۵ درجه می‌باشد. البته باید توجه داشت که در مورد گیاهان معطر روشهای دیگری متداول

-
- 1 - Lepidoptera
 - 2 - Coleoptera
 - 3 - Diptera
 - 4 - Capsicum L.
 - 5 - Taraxacum
 - 6 - Sitoderpa janica
 - 7 - Ptinidae
 - 8 - Ptinus brunes
 - 9 - Anubium paniceum
 - 10 - Lasioderma serricorne
 - 11 - p - mentha
 - 12 - Tsypeta amicivora
 - 13 - Arnica

می‌باشد از جمله حرارت زیر ۴۵ درجه سانتیگراد پیشنهاد می‌گردد، هرچند که باید در این موارد از خشک کنهای طبقه‌ای یا تسمه‌ای استفاده گردد. در ضمن هر اندام از گیاهان معطر باید به طور جداگانه و به روش خاص خودش خشک گردد. استفاده از روشهای ذکر شده، مانع فساد در گیاهان می‌گردد. بعضی از نمونه‌های گیاهی دارویی ادویه‌ای مانند زنجبیل و جوزبویا را می‌توان توسط پاشیدن یا وارد کردن آنها در محلولهای آهکی از اثر مخرب حشرات حفظ نمود. همچنین جهت خشک کردن اندام گیاهانی مانند ارگو یا گل انگستانه که مقدار رطوبت آنها در طول نگهداری باید حداقل باشد، استفاده از مواد جذب کننده رطوبت که غیر قابل تبدیل به مایع هستند، توصیه می‌گردد. از آنجایی که حرارت زیاد سبب تسریع اکثر واکنشهای شیمیایی به ویژه فساد در بعضی از اندامهای گیاهان دارویی می‌گردد از این رو مواد دارویی را باید در حداقل حرارت ممکن است نگهداری نمود.

به طور کلی مواد خام (اندام) گیاهی را به شرط خشک بودن، می‌توان در کوتاه مدت یا دراز مدت انبار کرد. توجه به اینکه هر اندامی مثل گلها، برگها، میوه‌ها، بذرها و غده‌ها جهت خشک کردن شرایط خاصی را می‌طلبد. به رغم ظاهر خشک گیاهان، امکان دارد، که در درون آنها مقداری رطوبت موجود باشد که در صورت عدم دقت در انبار کردن، کالا را فاسد می‌نماید. به این خاطر آزمایش خشکی، یا سنجش رطوبت مواد خام خشک انبار شده، یکی دوبار در هفته اجباری است. این مورد را می‌توان با دست بردن به عمق گیاه انباشته شده با استفاده از رطوبت سنج مشخص نمود. نرم شدن مواد خام یا تولید حرارت در درون دسته‌های گیاه را می‌توان با دست حس کرد. در چنین مواردی باید بلافاصله کالای انبار شده را گسترده و دوباره خشک نمود. فضای انبار را باید در صورت لزوم در مقابل رطوبت هوای خارج عایق بندی کرد. یکی دیگر از شرایط انبارداری، حفظ محصول در مقابل آفات محصولات ذخیره شده می‌باشد.

اسانس

اسانسها طبقه‌ای از روغنهای گیاهی هستند که از مخلوط، ترکیبهای شیمیایی آلی فرار، سنگین و چربی تشکیل یافته اند، در اصل وجود آنها، مسئول بوی خوش یا مزه در گیاه می‌باشد. اسانسها با توجه به نوع تیره‌های گیاهی، ممکن است در بسیاری از تیره‌های گیاهان عالی یافت شوند. مهمترین تیره‌هایی که دارای روغن فرار می‌باشند عبارتند از: تیره کاج^۱، برگ بو^۲، نارنج^۳، مورد^۴، چتریان^۵، نعنائیان^۶ و کاسنی^۷. اسانسها ممکن است به طور مستقیم توسط پروتوپلاسم به وسیله تجزیه مواد رزینی غشاء سلولها یا از هیدرولیز بعضی از گلوکزیدها حاصل شوند. محل تشکیل و جایگزینی روغنهای فرار در گیاهان به تیره‌های مختلف بستگی دارد، و به عنوان مثال در گیاهان تیره نعنائیان روغنهای فرار در تارهای ترشح کننده، در تیره فلفل^۸ در سلولهای پارانشیم، در تیره چتریان درلوله‌های روغنی و سرانجام در تیره‌های کاج و نارنج در مجراهای لیزیژن^۹ و شیزوژن^۱، در گل‌سرخ اسانسها به مقدار قابل ملاحظه‌ای در گلبرگها وجود دارند. دانشمندان معتقدند که این مواد ممکن است یا به طور مستقیم از تغییرات پروتوپلاسم و یا در اثر تجزیه شدن لایه‌های رزینی شده دیواره سلولی و یا در اثر هیدرولیز بعضی از گلیکوزیدهای مشخصی بوجود آیند. درجه پخش این روغنها در گیاهان متفاوت می‌باشد. به عنوان مثال در گیاهان تیره مخروطیان در تمام بافتهای

1 - Pinaceae

2 - Lauraceae

3 - Rutaceae

4 - Myrtaceae

5 - Umbelliferae

6 - Labiatae

7 - Compositae

8 - Piperaceae

9 - Lysigenus

10 - Schizogenous

گیاهی وجود دارد، در صورتی که در گلبرخ فقط در گلبرگ، و در دارچین در پوست و برگ و در میوه چتریان فقط در پریکارب و در نعنائیان در تارهای ترشح کننده و برگها و سرانجام در یک نوع نارنج در گلبرگ و در نوع دیگر در پوست آن یافت می شوند (۳).

اسانسها با اینکه از نظر ترکیبهای شیمیایی متفاوت هستند، ولی در بعضی از خواص فیزیکی مشترک می باشند. اسانسها بویی مشخص و ضریب شکستی قوی دارند و در اکثر موارد روی نور پلاریزه موثر می باشند. قدرت چرخش اسانسها اغلب وسیله مناسبی جهت تشخیص آنها می باشد به طور مثال در اسانس نعنای ترکیب منتول طبیعی چپ گرد است، ولی نوع مصنوعی آن راسمیک است و همچنین ترکیب کامفور طبیعی چپ گرد است. ولی کامفور مصنوعی راسمیک می باشد. وزن مخصوص اسانسها کمتر از آب است و فقط تعداد محدودی از اسانسهای گیاهی وزن مخصوصی بیشتر از آب دارند. به طور کلی اسانسها با آب غیر قابل اختلاط می باشند، ولی می توانند بوی خود را به آب انتقال دهند و ایجاد آبهای مقطر مختلف نمایند. اسانسها در الکل، اتر، اتر نفت و اغلب حلالهای آلی محلول هستند.

اسانسها به علت تبخیر در اثر مجاورت هوا در حرارت عادی، روغنهای فرار^۱، روغنهای اتری^۲ یا اسانسهای روغنی^۳ نامیده می شوند. اسانسها به طور کلی بی رنگ هستند، به ویژه هنگامی که تازه تهیه شده باشند، ولی رنگ آنها در اثر مرور زمان به علت اکسیداسیون و رزینی شدن، تیره می گردد. بنا براین توصیه شده است که برای جلوگیری از این تغییرات اسانسها باید در مکان خنک، خشک، ظرفهای سر بسته و پر و از جنس شیشه به رنگ دودی نگهداری شوند. اسانسها در الکل محلول بوده و به

1 - Volatile oils

2 - Ethereal oils

3 - Essential oils

میزان کمی در آب حل می‌شوند. ساختمان شیمیایی آنها مخلوطی از استرها، آلدئیدها، الکلهای، ستنها و تربنها می‌باشد.

روغنهای فرار از نظر بعضی ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی با روغنهای ثابت^۱ اختلاف دارند که اهم آنها عبارتند از:

روغنهای فرار قابل تقطیر شدن هستند و از این جهت به راحتی می‌توان آنها را از طریق روشهای تقطیر استخراج نمود.

ساختمان شیمیایی روغنهای فرار بر خلاف روغنهای ثابت از استرهای گلیسرین و اسیدهای چرب ساخته نشده است.

روغنهای فرار بر خلاف روغنهای ثابت لکه‌های دائم روی کاغذ به جا نخواهند گذاشت.

روغنهای فرار بر خلاف روغنهای ثابت با قلیایی‌ها صابونی نخواهند شد.

۵- روغنهای فرار بر خلاف روغنهای ثابت فاسد و ترش نگشته بلکه در مجاورت هوا و نور اکسیده و رزینی شکل خواهند شد.

اسانسها شامل ترکیبهای فرار، مواد چربی دوست^۲ که از هیدروکربن‌ها و یا ترکیبهای تک وظیفه‌ای^۳ از سوخت و ساز مونوترپنها، سسکوئیتترین‌ها، فنیل پروپانوئید، اسیدهای آمینه (ترکیبهای چرب با جرم کم) و اسیدهای چرب (ترکیبهای چرب با زنجیره بلند) مشتق می‌شوند. روغنهای فراری که از قسمتهای مختلف یک گیاه بدست می‌آیند ممکن است از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی و بو با هم اختلاف داشته باشند، به عنوان مثال روغن فراری که از پوست دارچین بدست می‌آید حاوی مقدار زیادی آلدئید سینامیک می‌باشد، در صورتی که اگر این روغن را از برگهای آن بدست آوریم ترکیب اصلی آن

1 - Vesible oil

2 - Lipophilic

3 - Monofunctional

اوژنول بوده و نیز اگر این روغن را از ریشه‌های همین گیاه استخراج کنند ترکیب اصلی آن کامفور می‌باشد، همچنین باید توجه داشت که شرایط محیط بر ترکیب شیمیایی روغن فرار یک گونه گیاه که در دو محیط مختلف رشد داده شده باشند موثر است. برای مثال استخراج اسانس از پوست درخت دارچین توسط بخار آب صورت می‌گیرد که دارای ترکیب سینامالدهید است، در حالی که برگ همین درخت شامل ترکیب اوژنول است. کیفیت محصولات طبیعی به وضعیت جغرافیایی محل رویش آنها بستگی دارد. اسانسها که توسط گونه‌های متفاوت گیاهان تولید و در اندامهای مختلف ذخیره می‌گردند رابطه مستقیمی با بیوسنتز، متابولیسم و فعالیتهای بیولوژیکی گیاه دارند که تابع شرایط اقلیمی محیط زیست گیاه هستند. عوامل مختلفی مانند زمان برداشت محصول، نحوه جمع‌آوری، طریقه خشک کردن، بسته بندی، و نگهداری در انبار در کیفیت و کمیت اسانسهای گیاهی موثر هستند. ترکیبهای معطر در سیتوپلاسم گیاهی شکل می‌گیرند، به ویژه در اندامهایی مانند بشره نازک، غده ترشحی و مجرای رزینی جمع می‌شوند. از آنجاکه غلظتهای آنها در اندام گیاه بسیار کم است، بنابراین، استخراج بسیاری از آنها از طریق مکانیکی (به طور مثال از پوست مرکبات) امکان پذیر است. بعضی از ترکیبهای معطر با ارزش که در گل‌های بیشتر موجود می‌باشند، با غوطه ور کردن در حلالها (هگزان یا بنزول) استخراج می‌گردند. پس از تبخیر حلال، کانکریت آن باقی می‌ماند که این روغن فقط مقدار کمی اسانس در بر دارد و ترکیبهای اصلی آنها چربی و مومها هستند.

به طور معمول اسانس گیاهان بوسیله تقطیر با آب و یا بخار صورت می‌گیرد. جهت انجام این امر بخار آب را با فشار از میان گیاه می‌گذرانند و در نهایت مرحله آبی و روغنی از یکدیگر جدا می‌شوند (۲۱). روغن پوست مرکبات نیز نمونه دیگری از اسانسها هستند که از طریق فشار بر روی پوست آزاد می‌شوند، به این علت که دارای مقدار زیادی هیدروکربنهای فرار ترپنی هستند، البته مقدار کمی از ترکیبهای غیر فرار

مانند رنگها، مومها و فورو کومارینها^۱ نیز همراه اسانس می‌باشند که در بعضی نمونه‌ها بسیار ناچیز هستند. به طور معمول مواد خام از اندامهای مختلف گیاه به طور مثال شکوفه، جوانه، میوه، پوست، بذر، برگ، پوست و غیره استخراج می‌شوند. در اغلب گونه‌های تک محصولی روغن مورد نظر به یک اندام تک محدود است، ولی در بعضی حالات روغنها توسط اندامهای مختلف دیگر تولید می‌شوند. اگرچه باید تفاوتی بین روغن گلهای طبیعی که از طریق جداسازی با حلال بدست می‌آید و اسانس قائل بود که از طریق تقطیر بدست می‌آید. روغنهای تقطیر شده ممکن است برخی از ترکیبهای خود را در طی فرآیند از دست بدهند، مانند اسانس رز که فیل اتیل الکل خود را از دست می‌دهد. اسانسها ممکن است خاصیت دور کنندگی حشرات را داشته باشند و بدین وسیله از خراب شدن گلها و برگها جلوگیری نمایند و حتی ممکن است به علت جلب کنندگی حشرات عمل لقاح را تسهیل نمایند. اسانسهای طبیعی شامل مخلوطی از یک، دو و یا چند ترکیب از لحاظ مقدار و یا شدت عطر نسبت به ترکیبهای دیگر فزونی گرفته اند. از مونوترپنها تشکیل شده و به صورت هیدرو کربنها، آلدئیدها، کتونها و استرهای با زنجیره کوتاه از اسیدهای چرب می‌باشند. ولی فقط عده محدودی از این اسانسها از یک ترکیب شیمیایی ساخته شده‌اند مثل روغن بادام تلخ بنزآلدئید و روغن سبز زمستانه^۲ متیل سالیسیلات. به غیر از اسانسهایی که از گلیکوزیدها مشتق شده اند، روغن خردل و روغن بادام تلخ، به طور معمول ساختمان شیمیایی اسانس از هیدروکربنها و ترکیبهای اکسیژنه‌ای که از هیدروکربنها مشتق می‌باشند ساخته شده اند. در بعضی روغنها مثل روغن تربانتین قسمت عمده ساختمان شیمیایی آن از هیدروکربن

1 - Coumarin) به فرمول $C_9H_6O_2$ ماده‌ای است بلوری، بی رنگ، خوشبو برای خوشمزه کردن

بکار می‌رود).

و مقدار کمی از ترکیبهای اکسیژنه ساخته شده است و در روغنهای دیگر قسمت عمده آنها از ترکیبهای اکسیژنه تشکیل یافته‌اند، مثل اسانس خردل که ۹۳ درصد آن از الیل ایزو-تیوسیانات و اسانس میخک که ۸۵ درصد آن از مواد فنلیک مثل اوژنول تشکیل شده است. همچنین در بعضی از آنها ترکیبهای ایندولی^۱ و سولفید^۲ (در روغن خردل الیل) موجود است. اسانسها در کل مخلوطی از ۲۵۰۰ نوع ترکیب هستند که تا کنون شناسایی شده‌اند که از ۱۰۰ عدد آنها بیشتر استفاده می‌شود به صورت متفاوت از کل این ترکیبها در عطر سازی (۴۰ درصد) استفاده می‌شود. بنابراین اسانسها با در نظر گرفتن ترکیبهای بسیار متنوع آن کاربرد بسیار وسیعی در صنایع مختلف دارند که قابل بررسی و آزمایش می‌باشند.

کاربرد

بیشتر اسانسها به طور مستقیم به عنوان مواد اولیه در تولید ترکیبهای طعم دار و خوشبو کننده‌ها استفاده می‌شوند. در هر حال، بعضی اسانسها تجزیه و یا توسط تقطیر کردن غلیظ می‌شوند و همچنین تفکیک یا جذب می‌گردند. به طور مثال: ترکیبهایی که از اهمیت خاصی برخوردار بوده و برای خوشبو کننده‌ها و یا طعم دهنده‌ها مطلوب هستند تغلیظ می‌گردند. ولی ترکیبهایی که بوی نا مطبوع و یا ضعیفی دارند و ضروری نمی‌باشند حذف می‌گردند. امکان جداسازی یک یا چند ترکیب خاص از اسانسها با روش تقطیر و یا کریستالیزاسیون وجود دارد. برای مثال جداسازی ترکیب اوژنول از اسانس میخک، متول از اسانس نعناع، سیترونلول از اسانس اوکالپتوس و سیترال از اسانس Litsea cubeba با روشهای خاص ممکن است. اسانسها چون از نظر ساختمان به ترپنوئیدهای سیترال و

1 - Indole

2 - S- Containing

سیترونلول، ژرانیل استات و لینالیل استات وابسته هستند، در بدن به سرعت جذب می‌شوند. از آنجا که استفاده از اسانسها توسط انسان (در شرایط مختلف) و تعیین میزان مجاز، باید توسط پزشک و متخصص تجویز گردد، بنابراین انجام آزمایشها در این زمینه ما را به معرفی که در پیش رو داریم نزدیک خواهند نمود. در این قسمت اشاره‌ای به مقادیر مجاز تعیین شده خواهیم نمود، به طور مثال: میزان مصرف قابل قبول تا ۵۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن برای ترکیبهای سیترال، ژرانیل استات، سیترونلول، لینالول و لینالیل استات بر حسب سیترال پیشنهاد شده است. همچنین مقدار مصرف موقتی روزانه برای ترانس - آنتول^۱ تا ۲/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو وزن و مثبت - کاروون^۲ و منفی - کاروون^۳ تا ۱ میلی گرم به ازاء هر کیلو گرم وزن، سینام آلدئید تا ۷۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن، و اوژنول تا ۲/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن پیشنهاد شده است. مقدار مصرف روزانه قابل قبول برای متیل آنترانیلات تا ۱/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو و ان - متیل آنترانیلات تا ۲۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن توصیه شده است. اسانسها و ترکیبهای آنها به طور مستقل در صنایع مختلف نیز مصارف زیادی دارند، بنابراین در زیر به عمده ترین آنها اشاره می‌شود:

صنعت عطر سازی (تهیه ادکلن، عطرهاى مختلف و اسپری)

صنایع بهداشتی (خوشبو کننده‌ها، بهبود مزه خمیر دندان، تهیه صابون، کرم و ضد عفونی کننده‌ها و غیره).

صنعت غذایی (شربت، آبلیمو، نوشابه‌های الکلی، شیرینی سازی).

جهت مصارف فنی (حلالها، معرفهای کف کننده).

صنایع مختلف (چرمهای مصنوعی، لاستیک، واکس کف زمین، لوازم التحریر).

1 - trans- anethol

2 - (+) - Carvone

3 - (-) - Carvone

صنایع داروسازی اسانسهای بادیان رومی، بابونه، رازیانه، سنبل الطیب، شمعدانی عطری و غیره.

نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- ۱- اسانسهای گران قیمت جهت رقابت با تولید کننده‌های عمده.
- ۲- منفعت کم اسانسهای ارزان قیمت، بنابراین فقط تولید روشمند یا ضریب بالا می‌تواند از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- ۳- باید اسانسهایی با کیفیت خوب با شرایط آب و هوا، خاک و نوع زراعت بر روی کیفیت اسانس تاثیر دارد، برای تجارت و فروش تولید شود.

کاربرد اسانسها در پزشکی و صنایع مختلف

بسیاری از فرآورده‌های خام گیاهان معطر به علت داشتن اسانس به طور مستقیم در پزشکی مصرف می‌شوند، ولی در بیشتر موارد اسانسها را از مواد خام جدا نموده و به عنوان دارو بکار می‌برند. این مواد برخلاف بسیاری از داروها جذب پوست سالم می‌شوند. اسانسها علاوه بر این، از نظر اقتصادی نقش مهمی در داروسازی و صنعت ایفا می‌نمایند. در پزشکی از اسانسها در مواردی مثل: اثر ضد تحریکات پوستی^۱، رفع درد، سوزش و خارش جلدی (مانند کافور، منتول که به شکل روغن و یا پماد) استفاده می‌شود. در بیحسی موضعی (مثل اسانس میخک که موجب تسکین درد دندان می‌گردد)، و به عنوان بادشکن^۲، ادرار آور^۳، ضد عفونی‌های ملایم^۴، ایجاد تحریکات

1 - Local antistimulants

2 - Carminatives

3 - Diuretics

4 - Mild antiseptics

سیترونلول، ژرانیل استات و لینالیل استات وابسته هستند، در بدن به سرعت جذب می‌شوند. از آنجا که استفاده از اسانسها توسط انسان (در شرایط مختلف) و تعیین میزان مجاز، باید توسط پزشک و متخصص تجویز گردد، بنابراین انجام آزمایشها در این زمینه ما را به معرفی که در پیش رو داریم نزدیک خواهند نمود. در این قسمت اشاره‌ای به مقادیر مجاز تعیین شده خواهیم نمود، به طور مثال: میزان مصرف قابل قبول تا ۵۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن برای ترکیبهای سیترال، ژرانیل استات، سیترونلول، لینالول و لینالیل استات بر حسب سیترال پیشنهاد شده است. همچنین مقدار مصرف موقتی روزانه برای ترانس - آنتول^۱ تا ۲/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو وزن و مثبت - کاروون^۲ و منفی - کاروون^۳ تا ۱ میلی گرم به ازاء هر کیلو گرم وزن، سینام آلدئید تا ۷۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن، و اوژنول تا ۲/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن پیشنهاد شده است. مقدار مصرف روزانه قابل قبول برای متیل آنترانیلات تا ۱/۵ میلی گرم به ازاء هر کیلو و ان - متیل آنترانیلات تا ۲۰۰ میکرو گرم به ازاء هر کیلو وزن بدن توصیه شده است. اسانسها و ترکیبهای آنها به طور مستقل در صنایع مختلف نیز مصارف زیادی دارند، بنابراین در زیر به عمده ترین آنها اشاره می‌شود:

صنعت عطر سازی (تهیه ادکلن، عطرهاى مختلف و اسپرى)

صنایع بهداشتی (خوشبو کننده‌ها، بهبود مزه خمیر دندان، تهیه صابون، کرم و ضد عفونی کننده‌ها و غیره).

صنعت غذایی (شربت، آبلیمو، نوشابه‌های الکلی، شیرینی سازی).

جهت مصارف فنی (حلالها، معرفهای کف کننده).

صنایع مختلف (چرمهای مصنوعی، لاستیک، واکس کف زمین، لوازم التحریر).

1 - trans- anethol

2 - (+) - Carvone

3 - (-) - Carvone

صنایع داروسازی اسانسهای بادیان رومی، بابونه، رازیانه، سنبل الطیب، شمعدانی عطری و غیره.

نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- ۱- اسانسهای گران قیمت جهت رقابت با تولید کننده‌های عمده.
- ۲- منفعت کم اسانسهای ارزان قیمت، بنابراین فقط تولید روشمند یا ضریب بالا می‌تواند از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.
- ۳- باید اسانسهایی با کیفیت خوب با شرایط آب و هوا، خاک و نوع زراعت بر روی کیفیت اسانس تاثیر دارد، برای تجارت و فروش تولید شود.

کاربرد اسانسها در پزشکی و صنایع مختلف

بسیاری از فرآورده‌های خام گیاهان معطر به علت داشتن اسانس به طور مستقیم در پزشکی مصرف می‌شوند، ولی در بیشتر موارد اسانسها را از مواد خام جدا نموده و به عنوان دارو بکار می‌برند. این مواد بر خلاف بسیاری از داروها جذب پوست سالم می‌شوند. اسانسها علاوه بر این، از نظر اقتصادی نقش مهمی در داروسازی و صنعت ایفا می‌نمایند. در پزشکی از اسانسها در مواردی مثل: اثر ضد تحریکات پوستی^۱، رفع درد، سوزش و خارش جلدی (مانند کافور، منتول که به شکل روغن و یا پماد) استفاده می‌شود. در بیهوشی موضعی (مثل اسانس میخک که موجب تسکین درد دندان می‌گردد)، و به عنوان بادشکن^۲، ادرار آور^۳، ضد عفونی‌های ملایم^۴، ایجاد تحریکات

1 - Local antistimulants

2 - Carminatives

3 - Diuretics

4 - Mild anti septics

موضعی پوست^۱، احتقان و قرمزی، احساس گرما، حساسیت به تحریکات، ایجاد حالتی شبیه به التهاب (مانند خردل که به شکل ضمد و پاشویه) بکار می‌رود، و سرانجام تحریک مراکز مغزی، مراکز قشری و پیازی که به این ترتیب به مقدار زیاد موجب بروز تشنجاتی به شکل صرع می‌شوند. علاوه بر مصارف بالا در موارد زیر نیز مصرف این مواد توصیه شده است:

بعضی از اسانسها که بو و طعم مطبوعی دارند برای ساختن عطر و ادویه و خوش طعم کردن داروها بکار می‌روند، مانند نارنج، لیمو، زنجبیل و دارچین، همچنین در خوش طعم کردن غذا، شیرینی و نوشابه‌های غیر الکلی و سرانجام در صنعت تنباکو و فراآورده‌های آرایشی بکار برده می‌شوند.

تا به حال تحقیقات وسیعی در مورد اسانسها به علت داشتن خصوصیات ضد عفونی کنندگی از قبیل ضد باکتری^۲، ضد میکروبی^۳ و ضد قارچی^۴ صورت پذیرفته است. در گذشته از این خاصیت برای نگهداری و جلوگیری از کپک زدن و خراب شدن مواد غذایی استفاده می‌کردند.

به علت مصارف زیاد اسانسها که در بالا به آنها اشاره گردید، روز به روز صنعت استخراج این مواد گسترش یافته است، به طوریکه سالیانه بیش از ۲۰ میلیون کیلو گرم انواع این اسانسها را از گیاهان استخراج می‌نمایند. باید توجه داشت که اسانسهایی که از طریق مصنوعی تهیه می‌شوند از لحاظ مرغوبیت و لطافت با اسانسهایی که منشاء طبیعی دارند قابل قیاس نیستند.

1 - Local stimulants

2 - Antibacterial

3 - Antimicrobial

4 - Antifungal

عوارض جانبی

مصرف بیش از حد اسانس باعث تحریک دستگاه گوارش شده و ممکن است سبب تهوع، استفراغ و اسهال گردد، همچنین در بعضی موارد در دستگاه ادراری ایجاد تحریک می‌نماید، التهابات بوجود آمده (پوستی) را شدید و باعث تحریک عمده می‌شود. همچنین ممکن است ایجاد تشنج نماید. در ناراحتیهای تنفسی ایجاد مسمومیت می‌کند. ممکن است سیستم اعصاب مرکزی را تضعیف نموده و کُرخی، مشکلات تنفسی و یا هیجان و تشنج ایجاد نماید. در مسمومیت حاد معده با اسانس باید با شستشو، معده خالی شود و مسهل نمکی مانند سولفات سدیم ۳۰ گرم در ۲۵۰ میلی لیتر آب تجویز گردد. چنانچه اسهال ایجاد نشده باشد باید از نوشیدنیهای غیر اسانسی استفاده شود. مصرف زیاد مایعات در صورتی که عمل دفع کافی نباشد ضروری است.

در مطالعاتی که در مورد موش در مورد سمیت بخار اسانسها انجام شده اسانسهای دانه انیس، کاج، شبت و عرعر مورد بررسی قرار گرفته است. غلظتی که پس از ۱۲ ساعت باعث مرگ ۵۰٪ موشها شد، حدود ۰/۸ تا ۱/۵ میلی گرم در لیتر هوا می‌باشد. حداکثر غلظتی که تمام حیوانات به مدت ۲۱ روز زنده ماندند ۱۲۰ تا ۲۰۰ میکرو گرم در لیتر می‌باشد. در دو تحقیق بعمل آمده از ۴۵ و ۴۹ نفر که به ترتیب به مدت ۳ تا ۱۲ سال سابقه کار در تهیه اسانسها داشته اند، عوارضی همچون خواب آلودگی، سر درد، درد در ناحیه کبد، سرفه، بزرگی کبد، افزایش اوروبیلی نوژون در ادرار و آلبومینوری در تعداد زیادی از آنها دیده شده است. غلظت اسانسها در هوای محیط کار از ۵ تا ۳۷۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد. حداکثر سطح مجاز ۱۰ میکروگرم در لیتر برآورد شده است. همچنین حالت فتودرماتیتس^۱ (حالت غیر عادی پوست که در آن نور عامل مهمی است) بعد از استفاده از محصولات حاوی عطرهای مختلف گزارش شده است.

Phothodermatice – 1 (حالت غیر عادی پوست که در آن نور عامل مهمی است)

فساد و نگهداری اسانسها

باید توجه داشت که بو و مزه اسانسها به ترکیبهای اکسیژنه موجود در آنها مربوط می‌باشد و از طرف دیگر باید در نظر داشت که بوی اسانسهایی که از ترکیبهای هیدروکربن ساخته شده‌اند، در مقایسه نسبی با ترکیبهای اکسیژنه مثل آلدهیدها، استونها، الکلهای، استرها، اترها، اکسیدها و غیره کمتر می‌باشد. ترپنها و سایر هیدروکربنها خیلی کم در الکل محلول هستند و در معرض هوا به سرعت به علت اکسیده شدن و رزینی شدن خراب شده و در نتیجه بو و مزه اسانسها نامطبوع خواهند گردید. به همین علت سعی شده است که مقدار ترپنهای اسانسی که جهت معطر کردن فرآورده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند مثل اسانس لیمو با استفاده از روش تقطیر جزء به جزء در فشار پایین کاسته شود به همین ترتیب اینگونه اسانسها بدون ترپن برای مدت بیشتری پایدار می‌مانند.

پمادها^۱

پمادها از چربیهایی که دارای مواد بودار هستند تشکیل یافته‌اند که توسط دستگاههای عطرگیری و روغنهای جاذب سرد یا گرم از گلها تهیه می‌شوند. عطرگیری از طریق روغنهای جاذب گرم یکی از قدیمیترین روشهای تولید بوده که برای نگهداری ترکیبهای بودار گیاهان بکار می‌رفته است. در این روش، گلها را (یا دیگر قسمتهای گیاه) به طور مستقیم در مایع یا موم آب شده غوطه ور می‌کردند که پس از مدتی بوی گیاه جذب روغن می‌گردید.

عطرگیری از طریق روغنهای جاذب سرد گلها ترکیبهای فرار را در اطراف خود پراکنده می‌نمایند و بعد در مدت زمانی نسبتاً طولانی جذب روغن می‌شوند. این روش صنعتی در قرن ۱۹ (فرانسه) برای تولید عطرهای غلیظ از گل بکار می‌رفته است. در این روش گلهای

تازه با لایه‌ای از چربی که شامل مخلوطی از چربی خوک و پیه آب کرده گاو تصفیه شده بود ترکیب می‌شوند. پس از گذشت زمان لازم آنرا از صافی عبور داده و از تفاله جدا می‌نمایند. قسمت صاف شده عطر قابل استفاده می‌باشد. در روشی دیگر گلها را روی صفحه‌ای شیشه‌ای در یک محفظه پخش می‌کنند و به تدریج عطر آن جذب روغن می‌شود. ولی اکنون در این صنعت از روش استخراج با حلال استفاده می‌کنند (۲۲).

کانکریت‌ها^۱

عصاره گیاه تازه توسط حلالهای غیر قطبی (مثل تولوئن، هگزان و اتر نفت) از قسمت‌های مختلف آن تهیه می‌گردند. پس از تبخیر، باقیمانده بدست آمده فقط دارای مواد بودار فرار نیست، بلکه دارای مقدار زیادی از مواد غیر فرار است که شامل ترکیبهای مومی می‌شود. به این دلیل کانکریتها (مثل پماد) به طور کامل در الکل محلول نیستند، از این رو، به صورت محدود در اجزاء عطر بکار می‌روند. البته، می‌توان از آنها به عنوان خشبو کننده در صابون سازی استفاده نمود. کانکریتها، در واقع تولیدات حد واسطی هستند که در اصل از گل‌های (رز، یاسمین، گل مریم^۲، گل نسرين، کاناگادوراتا^۳) درختی است در جزایر مالایا که از گل‌های آن روغن فرار خوشبویی بدست می‌آید)، درخت گل ابریشم، رزماری، برونیا^۴ و غیره تهیه می‌گردند. کانکریت از اندامهای دیگر گیاهان مثل اسطوخودوس، شمعدانی عطری، گل یاس، گل بهار نارنج، مریم گلی^۵، بلوط موس^۶ و غیره نیز تهیه می‌گردد. حدود ۰/۳ درصد از مواد اسانس گل یاسمین کانکریت است (۲۲).

1 - Concretes

2 - Tuberoses

3 - Ylang-ylang

4 - Boronia

5 - Clary sage

6 - Oak moss

مطلق^۱

مقدار مطلق ماده با جدا کردن کانکریتها در اتانول و یا متانول تهیه می‌گردد. ترکیبهای مطلق از ترکیبهایی هستند که از طریق سرما حذف و صاف می‌شوند. بعد از تبخیر اتانول باقیمانده بدون موم را ترکیب مطلق گویند. از این رو ترکیب مطلق به طور کامل در اتانول محلول می‌باشد بنابراین می‌تواند به عنوان اجزاء عطر بکار برده شود (۲۲).

رزینها^۲

رزینها ترکیبهایی هستند که از ماده مترشحه گیاهان (رزینهای چسب روغنی، رزینهای روغنی طبیعی، و تولیدات رزینی) توسط حلالهایی مثل متانول، اتانول یا تولوئن استخراج می‌گردند. میانگین محصول آنها از ۹۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد. به طور معمول محصول آنها چسبندگی زیادی دارند، البته بعضی وقتها از فتالاتها^۳ یا بنزیل بنزوات^۴ جهت بهبود در روان شدن ترکیب و تهیه محصول بهتر استفاده می‌کنند. در اصل رزینها از ترکیبهایی غیر فرار و صمغی تشکیل شده‌اند و استفاده اولیه آنها در تهیه ثابت کننده‌هایی است که بسیار مناسب هستند. شرحی که در بالا از تهیه رزینهای روغنی (مثل رزینهای روغنی فلفل، زنجبیل و وانیل) آمده است مشخص می‌نماید که این مواد تغلیظ شده ادویه جات توسط حلالها هستند. حلال مورد استفاده به ادویه بکار گرفته شده بستگی دارد، اغلب این تولیدات با روش استخراج با CO₂ (خیلی قویتر) بدست می‌آیند. رزینهای روغنی فلفل و زنجبیل فقط شامل ترکیبهای عطری فرار نیستند، بلکه دارای تندی نیز هستند (۲۲).

1 - Absolutes

2 - Resinoids

3 - Phthalates

4 - Benzyl benzoate

تنتورها (۴)

تنتورها محلولهایی الکلی هستند که توسط مواد خام طبیعی با اتانول یا مخلوطی از آب و اتانول تهیه می‌گردند. همچنین آنها را می‌توان توسط دیگر استخراجات در این حالها بدست آورد، البته تنتورنام دیگر خیساندن^۱ می‌باشد (۲۲).

جدول شماره ۱- قطبیت حلالها.

Solvent	Viscosity	Polarity Index	Dispersion Forces	Proton Donor	Proton Acceptor	Dipole Moment
N-Hexane		0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Isooctane		-0.4	-0.10	0.00	0.00	0.00
Cyclohexane	1.00	0.0	-0.15	0.00	0.00	0.00
Carbon tetrachloride	0.97	1.7	0.15	0.30	0.38	0.32
p-xylene	0.70	2.4	-0.05	0.32	0.24	0.44
Toluene	0.50	2.3	0.00	0.32	0.24	0.44
Benzene	0.65	3.0	0.04	0.29	0.28	0.43
Ethyl ether (Diethyl ether)	0.23	2.9	-0.22	0.55	0.11	0.34
Chloroform	0.57	4.4	-0.10	0.28	0.39	0.33
Methylene chloride	0.44	3.4	0.20	0.34	0.17	0.49
Tetrahydrofuran (THF)	0.51	4.2	-0.15	0.41	0.19	0.40
Acetone	0.32	5.4	-0.10	0.36	0.24	0.42
Dioxane	1.54	4.8	0.06	0.38	0.21	0.41
Ethyl acetate	0.47	4.3	0.00	0.34	0.25	0.42
Acetonitrile	0.37	6.2	0.04	0.33	0.26	0.41
Pyridine	0.94	5.3	-0.05	0.43	0.21	0.36
N-Propanol	2.30	4.1	-0.15	0.54	0.19	0.27
Ethanol	1.20	5.2	-0.23	0.51	0.21	0.28
Methanol	0.60	6.6	0.03	0.51	0.19	0.30
Water	1.00	9.0		0.40	0.34	0.26

طبقه بندی ترکیبهای شیمیایی موجود در اسانسها

اسانسها با توجه به ترکیبهای شیمیایی که دارند به چند گروه طبقه بندی می شوند:

هیدروکربورها، الکلهای، آلدئیدها، استونها، استرها، فنلها، اترهای فنلی، اکسیدها، پراکسیدها، ترکیبهای گوگردی، ترکیبهای ازت دار.

ترکیبهای شیمیایی اسانسها را ممکن است بر اساس مبداء بیوستز آنها به دو طبقه تقسیم نمود:

۱ - مشتقات ترپنها که از طریق واکنش استات - اسید موالیک بوجود می آیند.

۲ - ترکیبهای عطری که از طریق اسید شیکمیک و فیل پروپانوئید ساخته می شوند.

ترکیبهای شیمیایی اسانسها

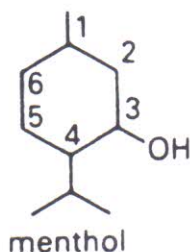
اسانسها مخلوطی از ترکیبهای مختلف می باشند که با یکدیگر تفاوت بسیاری دارند. این ترکیبها در گیاهان مختلف به ترتیب زیر می باشند:

۱- ترکیبهای الکلی می توانند به سه صورت زیر در اسانسها موجود باشند.

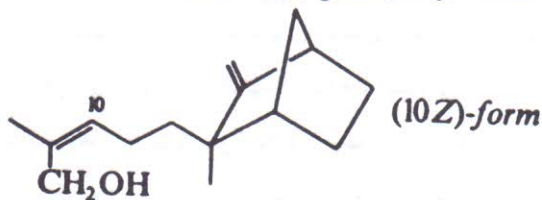
الف - الکلهای غیر حلقوی مانند ژرانیول در اسانس گل سرخ



ب - الکلهای ترپنی مانند منتول در اسانس نعناع فلفلی



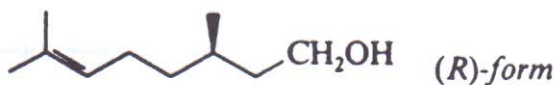
ج - الکل‌های سسکویی ترین مانند سانتالول در اسانس چوب صندل



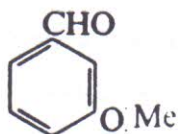
۲ - ترکیبهای آلدیدی

ترکیبهای آلدیدی موجود در اسانسها را می‌توان به دو دسته زیر تقسیم نمود:

الف - آلدیدهای خطی سیترونلال موجود در اسانس اوکالپتوس سیترواودورا



ب - آلدیدهای عطری مانند وانیلین در اسانس حاصل از وانیل

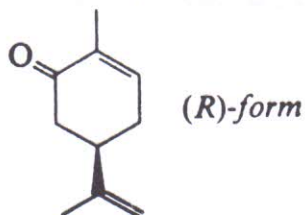


Vanillin

۳ - ترکیبهای کتونی

کتونهای موجود در اسانسها را ممکن است به ترتیب زیر تقسیم نمود:

الف - کتونهای تربنی یک حلقه‌ای کاروون در اسانس پونه سنبله‌ای و رازیانه



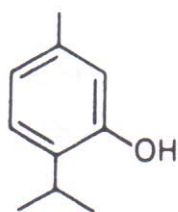
ب - کتون‌های دو حلقه‌ای کامفنون در اسانس کامفر



6-Camphenone

۴ - ترکیبهای فنلی

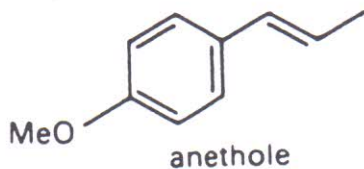
تیمول در اسانس آویشن



thymol

۵ - ترکیبهای اترهای فنلی

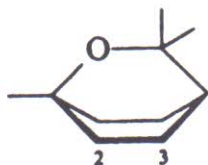
آنتول در اسانس رازیانه



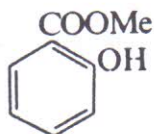
anethole

۶ - ترکیبهای اکسیدی

۱۸-سینثول موجود در اوکالپتوس



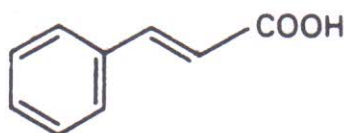
2 3



Methyl salicylate

۷- ترکیبهای استری

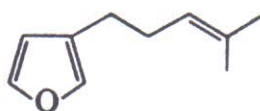
متیل سالیسیلات در اسانس وینتر گرین^۱



cinnamic acid

۸- ترکیبهای اسیدی

اسید سینامیک در بالسام پرو



۹- مشتقات فوران

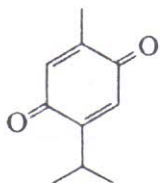
پرلین^۲ در پریرلا سیتروودورا^۳

^۱ - Winter green

^۲ - Perillene

^۳ - Perilla citrodora

۱۰ - کیتونها

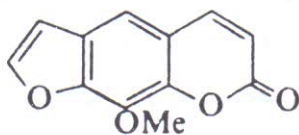


Thymo hydro quinone

تیموهیدروکینون در اسانس دانه زیره روکسبورانیوم^۱

۱۱ - لاکتونها، کومارینها و کومارونها

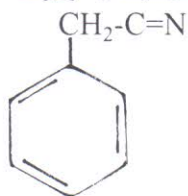
گزانتوتوکسین در اسانس آلنجلیکا آرچانجلیکا^۲



Xanthotoxin

۱۲ - ترکیبهای نیتروژن دار و سولفوردار

مانند متیل - بتا - متیل تیولپروپیونات^۳ در آناناس^۴ و بنزیل سیاناید در ترتیزک^۵



Benzyl cyanide

1 - Carum roxburghianum

2 - Angelica archangelica

3 - Methyl - β - methyl thiolpropionate

4 - Ananas sativus

5 - Lepidium sativum L

آزولنها

واژه آزولن بر اساس رنگ آبی اجزاء اسانس بابونه^۱ توسط پیس^۲ نامگذاری گردید. آزولنها در اسانسهای زیادی از جمله اسانس کامفور، کبابه چینی^۳، برنجاسف^۴، گال بانوم^۵، سنبل الطیب^۶ و اسانس چند نمونه از اوکالیتوسها دیده شده اند. آزولنها در ترکیبهای مختلف به رنگهای آبی، بنفش و حتی سبز مشاهده می شوند. آزولنهای طبیعی در اسانسها به دو صورت هستند یا حضورشان رنگ قابل تشخیص به اسانسها می دهند یا شکل مشتقات سسکویی ترپنها بوده که با روشهای شیمیایی یا فیزیکی قابل تبدیل به آزولن رنگی می باشند. این عمل می تواند توسط حرارت دادن و یا واکنش با اسید، آگیری و یا هیدروژن گیری به مورد اجراء در آید. آزولنهای مختلف بر اساس رنگهایشان قابل تشخیص می باشند و ممکن است با آبی خالص، آبی بنفش، بنفش، قرمز و حتی سبز (وردآزولن^۷) مشخص شوند. بر اساس تحقیقات پلاتنر^۸ و پفاو^۹ ترکیب مادر همه آزولنها هیدروکربور دو حلقه ای $C_{10}H_8$ به نام عمومی آزولن می باشد. از نظر خواص شیمیایی و فیزیکی آزولن مادر تشابه زیادی با نفتالین دارد. اسکلت کرینها در هیدروکربن نمایشگر اتصال یک حلقه پنج ضلعی با یک حلقه هفت ضلعی بوده که این ساختمان قابلیت جذب قوی نور منتشر شده توسط آزولنها را نشان

1 - Chamomile

2 - Piesse

3 - Cubeb

4 - Worm wood

5 - Galbanum

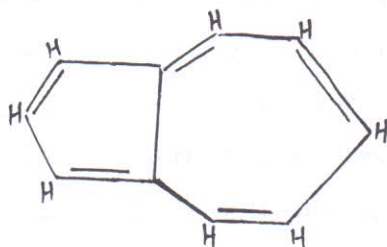
6 - Valerian

7 - Verdazulene

8 - Plattner

9 - Pfau

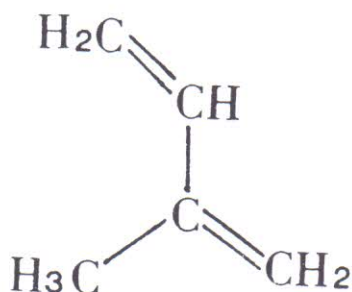
می‌دهد. آزولنها با سسکویی ترپنها مرتبط بوده بر اساس فرضیه روزیکا^۱ این هیدرو کربنها در طبیعت از حلقوی شدن ۳ ملکول زنجیره‌ای ایزوپرن بوجود می‌آیند. قوی ترین استدلال در مورد ارتباط بین سسکویی ترپنها و آزولنها بر این پایه استوار است که انواع سسکویی ترپنها و مشتقات آنها توسط هیدروژن گیری و یا آبگیری قابل تبدیل به آزولن می‌باشند. ویژگی اصلی آزولنها طیف جذبی آنها می‌باشد که در ردیف حوزه مرئی قرار می‌گیرد که اندازه گیری این طیفها می‌تواند کمک مهمی در تعیین شماره و موقعیت استخلافها در سیستم حلقه آزولن به شمار رود.



^۱ - Ruzicka

ترپنویدها^۱

تعداد زیادی از ترکیبهای موجود در گیاهان را تحت نام " ترپنویدها " می نامند و این واژه مبین ترکیبهایی است که منشاء بیوسنتزی آنها یکسان می باشد. اسکلت کربنی ترپنها شامل واحدهای ساختمانی تکراری از ترکیبهای پنج کربنی به نام ایزوپرن (C_5H_8) شکل گرفته است. بیشتر هیدروکربنهای ترپنی طبیعی دارای فرمول ملکولی $(C_5H_8)_n$ می باشند، اساساً n به عنوان پایه ای از طبقه بندی مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین ما طبقه بندی زیر را به صورتی که در بالا ذکر گردید خواهیم داشت.



- ۱ - همی ترپنها $Hemiterpenes (C_5H_8)_1 = C_5H_8$
- ۲ - مونوترپنها $Monoterpenes (C_5H_8)_2 = C_{10}H_{16}$
- ۳ - سسکویی ترپنها $Sesquiterpenes (C_5H_8)_3 = C_{15}H_{24}$
- ۴ - دی ترپنها $Diterpenes (C_5H_8)_4 = C_{20}H_{32}$
- ۵ - سستر ترپنها $Sesterterpenes (C_5H_8)_5 = C_{25}H_{40}$
- ۶ - تری ترپنها $Triterpenes (C_5H_8)_6 = C_{30}H_{48}$
- ۷ - تترا ترپنها $Tetraterpenes (C_5H_8)_8 = C_{40}H_{64}$
- ۸ - پلی ترپنها $Polyterpenes C_5 \times n \quad (n > 8)$

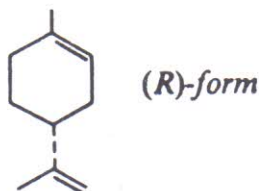
ترپنها هیدروکربنهایی هستند که قسمت عمده ساختمان شیمیایی اسانسها را تشکیل داده اند، واژه ترین از یک کلمه آلمانی به معنی ترپانتین مشتق شده است و دارای فرمول ملکولی $C_{10}H_{16}$ می باشد.

۱- هیدروکربورهای معطر

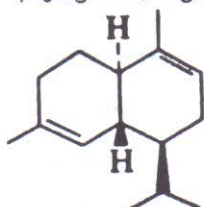
هیدروکربورهای معطر شامل مونوترپنها، سسکویی ترپنها و دی ترپنها غیر اکسیژنه می باشند.

^۱ - Terpenes

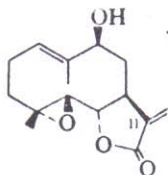
الف - مونوترپنها به فرمول $C_{10}H_{16}$ ترکیبهایی که دارای ۱۰ اتم کربن می‌باشند به صورت خطی و یا حلقوی وجود دارند و جسم اولیه بوجود آمده ژرانیل پیروفسفات (GPP) است که با توجه به نوع گیاه می‌تواند به اقسام مختلف ترکیبهای ترپنی تبدیل شود، به عنوان مثال لیمونن



ب - سسکویی ترپنها به فرمول $C_{15}H_{24}$ ترکیبهایی که دارای ۱۵ اتم کربن می‌باشند و از ترکیب ژرانیل پیروفسفات و ملکول ۵ کربنی مانند ایزوپنتیل پیروفسفات بوجود می‌آیند. سسکویی ترپنها می‌توانند به صورت خطی و یا حلقوی باشند مانند کادینن^۱ در اسانس کوکب.



سسکویی ترپنها در اکثر مواقع تلخ مزه می‌باشند. سسکویی ترپن لاکتونها ترکیبهای دیگری هستند که در گیاهان خانواده کمپوزیته مثل گل مینا یافت می‌شوند و در بیشتر موارد دارای خاصیت درمانی ضد تومور هستند. به عنوان مثال در گیاه آنالیا گرسینی^۲ وجود دارد که دارای یک ترکیب سسکویی ترپن یک حلقوی به نام ۹-آلفا - هیدروکسی پارتنولید که مانع رشد سلولهای سرطانی می‌شود.

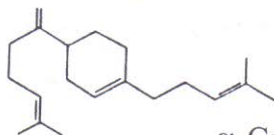


9- α -Hydroxy-partinolide

^۱ - Cadinene

^۲ - Anavellia gercini

ج - دی ترپنها به فرمول $C_{20}H_{32}$ که دارای ۲۰ اتم کربن می‌باشند که ممکن است خطی و یا ۱، ۲ و یا ۳ حلقه‌ای باشند، مانند آلفا- کامفورن^(۲) در اسانس کامفور.



α -Camphorene

البته استثناهایی از نظر ترتیب قرار گرفتن واحدهای ایزوپرن به طور منظم وجود دارند که منجر به قانون بیوژنتیک شماره ایزوپرن گردیده‌اند و این امر امکان جابه جایی در زمان بیوسنتز را شامل شده است. به علاوه هیدروکربنهای ترپن‌دار مشتقات اکسیژن دار هر طبقه هستند که به صورت طبیعی نیز رخ می‌دهند، و اینها در اصل الکله‌ها، آلدیدها یا کتونها می‌باشند. در حال حاضر واژه ترین در اصل برای هیدروکربنهایی که با فرمول ملکولی $C_{10}H_{16}$ هستند حفظ شده است، اما به صورت مشترک در حال حاضر شامل تمام ترکیب‌هایی می‌شود که با فرمول $(C_5H_8)_n$ هستند. به علاوه، در حال حاضر تمایل زیادی وجود دارد تا ترپن‌یویدها^۱ را به جای ترپنها^۲ بنامند، و تنها ترکیب‌های $C_{10}H_{16}$ را ترپن ذکر کنند. به نحو معمول با تجزیه حرارتی بیشتر، ترپنها را می‌توان به عنوان محصول ایزوپرن نام برد. این موضوع ما را به پیشنهادی که در مورد اسکلت ساختمانی تمام ترپن‌هایی که به صورت طبیعی رخ می‌دهند و می‌توانند واحدهایی از ایزوپرن را بسازند هدایت می‌کند، بنابراین به عنوان قاعده ایزوپرن^۳ شناخته شده است و اولین بار به وسیله والچ^۴ در سال ۱۸۸۷ تشخیص داده شد. از این رو اولویت در تقسیم به واحدهای ایزوپرن ممکن است به رعایت شرایط خاص منجر شود و زمانی

^۱ - Terpenoids

^۲ - Terpenes

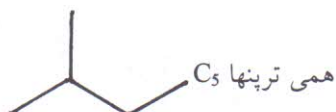
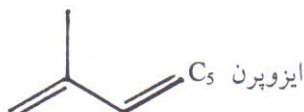
^۳ - Isoprene rule

^۴ - Wallach

قابل قبول است که ساختمان ترپن موجود در گیاه ترکیب شود. از این گذشته، اینگولد^۱ (۱۹۲۵) روشن ساخت که واحدهای ایزوپرن در ترپنهای طبیعی به صورت سر به دم متصل هستند. این پدیده قابلیت تقسیم به واحدهای ایزوپرن را دارد و اتصال سرها به دم، ممکن است به راحتی به عنوان قاعده ویژه‌ای برای ایزوپرن بکار گرفته شود. در هر حال، باید متذکر شد که قاعده پذیرفته شده را می‌توان فقط به عنوان راهنمای اصلی و نه به عنوان یک قاعده ثابت مورد قبول قرار داد (۲۳).

قاعده ایزوپرن^۲

ایزوپرن (متیل بوتادین) ساختمان اصلی واحدی مرکب شامل پنج اتم کربن است که در تمام ترکیبهای نشانه گذاریهای زیستی^۳ مرکب از واحدهای زیرین ایزوپرن $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ وجود دارد که ترپنویدها و ایزوپرنویدها^۴ یا ایزوپنتنویدها^۵ نامیده می‌شوند.



تمام موجودات زنده‌ای از باکتری تا انسان، زیست ساخت (بیوسنتز) یا نیازهایی به این ماده دارند. "قاعده ایزوپرن" نشان می‌دهد که زیست ساخت این ترکیب با پلی

¹ - Ingold

² - Isoprene rule

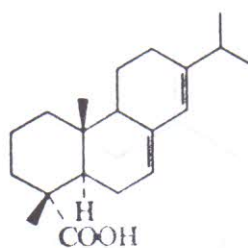
³ - Biomarkers

⁴ - Isoprenoids

⁵ - Isopentenoids

میرزاسیون اختصاصی اعضاء ساختمان واحد زیرین ایزوپرن Cs شکل می گیرد. احتمالاً بقیه حیات پلی مرها^۱ مانند پروتئینها یا پلی ساکاریدها، و ترپنها به آسانی واقتبش^۲ نمی شوند، به این علت که توسط پیوندهای اشتراکی کربن به کربن به یکدیگر متصل می شوند. ترکیبهای اصلی بدست آمده که از قاعده ایزوپرنها پیروی می کنند ایزوپرنوئید گفته می شوند. یافتن ساختمانهای شیمیایی اضافی این موضوع را روشن می کند که می تواند اتصالهای بین واحدهای تابعه زیرین متغیر باشد به این صورت که اتصال سر به دم با قاعده (منظم) و یا بعضی با اتصالهای بی قاعده (نا منظم) باشند.

ترپنهای یک حلقه ای حلقه شش ضلعی دارند. در این مورد Ingold (۱۹۲۱) تشخیص داد که یک گروه سنگ گران بهای دی آلکیل^۳ تمایلی به تبدیل به حلقه های بی ثبات سیکلو هگزان دارد. از این رو، جهت بستن زنجیره باز به یک حلقه سیکلو هگزان، و استفاده از این قاعده سنگ گران بهای دی آلکیل باعث محدودیت در ساختمانهای ممکن می نماید (برای مثال، می توان اسید آبتیک^۴ را دید)



Abietic acid

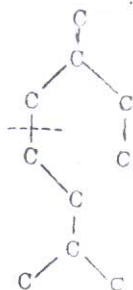
^۱ - Biopolymers

^۲ - Depolymerized

^۳ - Gem – dialkyl group

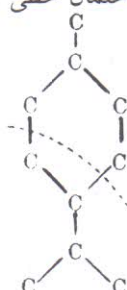
^۴ - Abeitic acid

بنابراین مونوترپن با زنجیره باز فقط می‌تواند با یک امکان به یک مونوترپن تک حلقه‌ای با اسکلت p-cymene تبدیل گردد. شکلی از آن به صورت ساختمانهای زیر مانند ساختمان خطی که مطابق شکل حلقوی زیر نوشته شده است (۲۳).

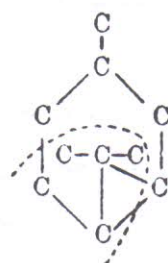
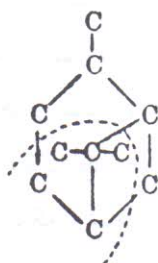
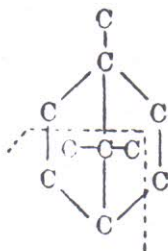


ساختمان ماریچی

ساختمان p-cymene



تمام مونوترپنهای تک حلقوی طبیعی مشتقاتی از p-cymene هستند. مونوترپنهای دو حلقه‌ای دارای دو اندام شش ضلعی و یا سه، چهار و پنج حلقه هستند. همچنین Ingold (۱۹۲۱) متوجه شد که حلقه‌های سیکلوپروپان^۱ و سیکلوبوتان^۲ نیاز به مقدمه‌ای از گروه سنگ دی متیل^۳ دارند تا آنها را به طور کافی مقاوم کند تا قادر باشند در طبیعت رخ دهند. از این رو انتهای زنجیره باز C_{10} سه حالت ممکن برای ساختمان دو حلقه‌ای می‌دهد که هر سه ساختمان معلوم است (۲۳).

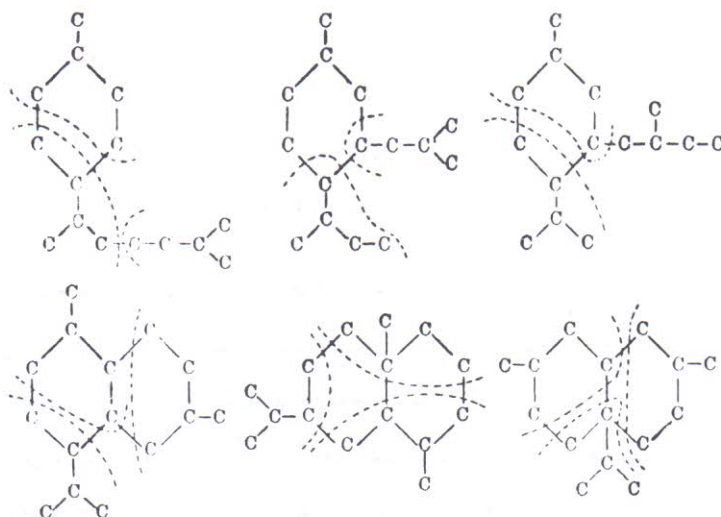


^۱ - Cyclopropane

^۲ - Cyclobutane

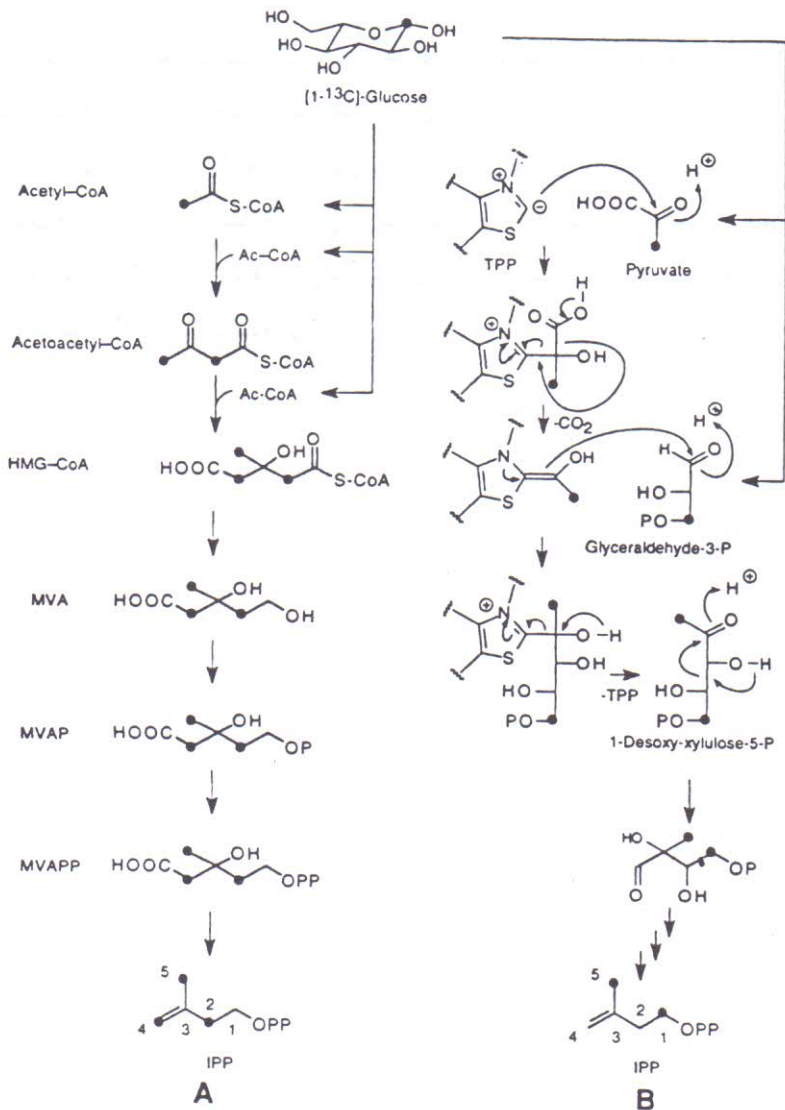
^۳ - Gem-dimethyl

اگر از این نظرات همراه با ساختمان حلقوی سزکوئی ترینها استفاده کنیم متوجه می‌شویم که فقط سه ساختمان تک حلقه‌ای و دو حلقه‌ای (که تمام آنها نیز مشخص نیستند) امکان دارد (۲۳).



در شیمی ترین بسیاری از سنتزها مبهم هستند، در این وضعیت، دلایل تجزیه به سنتز آن ترکیب مربوط است. در ضمن هنوز بسیاری از ترینها سنتز نشده‌اند. هر کدام از این طبقه ترپنویدها از نظر عوامل رشد گیاهی، متابولیسم و محیطی اهمیت دارند. گرچه ترپنویدها از نظر بیوسنتزی از ملکول ایزوپرن حاصل می‌شوند و اخیراً این جسم به عنوان یک جسم طبیعی شناخته شده، ولی از نظر in-vivo یک جسم پیشتاز نیست، بلکه اجسامی که در اصل وارد واکنش می‌گردند عبارتند از ایزوپنتیل پیروفسفات (IPP) و اسید موالیک (MVA) هستند. در واکنشهای بیوسنتزی دو ملکول ایزوپنتیل پیروفسفات به یکدیگر متصل شده و ژرانیل پیروفسفات (C_{10}) را تولید می‌نمایند که جسم حد واسط اولیه برای تولید مونوترپنها است. ژرانیل پیروفسفات (GPP) و یک ملکول ایزوپنتیل پیروفسفات

(IPP) به نوبه خود با یکدیگر ترکیب شده و تولید فارنزیل پیروفسفات (C_{15}) را تولید نموده که جسم حد واسطه اصلی برای تولید سزکوئی ترپنها می باشد. در اثر ترکیب شدن ملکولهای C_5 و C_{10} با یکدیگر، ترپنویدهای سنگینتر و از ترکیب دو ملکول فارنزیل پیروفسفات تری ترپنویدها و از ترکیب دو ملکول ژرانیل - ژرانیل تولید کاروتنویدها می گردد. در شکل شماره ۱ بیوسنتز ایزوپنتنیل پیروفسفات (IPP) را مشاهده می کنید.



شکل شماره ۱: بیوسنتز ایزوپنتنیل دی فسفات (IPP).

A = مسیر اسید موالونیک، B = مسیر Triose/Pyruvate، Ac Co A = استیل کو آنزیم آ،

HMG Co A = هیدروکسی متیل گلاکتریل کو آنزیم آ، MVA = اسید موالونیک،

MVAP = اسید موالونیک فسفات، MVAPP = اسید موالونیک دی فسفات،

TPP = تیامین دی فسفات، P = فسفات باقی مانده، • = شرایط طبق بندی کریب ۱۳.

اکثر ترپنویید های طبیعی دارای ساختمان حلقوی و یک یا چند عامل شیمیایی (هیدروکسیل، کربنیل و غیره) می باشند از این رو مرحله آخر سنتز این اجسام شامل حلقوی شدن و اکسایش می باشد. از نظر شیمیایی، ترپنوییدها موادی محلول در چربی بوده و از این رو در سیتوپلاسم سلولهای گیاهی قرار دارند. اسانسها در اکثر موارد در داخل سلولهای ترشحی موجود در سطح برگها قرار دارند، در حالی که کاروتنوییدها همراه کلرو پلاستها در برگ و با کروموپلاستها در گلبرگها قرار دارند. ترپنوییدها را به طور معمول از بافتهای گیاهی به کمک اتر نفت، اتر اتیلک یا کلروفرم استخراج نموده و می توان آنها را از یکدیگر به کمک روشهای کروماتوگرافی روی لایه نازک (TLC) با فازهای ثابت سیلیکا ژل یا اکسید آلومینیوم با همان حلالها جدا نمود و جستجوی این مواد (به غیر از کارتنوییدها) به مقدار بسیار کم دشوار است، چون این ترکیبها هم رنگ بوده و معرف رنگی خاصی نیز برای آنها وجود ندارد. در اکثر موارد برای یافتن آنها به روی صفحات کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) از معرف عمومی اسید سولفوریک غلیظ و حرارت استفاده می گردد.

خاصیت ایزومریسم در میان ترپنوییدها پدیده ای کلی است و ممکن است از یک منبع گیاهی هر دو ایزومریک جسم را جدا نمود مانند مونوترپن ژرانیول و نورول. به علاوه ترپنوییدها در بیشتر موارد ترکیبهای آلی حلقوی بوده، چون حلقه سیکلو هگزان به طور معمول به حالت پیچیده (صندلی) و از نظر وضعیت فضایی بر حسب طرز قرار گرفتن استخلاف ها روی حلقه موقعیتهای گوناگونی را بوجود می آورند از این رو شیمی فضایی ترپنوییدهای حلقوی موضوع مهمی بوده و تعیین آن در بیشتر موارد مشکل می باشد. از نظر علمی باید توجه داشت که ایزومره شدن و تغییر وضعیت ساختمان ملکولی در ترپنها در تحت شرایط ملایم به آسانی قابل انجام بوده و از این رو تولید ثانویه^۱ در طی عملیات استخراج و جداسازی آن ممکن است (۲۳).

^۱ - Artifact

فعالیت‌های گوناگونی را در گیاهان به ترپنوییدها نسبت می‌دهند. خاصیت تنظیم کننده رشد ترپنوییدها به طور کامل مشخص شده و دو گروه بسیار مهم از ترکیبهای تنظیم کننده رشد در گیاهان از سزکوئی ترپنها، آبی سین^۱ و دی ترپنوییدهای جی برلین^۲ می‌باشند. اهمیت کاروتنوئیدها در تشکیل رنگهای گیاهی نیز به خوبی روشن است. این ترپنوئیدهای C₄₀ در عملیات فتوسنتزی نیز دخالت دارند.

مونوترپنها و سزکوئی ترپنها نیز در ایجاد بوهای مشخص در گیاهان از زمانهای قدیم مورد توجه علما بوده است، ولی هنوز اطلاعات دقیق و کاملی درباره رابطه بین ترپنوییدها در گیاهان و حیوانات وجود ندارد. به عنوان مثال ممکن است یک عامل ارتباطی و دفاع در بین حشرات را بحساب آورد. از این رو این دسته از ترکیبها امروزه یکی از مهمترین موضوعات تحقیقاتی را شامل شده اند. در خاتمه باید خاطر نشان کرد که بعضی از ترپنوییدها به عنوان هورمونهای جنسی در میان قارچها شناخته شده اند. ترپنوییدهایی که تشکیل دهنده اسانسها می‌باشند عبارت از قسمت قابل تقطیر با بخار آب حاصل از گیاهان بوده که مسئول بو و عطر گیاهان می‌باشند. این مواد از نظر تجارتي به علت مصرف در صنایع عطر سازی و صنایع مواد غذایی اهمیت زیادی دارند.

از نظر شیمیایی ترپنهای اسانسی را به دو طبقه تقسیم می‌کنند که شامل مونوترپنها و سزکوئی ترپنها بوده و از نظر نقطه جوش متفاوت می‌باشند (نقطه جوش مونوترپنها ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد و نقطه جوش سزکوئی ترپنها بیش از ۲۰۰ درجا سانتیگراد است. در مورد مونوترپنها این مواد را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود که عبارتند از: ۱- مونوترپنهای خطی مانند ژرانیول، ۲- مونوترپنهای تک حلقه‌ای ماننا لیمونن، ۳- مونوترپنهای دو حلقه‌ای مانند آلفا - پینن و بتا - پینن. در هر کدام از این

^۱ - Abscisin

^۲ - Jibberellin

دسته‌ها، مونوترپن ممکن است یک هیدروکربور کاملاً اشباع شده مانند لیمونن یا دارای عوامل شیمیایی مانند عامل الکلی، منتول، آلدیدی یا کتونی، متون و کاروون باشند.

همچنین مونوترپنهای لاکتونی که به نام ایریدوئیدها^۱ موسوم هستند، و تروپولنها نیز وجود دارند. از مونوترپن لاکتونها می‌توان نیتا لاکتون که ماده اصلی و معطر گیاه نعنای گربه^۲ و به علت بوی فوق العاده مورد توجه گربه اهلی می‌باشد بدست آورد. مونوترپنهای ساده در طبیعت بسیار فراوان بوده و در تعداد زیادی از اسانسها وجود دارند. بعضی از این مواد در اسانسهای حاصل از برگها وجود دارند مانند آلفا - پینن و بتا - پینن، لیمونن، دلتا - کارن، آلفا - فلاندرن و میرسن. گله‌ها و دانه‌ها معمولاً دارای مونوترپنهای اختصاصی تری می‌باشند بطوری که ممکن است تعداد ۱۰ الی ۱۵ جسم در اسانس را بتوان به آسانی تشخیص داد، ولی به طور معمول تعداد زیادی از ترپنوئیدهای دیگر وجود دارند که مقادیر آنها فوق‌العاده ناچیز است.

مونوترپنها را از بافتهای گیاهی به وسیله حلالهایی مانند اتر نفت یا استون استخراج می‌نمایند. روش کلاسیک جهت بدست آوردن اسانسها تقطیر مستقیم بافتهای تازه گیاه با بخار آب است. ولی باید توجه داشت که در اثر ازدیاد حرارت امکان تولید مواد تغییر یافته در اسانس حاصل وجود دارد. ترپنها ممکن است تحت واکنشهای تغییر وضعیت ملکولی مانند از دست دادن الکلها، نوع سوم یا پلیمریزاسیون قرار گیرند. ترپنها به علت فرار بودن به خوبی به وسیله کروماتوگرافی گازی (GC) قابل جدا شدن از یکدیگر می‌باشند. این ترکیبها به علت اینکه بوی معطر دارند می‌توان آنها را در بافتهای گیاهی تشخیص داد.

^۱ - Iridoids

^۲ - Cat mint

روشهای جداسازی و تشخیص ترکیبهای موجود در اسانس

کروماتوگرافی گازی (GC)، روش فیزیکی جداسازی اجزاء اسانس به شمار می‌رود که اساس آن بر انتشار نمونه مورد آزمایش بین دو مرحله ساکن (جامد) و مرحله متحرک (گاز) می‌باشد. به علت پیچیدگی ترکیبهای اسانس از نظر شیمیایی مناسبترین روش تجزیه آنها کروماتوگرافی گازی (GC) می‌باشد و در دهه گذشته مقالات متعددی در رابطه با تجزیه کمی و کیفی اسانسها توسط دستگاه GC تهیه گردیده، به ویژه در مواردی که تعدادی از ترکیبهای مشابه در گیاه مورد آزمایش موجود باشد این روش اهمیت به سزایی پیدا می‌کند.

در کروماتوگرافی گازی (GC) مرحله ساکن به صورت یک فیلم نازک روی یک جسم جامد بی اثر پخش شده است و نمونه پس از انتشار بین دو مرحله از مرحله مایع خارج می‌گردد، و حلال برای اجسام مختلف جذب متفاوت داشته، بنا براین در گاز حامل ترکیبها به طور جداگانه از ستون خارج گردیده و پس از وارد شدن در دتکتور ثبت می‌شوند. تشخیص اجزاء بدست آمده از روی زمان بازداری^۱ آنها صورت می‌گیرد به این ترتیب هر جسمی در شرایط (t_R) ثابتی دارد و با در دست داشتن استانداردهایی از اجزاء سازنده اسانسها عمل تشخیص صورت می‌گیرد.

البته کروماتوگرافی گازی اسانسها به طور معمول جدایی کامل تمام اجزاء موجود را در یکبار ارائه نمی‌دهد و پیک اجزاء هیدروکربنها اغلب با ترکیبهای اکسیژن دار روی هم^۲ می‌افتند و به طور معمول برای شناسایی و خالص کردن تربنهای فرار موجود در فرآورده‌های گیاهی از روشهای دیگر مانند Liquid-Solid-Chromathography و به

1- Retention time = (زمان بازداری در یک کروماتوگرام فاصله زمانی بین تزریق تا ایجاد حداکثر پیک در محور زمان به نام (t_R) خوانده می‌شود و تابعی از حرارت ستون، سرعت گاز حامل، میل ترکیبی مابین نمونه و مرحله ساکن و وزن مرحله مایع می‌باشد).

2 - Over lap

ویژه کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) کمک گرفته می‌شود. برای تعیین ساختمان ترپنهای جدا شده باید طیف مادون قرمز (IR) و همچنین طیف سنج جرمی (Mass) آن موجود باشد و در اصل می‌توان دو تکنیک کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و کروماتوگرافی گازی (GC) را در تجزیه ترپنها مکمل یکدیگر دانست و حتی در مورد سزکوئی ترپنها هم که کم فرار هستند، کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) بهترین تکنیک می‌باشد. ماده جاذبی که در کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) بکار می‌رود، اکثراً سیلیکا ژل است و حلالهای بکاربرده شده شامل بنزن و کلروفرم (۱:۱) و بنزن و اتیل استات (۱:۱۹) می‌باشند.

امروزه برای جداسازی و تشخیص اجزاء موجود در اسانس از ادغام دو دستگاه کروماتوگرافی گازی و طیف سنج جرمی (GC/MS) استفاده می‌گردد، ولیکن در آزمایشگاههایی که امکانات کافی و دستگاههای پیشرفته وجود ندارد، هنوز هم از روش کروماتوگرافی ستونی و تفطیر فراکسیون و تهیه مشتقات آنها به عنوان روشهای تحقیق جهت جداسازی و تشخیص مواد تشکیل دهنده اسانسها استفاده می‌شود.

روش شناسایی ترکیبهای اسانس توسط کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)

نمونه اسانس را به طور مستقیم با سرنگ‌هایمیلتون بر روی صفحات سیلیکا ژل 60 F₂₅₄ شرکت مرک به عنوان مرحله ثابت لکه گذاری کرده، بعد صفحه را داخل تانک قرار می‌دهیم. مرحله متحرک برای این جداسازی از حلالهای تولوئن و اتیل استات (به نسبتهای ۹۳:۷) و یا از حلالهای کلروفرم و بنزن (به نسبتهای ۷۵:۲۵) استفاده کرد. پس از حرکت مرحله متحرک بر روی مرحله ساکن و جداسازی ترکیبهای اسانس بر روی صفحه TLC، ترکیبها را با معرفهای زیر می‌توان مورد شناسایی قرار داد (۲۴).

طرز تهیه معرف

معرف وانیلین - اسید سولفوریک:

۵ میلی لیتر اسید سولفوریک را با متانول به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم (محلول اول).

یک گرم وانیلین را با متانول به حجم ۱۰۰ میلی لیتر می‌رسانیم (محلول دوم). پس از تهیه محلولهای بالا، صفحه مورد آزمایش را با ۱۰ میلی لیتر محلول اول اسپری می‌کنیم، سپس با همین مقدار از محلول دوم اسپری می‌کنیم و بعد صفحه را به مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه در آون با درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دهیم، و در آخر صفحه را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. با این معرف می‌توان ترکیبهای اسانسها، مشتقات فیل پروپان، و فنلها را شناسایی نمود (۲۴).

معرف آنیس آلدئید - اسید سولفوریک:

۰/۵ میلی لیتر آنیس آلدئید را با ۱۰ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال خوب مخلوط کرده، بعد با ۸۵ میلی لیتر متانول و ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ خوب مخلوط می‌نمائیم. این معرف قابلیت محدودی دارد. وقتی رنگ آن به قرمز - بنفش در آمد بلافاصله صفحه TLC را با ۱۰ میلی لیتر از معرف اسپری می‌نماییم، و برای مدت ۵ الی ۱۰ دقیقه صفحه را در آون با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دهیم و در آخر در زیر نور ۳۶۵ نانومتر ارزیابی می‌کنیم (۲۴).

اسانس درمانی

مصرف مواد معطره و اسانسها در دارو

مردم از زمانهای بسیار دور اسانسها را به عنوان دارو می‌شناختند و در علوم پزشکی جدید نیز کاربرد بسیار دارند. بنابراین هنوز هم این علم به علت طبیعی بودن داروها و

درمان با آن مورد توجه مردم می‌باشد. زمینه این علم بسیار وسیع است. البته هنوز تعریف روشنی از آن نداریم، هر چند در اصطلاح اسانس درمانی، مخلوطی از مواد معطر که بوی خوش، معطر و کیفیت ممتاز و همچنین درمان را شامل می‌شود مد نظر است، ولی به اثرات درمانی آنها، فقط پزشکان و افراد متخصص واقف هستند. بعضی تعریفها درباره مواد معطر، در بعضی موارد خلاف نظریه گاتفوز^۱، شیمیدان فرانسوی (متخصص مواد آرایشی) می‌باشد که در اوائل این قرن عنوان نموده است. وی معتقد است که اسانسها خواص ضد میکروبی و قابلیت نفوذ پذیری خوبی در پوست دارند (۲۵). اسانسها ارتباط ویژه‌ای با مواد فرار ندارند، ولی مواد فرار بهترین ترکیبها از مواد معطر هستند. همچنین دکتر بوشبر^۲ تعریفی جهانی از اسانس درمانی دارد و می‌گوید، درمان با مواد معطر یا فرار جهت جلوگیری از بیماریها و عفونتها، فقط از طریق استنشاق کردن مفید است (۲۶، ۲۷). درحال حاضر کارهای علمی متفاوتی درباره شناخت اسانس درمانی و اثرات بیولوژیکی مواد معطر شروع شده است تا خط مشی روشن بین علوم جدید پزشکی و اسانس درمانی مشخص شود (۲۸، ۲۹).

بعضی‌ها معتقدند، که حضور اسانس درمانی به عنوان یک علم در میان رشته‌های علمی دیگر کمی زود است. در حالی که بسیاری از افراد با تجربه طرفدار سنت بر این باور هستند که امکان درمان بسیاری از بیماریها با اسانسها، (به طور مثال درمان همزمان روح، جان و جسم) وجود دارد. اگر پایه و اساس این ادعا صحیح باشد، و یا حداقل توسط بعضی از این افراد با تجربه به اجراء گذاشته شود، از این رو امکان به انحراف کشیده شدن این تجربه توسط افراد ناشی نیز وجود دارد، البته نا گفته نماند که فقط تعداد معدودی از افراد با تجربه سستی از اسانس و یا ترکیبهای آن برای درمان استفاده می‌کنند.

^۱ - Gattefosse

^۲ - Buchbauer

بعضی از دانشمندان مانند خانم ایجن^۱ (۳۰) اسانس درمانی را بسیار شبیه گیاه درمانی معرفی کرده است. خانم ایجن در این مورد پیشنهاد دارو درمانی داده است. البته در جایی دیگر مصرف اسانسهای روغنی را به عنوان روح دهنده ذکر می‌کند و معتقد است که از این طریق می‌توان خصوصیت گیاه را نیز بیان کرد. بسیاری از افراد غیر متخصص به اشتباه، اسانسها را اسانسهای روغنی ذکر می‌کنند. به طور مثال بیشتر افرادی که درمان با اسانس را پیشنهاد می‌کنند، هنوز بین اسانسی که با روشهای مختلف (تهیه مواد معطره توسط الکل از اسانسهای روغنی) تهیه می‌شود فرقی نمی‌گذارند (۳۰، ۳۱). از اشتباهات دیگر این افراد جسم درمانی با اسانس است. استفاده از این روش تا وقتی فرد نحوه استفاده و اثر بخشی یک ماده معطر (برای ماساژ) را روی پوست نداند، نادرست است.

در هر حال اسانسها از گیاه استخراج می‌شوند. هرگز یک ماده معطر که همه آنرا با نام اودکلن می‌شناسند و بویی شیرین دارد نیست. در مورد درمان با اسانس، چرا نباید این روش درمان را اسانس (اسانسهای روغنی) درمانی نام گذاری کرد. شاید بهتر باشد که ماساژ درمانی بگویند. چه نوع ماساژی را می‌توان با مواد معطر انجام داد؟ البته در قدیم بیشتر افراد ماساژور از روشهای مختلف ماساژ، برای نوازش و واکنشهای مختلف حسی استفاده می‌کردند (۲۹، ۳۲، ۳۳). اما در حال حاضر روشهای جدید ماساژ برای سلامتی با در نظر گرفتن سیستم فیزیوتراپستی بدن است، این روشها به اسانس درمانی تعلق ندارند، ولی می‌توان این روش را جزء علم گیاه درمانی یا درمان با گیاهان قرار داد. در هر حال، این مواد دوست داشتنی، لطیف و شهوت بر انگیز هستند. البته تا کنون مطالب نادرستی توسط اسانس درمانها به چاپ رسیده است. به طور مثال به غلط عنوان نموده‌اند که اسانسهای روغنی ترکیبهایی نزدیک به آب تا به چربی دارند (۲۹). ترکیبهای

^۱ - Eujen

اسانس در کلروپلاست برگهای گیاه تشکیل می‌شوند و دارای بار الکترونی مثبت و منفی هستند، از این رو شامل کیفیت مذکر و مونث نیز می‌باشند (۳۴). ترکیبهای موجود در اسانسها به طور مستقیم از طریق عصب بویایی با مغز ارتباط پیدا می‌کنند. بنا براین قادرند مجرای فرعی رسیدن خون به مغز را نیز مسدود نمایند، به عبارتی ترکیبهای موجود در اسانسها عاملی هستند که مانع رسیدن بعضی مواد موجود در خون به فضای داخلی بافت مغز می‌شوند (۳۵)، همچنین در بعضی موارد رنگ قرمز خون را به رنگ آبی تبدیل می‌کنند (۲۹)، بعضی از منابع عنوان نموده‌اند که فقط داروهای طبیعی، یا گیاهی در بعضی موارد مفید و بدون عوارض جانبی هستند (۲۹). یکی از دلایل چاپ و یا نشر مطالب توسط افرادی که اسانس درمانی پیشه آنها است همین باور می‌باشد. البته هنوز امکان ارتباط نزدیک بین شیمیدانها، فیزیولوژیستها و متخصصان علوم گیاهی بوجود نیامده است. دود^(۱) از محققان معروف انگلیسی که در مورد علم مواد معطر تخصص دارد درباره موضوع اسانسها بررسی موشکافانه‌ای داشته است (۳۶). علم اسانس درمانی به چند کشور باز می‌گردد. بیشتر سنتی کارها (اسانس درمانها) علاقه‌ای به بحث درباره وضعیت شیمیایی اسانسها و یا دلایل اثر بخشی آنها نشان نمی‌دهند. البته بعضی از این افراد حتی بحث در مورد وضعیت مولکولی و یا ساختمان شیمیایی ترکیبها را که با وضعیت ملکولی گیاه در ارتباط است رد می‌کنند و باور ندارند که ارتباط مستقیمی بین ترکیبهای موجود در اسانسها و گیاه وجود دارد.

پرسش اساسی این است که چطور فردی (از اسانس درمانها) می‌تواند بدون تجزیه گیاه و تعیین ترکیبها فقط به اثربخشی اسانسها، بیمار را معالجه کند؟ حتی این روش درمان مورد تائید فیزیولوژیستها نیز نمی‌باشد (۳۷، ۳۸). این اشتباه افرادی است که

درمان با اسانس را بدون تأیید اثر بخشی ترکیبهای آن مورد مصرف قرار می دهند. فورلنمیر^۱ و همچنین دود^۲ برای جلوگیری از ادامه بحث در مورد موضوع بالا، اصطلاح اوسموترابی^۳ (به معنی معالجه بیماریها به وسیله تغییر میزان فشار اسمزی خون) را به جای رایحه درمانی^۴ بکار برده اند (۳۶،۳۸). در هر حال، گروه کوچکی از دانشمندان که سعی در تشریح فعالیت و ترکیبهای معطر و اسانسهای روغنی دارند باید مطرح و معرفی شوند. اولین افراد را می توان ولفارت^۵ و هانس^۶ و همکارانش از موسسه قبلی داروشناسی و شیمی گیاهی، دانشگاه آزاد برلین در آلمان نام برد که موفق به کشف اثرات اسانسها بر بی خوابی هوپ پیلوز^۷ شدند (۳۹،۴۰). در این آزمایش پس از استخراج اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی^۸ جهت شناسایی ترکیبها استفاده شده است. در مرحله اول مریضی که به بی خوابی مبتلا بود توسط ترکیب 2-methylbut-3-en-2-ol (که یک الکل همی ترپنئوید بویی ویژه است) که از بالش زیر سرش متصاعد می شد تحت معالجه قرار گرفت پس از آزمایشهای فارماکولوژیکی مشخص شد که این الکل از عوامل خواب آلودگی است. البته از طریق استنشاق کردن تاثیر این نوع ترکیبها بهتر مشخص خواهد شد. روشهای اسانس درمانی توسط آمون^(۷) و همکارانش مورد آزمایش قرار گرفت. آنها اثربخشی استنشاق برخی از اسانسها را که توسط موشها صورت گرفته بود بر حرکات آنها مورد بررسی قرار

^۱ - Furlenmeier

^۲ - Dodd

^۳ - Osmotherapy

^۴ - Aromatherapy

^۵ - Wohlfart

^۶ - Hansel

^۷ - Hop pillows

^۸ - Head space

داده‌اند. آمون^۱ و همکارانش اثر بخشی استنشاق اسانسها و ترکیبهای آنها را (مثل ترکیب ۱۸-سینوئل) تایید می‌کنند. البته باید توجه داشت که تهیه داروها به غلظت اتر دوحلقه‌ای که بر پلاسماهای حرکتی موش اثر می‌گذارد بستگی دارد (۴۱،۶۷). از این تحقیقات نتیجه گرفته‌اند که اسانس رزماری^۲ و کاجهای کوتاه^۳ به عنوان فعال کننده سلولهای حرکتی موش مفید واقع شده است، در حالی که اسانسهای استخراج شده از گیاه ملیس^۴ و سنبل الطیب^۵ باعث ضعف در سلولهای حرکتی موش شده. توشر^۶ و همکارانش بهترین پیشنهاد را در مورد اثر بخشی اسانسهای روغنی خرما ارائه نموده‌اند (۴۲). آنها با استفاده از ویژگی چربی دوستی اسانسها و مواد معطر اعلام نمودند که بخش لیپیدی غشای سلولی با آنها هم‌کنش دارند و در نهایت باعث تغییرات در میزان اثر بخشی کانالهای یونی کلسیم می‌گردند. گروه توشر با استفاده از یک رشته آزمایشها در مورد سلولهای آئورت و قلب که از خوکها یا گوساله‌ها جدا شده بودند غلظت بالای اسانسها را سمی دانستند. همچنین میزان در صد بالایی از اسانس باعث آسیب رساندن به غشاءها و بسیاری از واکنشهای غیره ویژه می‌شوند. البته مقادیر طبیعی آنها، غشاءهای سلولی را احاطه می‌کنند و اثرات مشابهی را در اطراف قسمت بی حسی^۷ شده نشان می‌دهند. این نتایج در غلظتهای کم و جزیی، با در نظر گرفتن روشهای سیستماتیک در درمان با گیاه یا اسانس بکار می‌روند. بنابراین با خواص فیزیکی و

¹ - Ammon

² - Rosmarinus officinalis

³ - Dwraf pines

⁴ - Melissa

⁵ - Valeriana officinalis

⁶ - Teuscher

⁷ - Anaesthetics

شیمیایی ترکیبهای موجود در اسانسها، تاثیر مثبتی بر شکل مولکولی بخشهای مرکزی غشاءهای سلولی خواهند گذاشت. همچنین بر آنزیمها، ناقلها یا هدایت کنندهها، کانالهای یونی (به ویژه یونهای کلسیم) و گیرندهها اثر می گذارند.

بنابراین اسانسها می توانند عواملی برای کنترلهای خاص باشند. نتیجه اینکه اسانس درمانی در صورتی که به روش صحیح عمل شود، کار بردی می باشد و اثرات کنترل کننده نیز دارد. البته در حالی که نوع درمانها متفاوت باشد به مقادیر زیادتری از این نوع مواد چربی دوست نیاز است. ترکیبهای اسانس دار می توانند کنشهای ناخواسته و پاسخهای غیر عادی در جانوران بوجود آورند.

توری^۱ و همکارانش (۴۳) که تغییرات منفی احتمالی^۲ (CNV) و اثرات فیزیولوژیکی مواد معطر را بر انسانها مورد بررسی قرار داده اند، اظهار می دارند که اسانسها باعث افزایش امواج در مغز (CNV)، می شوند و این مورد توسط دستگاه الکتروانسفالوگرام^۳ (EEG) بررسی و ثبت گردیده است. البته این وضعیت در حالتی رخ می دهد که ماده آمادگی اثر گذاری را داشته باشد. به طور مثال با استنشاق اسانس گل یاس افزایش تغییرات منفی احتمالی مشاهده شده است، در صورتی که با استنشاق اسانس اسطوخودوس^۴ میزان تغییرات منفی احتمالی کاهش پیدا می کند. این نتایج با یافته های بوچبر^۵ نیز همسویی دارد. البته تحقیقات مشابهی توسط کبوتا^۶ و همکارانش (۴۴) در آزمایشگاه آرایشی کاناگوا - ژاپن انجام شده است، وی آزمایشهای متعددی در مورد

^۱ - Totii

^۲ - Contingent negative variation

^۳ - Electroencephalogram

^۴ - Lavender

^۵ - Buchbauer

^۶ - Kubota

اجزاء مختلف اسانسها (توسط دستگاه تقطیر در خلاء استخراج شده بود) انجام داده است، این ترکیبها تاثیر پذیری خوبی بر تغییرات منفی احتمالی نشان داده اند.

برخی از گروههای تحقیقاتی که در زمینه اسانسها مشغول تحقیق هستند، اسانسها را به عنوان دارو مطرح کرده اند. به عنوان نمونه روستی^(۷) (۴۵) (از موسسه مشتقات گیاهی، میلان ایتالیا)، وارن^۱ (۴۶) و همکارانش (از IFF، آزمایشگاه تحقیقاتی، نیوجرسی، امریکا) و کاوازاکی^۲ (۴۷، ۴۸) (از آزمایشگاه مرکزی تحقیقاتی، تعاونی تاکاساگو، ژاپن) که در این زمینه فعالیت دارند را می توان نام برد. روستی^۳ در مورد فعالیت ضد افسردگی و تسلی دادن اضطراب^۴ توسط بسیاری از اسانسها و نیز اثرات تحریک کنندگی و فعال کنندگی نوعی از محصولات طبیعی، مطالعات فراوانی نموده است (۴۵). هر چند این متخصصان شیوه عملکرد اسانسها را مطالعه نکرده اند، ولی بوجبر، استرسهای جذبی توسط مواد معطر را از طریق استنشاق مورد بررسی قرار داده است. محققان مرکز IFF و محقق دیگری به نام موکرچی روش جدیدی ارائه نموده اند تا بتوان از طریق فیزیولوژیکی و عوامل واکنش زا، باعث کاهش استرسها در انسان شد (۴۶). این درمان با تهیه مخلوطی از مواد معطر، از طریق استنشاق و یا به صورت جذبی (پوستی) امکان پذیر می باشد. وارن و همکارانش نیز معتقدند که برای کاهش حالت استرس مقدار ماده معطر بسیار کمتر از مقدار دارویی است که بیماران باید مصرف کنند (۴۶). کاوازاکی نیز منابع مربوط به درمان بدن با مواد معطر را مورد بررسی قرار داده است و اظهار داشته که در برخی مطالعات، اسانسها بر انسانها تاثیر مثبت دارند (۴۷، ۴۸). البته پیشنهاد می گردد که محققان دیگر نیز در مورد این نوع موضوعها مطالعات بیشتری انجام دهند. حتی اگر در زمینه اسانس درمانی کاری انجام نداده باشند، همان طور که تا کنون در این مطالب سعی در تاثیر فیزیولوژیکی مواد

¹ - Warren

² - Kawasaki

³ - Rovesti

⁴ - Anxiety- relieving

معطر و اسانسهای روغنی شده است. ولی به معرفی موضوعهای دیگر نیز پرداخته ایم. کینگ^۱ و همکارانش مطالعاتی در مورد مقدار واکنش مواد معطر بر وضعیت عصبی افراد داشته اند. روش جدیدی به نام الکترومیو گرافی^۲ (ثبت تغییرات پتانسیل الکتریکی عضله) ارائه کرده اند (۴۹). همین تحقیق را همکارانش هانیش^۳ (از دروم^۴، بایرزبرون^۵ نزدیک مونیخ، آلمان) درباره افرادی که نسبت به عنکبوتها واکنش نشان می دادند مورد مطالعه قرار داده اند (۵۰). نتیجه اینکه این نوع ترس را می توان با مواد معطر معمولی نیز بر طرف نمود. لودویگسون^۶ و روتمن^۷، تاثیر مواد معطر محیطی اسطوخودوس و میخک را بر شناخت حافظه مورد بررسی قرار داده اند (۵۱). این مواد تاثیر خوبی بر حالت عصبی انسان دارد و در نتیجه اسطوخودوس از لحاظ فیزیولوژیکی آرامبخش است. در مقابل بادیا^۸ (از دانشگاه ایالت سبز بولینگ، اوهایو امریکا) دریافت که مواد معطر موجود در گل یاس و نعنای فلفلی منجر به کم خوابی می شوند. در صورتی که هلیوتروپین^۹ ماده ای که در بسیاری از اسانسها یافت می شود و دارای بوی خوش و کمی تند است ظاهراً خواب را افزایش می دهد (۵۲). بنابراین نتیجه می گیریم که احساس خوش و مطبوع، باعث افزایش خواب می شود و مواد معطر می توانند کیفیت خواب را تحت تاثیر قرار دهند. وارم^{۱۰} و همکارانش (از دانشگاه سینسینتی امریکا) اثرات مواد معطر را بر بی

^۱ - King

^۲ - Electromyography

^۳ - Hanisch

^۴ - Drom

^۵ - Baiersbrunn

^۶ - Ludvigson

^۷ - Rottman

^۸ - Badia

^۹ - Heliotropin

^{۱۰} - Warm

خوابی و استرسها مطالعه نموده و دریافتند که برخی اسانسها از قبیل نعنای فلفلی یا موگوت^۱ اثرات مفیدتری از خود نشان داده‌اند (۵۳). مطالعات زیادی در مورد علت بی خوابی انسانها و استفاده از اسانسها و ترکیبهای معطر جهت رفع آنها از جمله از آزمایشگاههای ایلمبرگر^۲ تا کنون صورت گرفته و یا تحت بررسی و انجام می‌باشد (۵۴). مطالعات جانبی لوریگ^۳ و همکارانش (از دانشگاه یال، نیو هاون، امریکا) (۵۵) و کوبال^۴ (از موسسه داروشناسی و سم شناسی، دانشگاه ارلنگن - نورنبرگ^۵ آلمان) (۵۶، ۵۷) نشان داده است، حتی اگر این روش مورد تأیید نباشد باید به آن توجه نمود. هیچ وقت مطالعاتی در مورد فعالیت EEC در زمانی که غلظتهای مناسب و کم مواد معطر وجود داشته باشد، صورت نگرفته است بنابراین به انجام طرحهای تحقیقاتی جهت بررسی تأثیر اسانسها نیاز می‌باشد. طبق بررسیهای دیگری، مواد معطر می‌توانند تغییرات ویژه‌ای را در فعالیت مغز ایجاد کنند، حتی اگر آشکار نباشند. به این معنی که مقدار بسیار جزئی (یعنی غلظتهای نیمه هوشیار) از ترکیبهای معطر روی سیستم اعصاب مرکزی موثر هستند. در تحقیقی که توشر^۶ و همکارانش انجام داده‌اند به این موضوع اشاره شده است (۴۲). یکی از اهداف اولیه بوچبر^۷ و همکارانش بررسی اثرات آرام بخش ترکیبهای معطر (خالص) و اسانسها بوده است. آزمایش استنشاق اسانسها توسط حیوانات، اثرات مثبتی را نشان داده است. در ضمن جهت هماهنگی بیشتر این نتایج نیاز به طرحهای تحقیقاتی در مورد وضعیت فیزیولوژیکی، روانشناختی و فارماکولوژیکی آنها، برای روشن شدن نحوه تأثیر

^۱ - Muguet

^۲ - Ilmberger

^۳ - Lorig

^۴ - Kobal

^۵ - Nurnberg

^۶ - Teuscher

^۷ - Buchbauer

ترکیبهای معطر اسانسها (اثرات انعکاسی) بر سلسله اعصاب مرکزی، می باشد (۳۹، ۵۸، ۴۰). مقالات متعددی (۵۹، ۶۰) در مورد اسانسها و مواد معطر گیاهان انتخاب و آزمایشهای لازم، روی حیوانات تحت شرایط استاندارد (۴۱، ۶۱) صورت پذیرفته است. تا کنون تعداد ۴۴ نمونه ماده معطر و اسانس با خواص توصیف شده روی انسانها و با توجه به تجارب (قبله) مورد آزمایش واقع شده‌اند. نتیجه آزمایش استنشاق موشهای تیمار نشده و پیش تیمار شده (۶۲، ۶۳) نشان می‌دهد که اسانس اسطوخودوس با ترکیبهای عمده لینالول و استات لینالیل همانند اسانس بهار نارنج، بالنگ، استات ۲-فنیل اتیل^۱، آلفا - ترپینول^۲، بنزآلدئید و اسانس چوب صندل هند شرقی^۳، تحرک در موشها را، در حدود ۴۰ تا ۷۸ درصد نسبت به شاهد (صفر درصد) کاهش داده است. آزمایش اسانسها روی موشهای تیمار شده قبله نیز نشان داد که ترکیب کافئین^۴ به نسبت آزمایش در مورد حیواناتی که با اسانس اسطوخودوس با ترکیبهای لینالول، ایزو اوژنول، مالتول^۵ (۳-هیدروکسی ۲-متیل پیران ۲-وان)، متیل سالیسیلات، کاروون^۶ و استات لینالیل (کاهش در حدود ۴۶ تا ۹۱ درصد را نشان می‌دهد) مورد آزمایش قرار گرفته بودند، اضطراب بیشتری داشتند. در بررسی دیگری، نمونه‌های خون از موشهای در حال استنشاق تهیه و برای آشکار کردن اثرات مثبت چنین ترکیبهای معطری از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (جهت شناسایی ترکیبها) استفاده شده است. آزمایش نشان می‌دهد که این ترکیبها عامل تحرک هستند (۶۴). در برخی موارد ترکیبهای معطر در خون در حد ۱۰/۷ ppb (استات لینالیل بعد از استنشاق اسانس اسطوخودوس) تا ۰/۱۲ ppb (بنزآلدئید بعد از استنشاق)

^۱ - 2-Phenylethyl acetate

^۲ - α -Terpineol

^۳ - East Indian Sandalwood

^۴ - Caffeine

^۵ - Maltol

^۶ - Carvone

برآورد شده اند. بر اساس منابع موجود ماساژ با اسانس اسطوخودوس جذب پوستی بهتری نشان داده است (۶۴). بسیاری از افراد اسانس درمان تیمار ماساژ و مالش مواد معطره روی پوست را جهت درمان ترجیح می دهند. البته در اکثر موارد باید توجه به سمیت ترکیبهای ترپنوئیدی، مشتقات فنیل پروپان و دیگر ترکیبهای اساسی اسانسها کرد. طبق منابع موجود مواد طبیعی کمتر از ترکیبهای شیمیایی مصنوعی، سمی هستند. معالجه به روش ماساژ، در صورتی که میزان جذب اسانس توسط پوست افزایش یابد مفید خواهد بود (۶۵،۶۶). گاهی اوقات چنین مواردی دیده شده که غلظت مواد معطر در خون هزار بار بیشتر از جذب آن توسط استنشاق می باشد (۶۴). البته از این طریق به مقدار سمیت نزدیک می شویم، بنا براین آلرژی زا بودن این ترکیبها سلامتی را با خطر مواجه می سازد. در تجربه ای که از روشهای ماساژ با اسانسها در بالا بدست آمده می توان ثابت کرد که اسانس اسطوخودوس جذب بسیار سریعتری نسبت به بعضی دیگر گونه ها دارد. بیشترین میزان ترکیب لینالول در خون (یکی از ترکیبهای اصلی این اسانس) در حدود ۱۳۰ ng/ml در پلاسما بوده است که ۲۰ دقیقه پس از تمام شدن ماساژ آشکار گردیده است (۶۴).

استنشاق ترکیب ۱۸ - سینئول باعث افزایش حرکت در موش شده است و میزان آن به مقدار جذب ترکیب، و به بیشترین تأثیری که روی مرکز حرکتی در مغز موش گذاشته است بستگی دارد (۶۷). ناسل^۱ از تیم بوچبر طبق آزمایشهای انجام شده توسط توموگرافی^۲ (عکس برداری از طبقات مختلف بدن به وسیله نوعی لوله اشعه مجهول که در یک جهت و به طور معمول با مسیر منحنی حرکت می کند) این موضوع را به اثبات رساندند. مشاهداتی که توسط توموگرافی در مورد جریان خون در مغز انسانها صورت گرفته است نشان می دهد که این روش خوبی برای داوری شدت بینش به طرف مغز

^۱ - Nasel

^۲ - Xe-computer tomographic

طرف مغز باشد، البته به نظر می‌رسد که در آینده غیر قابل تعویض در علم عصب شناسی همیشگی شود در تمام حالات استنشاق ترکیب ۱،۸-سینئول که روی افراد مورد بررسی قرار گرفته است. این ترکیب شدت جریان خون را در مغز افزایش داده است. این اثر نشان دهنده فعالیت غشایی لایه خارجی مغز می‌باشد. این نتایج با یک آزمایش غیر شامه‌ای نیز تایید شده است. البته افرادی که قادر نیستند از طریق یک احساس خوش که با استنشام یک ماده معطر بدست می‌آید، جریان خون را در مغز را افزایش دهند، نمی‌توان از آنها یک اثر انعکاسی داشته باشیم.

ترکیبهای معطر به واقع جذب شونده هستند. همچنین در آزمایشهای دیگری تایید شده که قادرند همراه جریان خون از مغز بگذرند، البته بعد از ۱۵ دقیقه استنشام می‌توان چندین ترکیب را در خون و در قشر پوستی حیوان آزمایشی (موش) مشاهده کرد، اما در مغز استخوان (بافت گردن) یافت نمی‌شوند (۶۸). این یافته‌ها به وضوح با نتایج دیگر مطالعات برابری دارند (۵۴،۶۷،۶۹،۷۰). سرانجام مطالعات درباره تاثیر اسانسها و ترکیبهای معطر روی بی‌خوابی نشان داده‌اند که مواد معطر خواص فعال کنندگی و آرام بخش دارند (۵۴،۷۱). پس از بررسی اجمالی منابع می‌توان اظهار داشت که واکنشهای مستقیم ملکولی موجود در ملکولهای مواد معطر همراه با گیرندههای سیستم مرکزی اعصاب مسئولیت جذب ترکیبهای آرام کننده را دارند و استنشاق اسانسها یا مواد معطر را باعث می‌شوند.

استخراج اسانسها

انتخاب روش استخراج اسانس و یا ترکیبهای دارویی با توجه به نوع و حالت گیاه، نوع ماده موثر (آلکالوئید، فلاونوئید، تربنها و قندها) و سرانجام درجه خلوص محصول نهایی در نظر گرفته می شود. معمولاً اسانسها را از تقطیر گیاهان اسانس دار تهیه می کنند، ولی اخیراً علاوه بر طریقه تقطیر، روشهای دیگری از جمله فشار - حلال و دی اکسید کربن بکار برده می شود. به طور کلی می توان آنها را برحسب نوع گیاه به دسته های زیر تقسیم کرد:

۱- روش تقطیر^۱:

الف - تقطیر با آب^۲،

ب - تقطیر با آب و بخار^۳،

ج - تقطیر با بخار^۴،

د - استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان با یک حلال^۵

۲- روش فشار، خراش و تیغ زدن^۶:

الف - روش اسفنجی^۷،

ب - روش تیغ زدن و سوراخ کردن^۸،

^۱ - Distillation

^۲ - Hydrodistillation

^۳ - Water and steam distillation

^۴ - Steam distillation

^۵ - Simultaneous steam distillation and extraction = SDE

^۶ - Sacrificiation and expression

^۷ - Sponge method

^۸ - Scarification (Eculle a piquer) process

۳- استخراج با حلال^۱:

الف - استخراج اسانسها با حلالهای فرار،

ب - استخراج اسانسها با حلالهای غیر فرار،

۴- استخراج به وسیله آنزیمهای هیدرولیز کننده^۲

۵- استخراج به کمک دی اکسید کربن^۳.

تقطیر

تقطیر ساده

استخراج مواد موثر، به ویژه اسانسها از گیاهان به طور معمول به صورتی خاص صورت می گیرد، البته این مواد همراه خود ناخالصی نیز دارند، خالص سازی ترکیبها قسمت مهمی از کار در آزمایشگاه می باشد. به طور کلی چهار روش تقطیر، کروماتوگرافی، کریستاله کردن، و استخراج برای جداسازی در آزمایشگاهها بکار گرفته می شود. برای انتخاب بهترین فرآیند و بکار بستن آن به طور موثر، بایستی درک درستی از روشهای تقطیر داشت. در این میان تقطیرهای ساده و جزء به جزء در اولویت قرار دارند، زیرا به وضوح به مفهوم فیزیکی فشار بخار بستگی دارند. این مورد برای فهم بیشتر دیگر تکنیکهای جداسازی مورد نیاز است.

عمل تقطیر یکی از متداولترین روشها برای خالص سازی می باشد. منظور از تقطیر جداکردن ماده به یک، دو یا بیشتر مواد مختلف است. این ترکیبها در زمان تبخیر شدن با هم تفاوت دارند. روش صحیح در انجام عمل تقطیر عبارتست از: ایجاد گرمای کافی

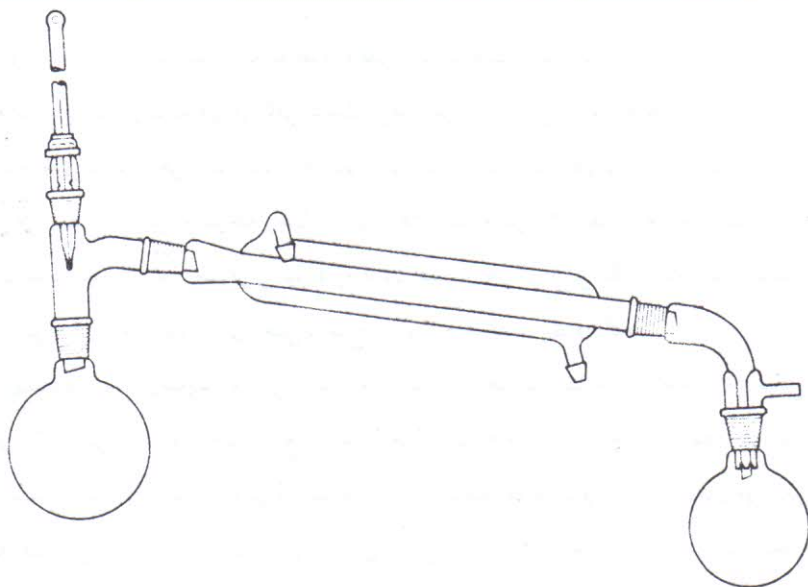
¹ - Extraction with solvents

² - Enzymatic hydrolysis

³ - Supercritical fluid extraction

در درون بالون تقطیر تا اینکه به طور منظم و با سرعت یکنواخت تقطیر صورت گیرد. عدم تامین حرارت به میزان کافی باعث توقف موقتی تقطیر شده و منجر به سرد شدن محلول می‌گردد، حرارت زیاد و افزایش حرارت به صورت ناگهانی، باعث افزایش دما بیش از حد شده و در نتیجه باعث از بین رفتن نمونه در حال تقطیر خواهد شد. حتی تحت شرایط مناسب حرارتی نیز لازم است قبل از هر آزمایش یک یا دو قطعه سنگ جوش کوچک یا ماده‌ای دارای خلل و فرج یا مواد ضد کف، اضافه گردد.

جهت شروع آزمایش وقتی آب درون دستگاه تقطیر (ساده) با شعله گرم (شکل شماره ۲) شود، فشار بخار مایع یا تمایل مولکولها به فرار از سطح آب آنقدر افزایش می‌یابد تا با فشار جو مساوی گردد، بعد در این نقطه، مایع شروع به جوشیدن می‌کند. ادامه افزایش گرما، حرارت لازم را برای تبدیل آب به گاز (بخار) تامین می‌کند. بخار در دستگاه بالا می‌رود، سه راهی تقطیر و دماسنج را گرم می‌کند و در دستگاه سرد کننده جریان می‌یابد، دیواره سرد سرد کننده، گرما را از بخار می‌گیرد و بخار به شکل مایع متراکم می‌گردد. تقطیر باید با سرعتی انجام پذیرد که حباب دما سنج پیوسته حامل یک قطره از بخار متراکم شده باشد و در معرض جریانی از بخار قرار گیرد، در این صورت، بخار مایع در حال تعادل خواهد بود و دمای ثبت شده، نقطه جوش واقعی است. اگر به دیواره ظرف تقطیر در بالای سطح مایع گرمای اضافی داده شود، ممکن است بخار، بیش از حد گرم شده و قطره روی دماسنج ناپدید گردد، در نتیجه تعادل مایع - بخار دچار نابه سامانی گردد و دمای بخار از نقطه جوش بالاتر رود. بنا براین، زمان تبدیل بخار به آب باید در کنار دهانه خروجی دستگاه سرد کننده، ظرف برداشت اسانس را قرار داد و در نهایت اسانس را از عرق جدا کرد.



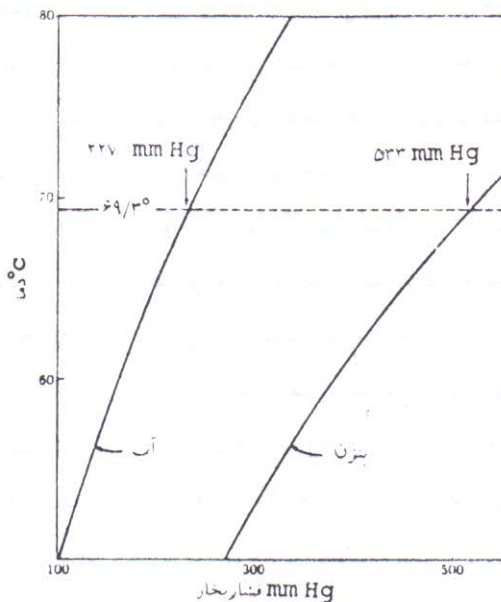
شکل شماره ۲: دستگاه تقطیر ساده

تقطیر بابخار آب - حلال

هنگامی که مخلوطی از دو حلال آلی مانند سیکلو هگزان و تولوئن تقطیر می‌گردند، نقطه جوش این دو مایع قابل امتزاج، بین نقاط جوش هر یک از اجزای خالص است. به عکس اگر مخلوطی از بنزن و آب (مایعات غیر قابل امتزاج) تقطیر گردد، مشاهده خواهد شد که نقطه جوش مخلوط پایینتر از نقطه جوش هر یک از اجزای خالص می‌باشد. چون دو مایع اساساً در یکدیگر نامحلول هستند، بنابراین، مولکولهای بنزن در یک قطره ریز از بنزن توسط مولکولهای آب از قطرات ریز آب مجاور رقیق نخواهد شد. بنابراین فشار بخار اعمال شده توسط بنزن مشابه فشار بخار بنزن تنها در دمای موجود است. همین وضعیت برای آب نیز وجود دارد. چون آنها ممزوج نمی‌شوند، این دو مایع به طور مستقل فشارهایی را بر علیه فشار خارجی عمومی اعمال می‌کنند، و

هنگامی که مجموع دو فشار جزئی معادل فشار خارجی گردد، جوشش رخ خواهد داد. بنزن دارای فشار بخار ۷۶۰ تور در $80/1^{\circ}\text{C}$ است، و اگر با آب مخلوط گردد فشار بخار مخلوط آن دو باید معادل ۷۶۰ تور در دمای پایتتر از $80/1^{\circ}\text{C}$ باشد. این دما (نقطه جوش مخلوط) را می توان از مقادیر معلوم فشارهای بخار مایعات مجزا در آن دما محاسبه نمود. فشار بخارهای یافت شده برای آب و بنزن در محدوده $50-80^{\circ}\text{C}$ (نمودار شماره ۲)، ترسیم شده اند. خط نقطه چین، دو منحنی را در نقاطی که مجموع فشار هر دو بخار ۷۶۰ تور است قطع می کند، بنابراین، این دما نقطه جوش ($69/3^{\circ}\text{C}$) مخلوط است.

این واقعیت است که بسیاری از مایعات و جامدات غیر محلول در آب، همانند بنزن عمل کنند. جهت استفاده عملی از آنها، می توان در دمای پایتتر از نقاط جوش آنها را تبخیر کرد. به طور مثال نفتالین که یک ماده جامد است در 218 درجه سانتیگراد می جوشد، ولی با آب در زیر 100 درجه سانتیگراد تقطیر می گردد.



نمودار شماره ۲: منحنی های فشار بخار در مقابل دما برای آب و بنزن

از آنجا که نفتالین خیلی فرار نیست، بنابراین به آب زیادی جهت تقطیر نیاز هست. مناسبتترین راه جهت انجام تقطیر، عبور دادن بخار آب از درون فلاسک تقطیر حاوی نفتالین و آب است. این فرآیند را تقطیر با بخار آب می‌نامند. با ترکیبهای فرارتر، یا با مقدار اندکی از ماده، می‌توان ترکیب را با آب در فلاسک تقطیر ساده حرارت داد، در نتیجه بخار آب حاصل خواهد شد.

در صورتی که نقطه جوش مواد بالا باشد، قبل از رسیدن به نقطه جوش تجزیه (تخریب) می‌گردند. اگر مواد ناخالص باشند نمی‌توان آنها را با تقطیر معمولی خالص نمود. اما از طریق تقطیر با بخار آب در دمای پایینتر (که در این دما پایدار هستند) امکان جداسازی مواد ناخالص وجود دارد. همچنین مزیت تقطیر با بخار آب گزینش پذیری آن است، چون بعضی از مواد نا محلول در آب با بخار آب همراه (فرار) بوده و برخی دیگر چنین نیستند، بعضی ترکیبها به آهستگی تبخیر می‌گردند. بنابراین جداسازی سریع امکان پذیر است. این تکنیک در عمل‌آوری روغنهای طبیعی و رزینها مفید است. می‌توان آنها را به صورت اجزای قابل فرار با بخار آب و اجزای غیر قابل فرار با آب جدا نمود. این تکنیک با ارزش برای بازیابی ماده جامد غیر فرار توسط بخار آب از محلولی که مخلوط با حلالی با نقطه جوش بالا (نظیر نیترو بنزن نقطه جوش $^{\circ}\text{C} 210$) باشد مفید است. همچنین در این روش امکان حذف کلیه مقادیر حلال و پایین نگهداشتن دما وجود دارد. البته نقطه جوش در اثناء تقطیر با بخار آب تا زمانی که مقادیر کافی از هر دو ماده آلی و آب موجود باشد (تا فضای بخار را اشباع سازند) ثابت باقی می‌ماند. تعیین نقطه جوش و تصحیح هر گونه انحرافی از فشار جو طبیعی، امکان محاسبه مقدار آب مورد نیاز برای تقطیر مقدار مشخصی از ماده آلی را فراهم می‌آورد. طبق قانون دالتون نسبت مولکولی دو جزء در ماده مقطر معادل نسبت فشار بخارهای (p) آنها در مخلوط جوشان است. البته جزء فرارتر ماده حاوی تعداد مولکولهای بیشتری در مرحله بخار است. پس می‌توان با توجه به قانون ذکر شده بیان داشت:

$$\frac{\text{آب P مولهای آب}}{\text{مولهای ماده}} = \frac{\text{آب P}}{\text{ماده P}}$$

از این رو می‌توان فشار بخار آب (P) را در دمای جوشش مورد نظر با درون یابی داده‌ای (جدول شماره ۲) بررسی نمود، البته فشار بخار ماده آلی نیز معادل (آب P - ۷۶۰) خواهد بود. بنابراین وزن آب لازم به ازای هر گرم از ماده از رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$\text{آب P} \times 18 = \frac{\text{وزن آب در هر گرم از ماده}}{\text{وزن ملکولی ماده} \times (\text{آب P} - 760)}$$

از روی داده‌های ارائه شده در شکل شماره ۲ (دستگاه تقطیر ساده) برای بنزن - آب و وزن مولکولی ۷۸/۱۱ برای بنزن، آب لازم برای تقطیر با بخار آب ۱ گرم از بنزن فقط معادل $0.1g = 227 \times \frac{18}{533} \times \frac{1}{78}$ است.

نیتروبنزن (نقطه جوش ۲۱۰ درجه سانتیگراد، وزن ملکولی ۱۲۳/۱۱) در ۹۹ درجه سانتیگراد با بخار آب تقطیر می‌شود و فقط ۴ گرم آب به ازای هر گرم از آن نیاز است. آب به علت وزن مولکولی کم آن مایع مطلوبی برای تقطیر دو مرحله از ترکیبهای آلی است.

جدول شماره ۲: فشار بخار آب بر حسب mmHg.

P(mmHg) t(°C)	P(mmHg) t(°C)	P(mmHg) t(°C)	P(mmHg) t(°C)
149.3 60	233.7 70	355.1 80	525.8 90
156.4 61	242.9 71	369.7 81	546.0 91
163.8 62	254.6 72	384.9 82	567.0 92
171.4 63	265.7 73	400.6 83	588.6 93
179.3 64	277.2 74	416.8 84	610.9 94
187.5 65	289.1 75	433.6 85	633.9 95
196.1 66	301.4 76	450.9 86	657.6 96
205.0 67	314.1 77	468.7 87	682.1 97
214.2 68	327.3 78	487.1 88	707.3 98
223.7 69	341.0 79	506.1 89	733.2 99

آشنایی با انواع مبردها^۱

قبل از اینکه وارد بحث تقطیر شویم آشنایی با انواع دستگاههای سرد کننده (مبرد) اهمیت دارد. به طور کلی، در میان انواع مبردها چند نوع مبرد وجود دارد که کاربرد زیادتری دارند. انواع آن را می‌توانید در شکل زیر مشاهده کنید:

۱- مبرد شکل الف: اصلاح شده مبرد Liebig's، که دارای یک لوله داخلی صاف با دیواره‌های خیلی نازک و یک دیواره خارجی صاف کلفت می‌باشد، که نهایت در اثر شدت جریان سریع آب خنک، حرارت را به سرعت کاهش می‌دهد. طول ژاکت مبرد به طور معمول بین ۱۵ تا ۳۵ سانتیمتر است و در اندازه‌های اتصالات موجود طراحی می‌شوند.

۲- مبرد شکل ب: نوع Davies و مبرد شکل ج: نوع مارپیچی دو تایی، نمونه‌هایی با کارایی خنک‌کنندگی دوسطحی می‌باشند.

۳- مبرد شکل د: به شکل پیچ‌گوشتی است که طرح Friedrich می‌باشد، با ژاکتی که به طور معمول ۱۰، ۱۵ و یا ۲۵ سانتیمتر طول دارد، این مبرد کارایی زیادی دارد برای رفلکس و برای تقطیر رو به پایین بکار گرفته می‌شود.

۴- مبرد شکل ح: حرارت را به سرعت کاهش می‌دهد و به طور معمول برای محلول‌های فرار بکار می‌رود (۷۶).

۱- الف: روش تقطیر با آب^۲

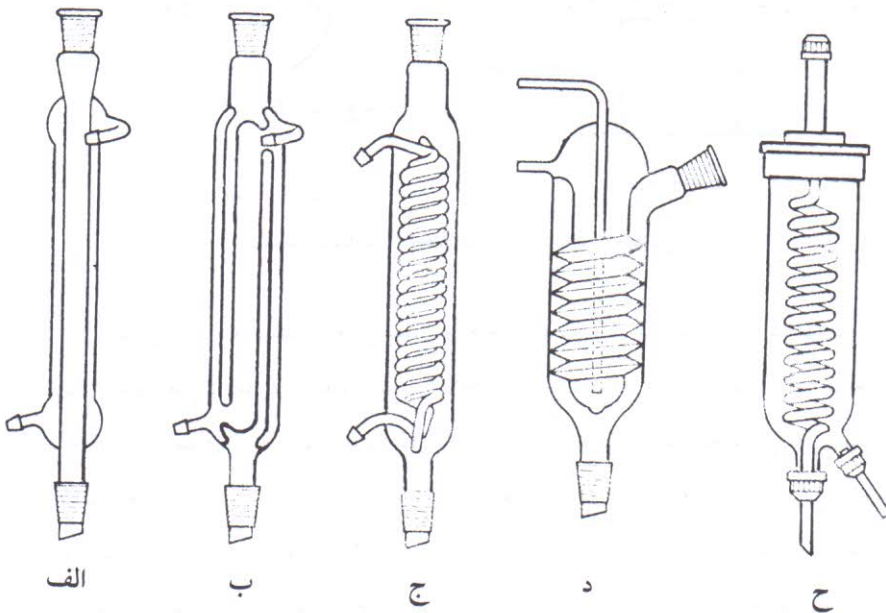
به طور معمول جهت استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب در مورد گیاهانی استفاده می‌شود که خشک باشند. در صورتی که از گیاه تازه به ویژه برگ آن استفاده شود امکان دارد در اثر جوشیدن (آب) نتیجه خوبی عاید نشود. به عنوان مثال ترکیب

^۱ - Types of condensers

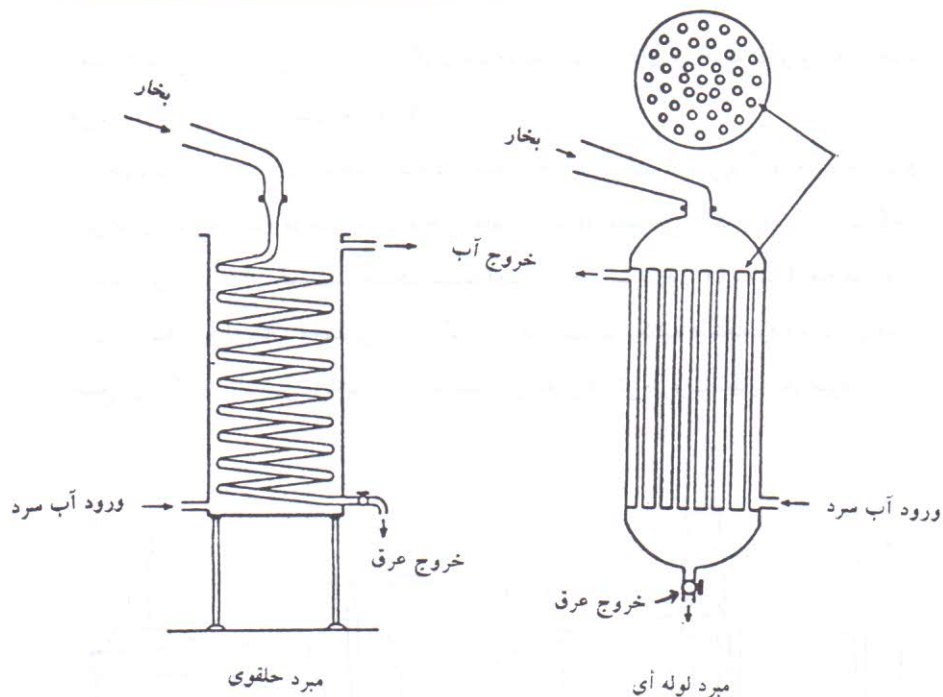
^۲ - Hydrodistillation

آلفا - پینن (تربانتین) را که در گونه‌های مختلف گیاهان از جمله سرو و بنه موجود می‌باشد، بدین طریق بدست می‌آورند.

جهت استخراج، این ماده را که در (ماده ناخالص تربانتین) شیرابه گیاه، خرده چوب و برگهای کاج و غیره موجود است، داخل محفظه دستگاه تقطیر می‌ریزند و پس از نصب کامل دستگاه و جریان آب قسمت خنک کننده (مبرد)، حرارت لازم را می‌دهند تا تمام مواد فرار (آب و اسانس) از بالن محتوی آب و گیاه به قسمت سرد کننده دستگاه رفته و در آن محل جمع‌آوری گردند. اسانس تربانتین از ترپنها تشکیل یافته، و در اثر حرارت تجزیه نمی‌شود.



شکل شماره ۳: انواع دستگاههای سرد کننده (مبرد)



شکل شماره ۴: اختلاف مبرد لوله‌ای و حلقوی

در این روش به منظور تعیین مقدار و حجم اسانس پس از اینکه مواد گیاهی با آب تقطیر شدند، مواد تقطیر شده داخل لوله‌ای مدرج جمع‌آوری می‌شود. در این مرحله مایع آبکی (عرق) به طور خود کار (طبق قانون ظروف مرتبط) به داخل بالن تقطیر برگشت می‌کند. در صورتی که وزن مخصوص اسانس بیشتر یا نزدیک به آب باشد، جداسازی اسانس توسط حلال مناسب که به لوله اندازه‌گیری اضافه خواهد شد، موجب می‌شود که اسانسها در حلال حل شده و سپس روی مرحله آبی به حالت شناور در آمده و جداسازی صورت گیرد.

این دستگاه به نام کلونجر^۱ و شامل چهار مدل می‌باشد:

- ۱ - دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) بر اساس دارونامه بریتانیا (BP)
- ۲ - دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) بر اساس انجمن شیمی تجزیه (A.O.A.C)
- ۳ - دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) بر اساس روش جایمند - رضایی
- ۴ - دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) میکوئل^۲

۱ - دستگاه کلونجر دارونامه بریتانیا^۳

دستگاه کلونجر (دارونامه بریتانیا) ابعاد کوچکی دارد که جهت استخراج مواد موثر یا خالص از دارو طراحی و ساخته شده است. البته می‌توان با تغییر ابعاد آن، از مواد گیاهی جهت استخراج اسانس استفاده نمود (۷۳). دستگاه تعیین مقدار مواد فرار را به طور معمول از شیشه‌های مقاوم با ضریب انبساطی پایین می‌سازند که دارای ابعاد زیر است:

الف - یک بالون ته گرد با دهانه کوتاه به اندازه ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ میلی لیتر، قطر داخلی گردن آن ۳۵/۶۵ - ۳۴/۳۵ میلیمتر (پهن ترین قسمت) است.

ب - دستگاه از قسمت‌های زیر، تشکیل شده است:

۱ - لوله عمودی (AC) به طول ۲۶۰ - ۲۱۰ میلیمتر و قطر داخلی ۱۵ - ۱۳ میلیمتر.

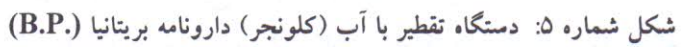
۲ - لوله خمیده (CDE) که فاصله بین CD و DE هر کدام ۱۵۵ - ۱۴۵ میلیمتر و قطر داخلی آن ۸ - ۷ میلیمتر می‌باشد.

^۱ - Clevenger

^۲ - Miquel

^۳ - British pharmacopoeia

- ۳- مبرد حباب دار (FG) به طول ۱۵۵ - ۱۴۵ میلیمتر و قطر داخلی ۱۰ - ۸ میلیمتر که انتهای آن بسته و قطر حبابها ۱۵ میلیمتر است.
- ۴- چوب پنبه سوراخ شده (K'') و سوراخ (K) به قطر (داخلی) ۷/۵۸ - ۷/۴۲ میلیمتر است. قسمت انتهای آن از چینی ساخته شده است که قطر دهانه خارجی آن باید ۵/۰۵ - ۴/۹۵ میلیمتر است.
- ۵- لوله‌ای (GH) به قطر (داخلی) ۸ - ۷ میلیمتر و به طول ۴۰ - ۳۰ میلیمتر، و زاویه آن ۴۰ - ۳۰ درجه است (GHK) و به لوله‌ای مشابه (HK) متصل می‌باشد.
- ۶- حبابی گلابی شکل (J) به حجم تقریبی ۵ میلی لیتر دارد.
- ۷- لوله‌ای به حجم یک میلی لیتر (JL) و طول ۱۲۰ - ۱۱۰ میلیمتر دارد و همچنین تا ۰/۰۵ میلی لیتر مدرج شده است.
- ۸- حباب کروی شکل (L) به حجم تقریبی ۲ میلی لیتر دارد.
- ۹- شیر سه طرفه (M).
- ۱۰- لوله رابط (BM)، با قطر دهانه ۸ - ۷ میلیمتر که در وسط آن لوله ایمنی (N) سوار شده است. اتصال (B) می‌بایست ۲۵ - ۲۰ میلیمتر بالاتر از حد درجه بندی شده قرار گیرد.



۱۱ - مبرد می‌بایست به وسیله یک زائنده شیشه‌ای (طول آن نباید کمتر از ۳۴ میلیمتر باشد و انتهای باریک آن دارای قطر خارجی $31/2 - 31$ میلیمتر باشد) بر روی بالون سوار شود.

ج - منبع گرمایی را می‌توان از یک مشعل با کنترل و دودکش، و یا یک منبع گرمایی الکتریکی انتخاب نمود.

د - پایه‌ای عمودی با حلقه افقی را به وسیله پنبه نسوز عایق بندی می‌کنند، پیش از شروع استخراج، دستگاه را به طور متوالی با استون، آب و اسید کرومیک و در نهایت با آب شستشو می‌دهند، سپس آن را خشک کرده و در جایی مناسب قرار می‌دهند (۷۳).
تهیه و فراهم نمودن نمونه‌ها، به طور کامل به بافت مواد اولیه و موقعیت روغنهای فرار بستگی دارد. باید زمان استخراج مواد، گیاهانی که اندام آنها سخت و فشرده (مانند پوست، ریشه و ریزومها) و یا دارای موادی (روغنها) فرار (میوه هل و یا حفره‌ها و بافتهای گیاهان) هستند، قبلاً در آنها پودرهای نسبتاً درشتی تهیه کرده و برگهای کلفت را به قطعات باریک تبدیل و یا کوبیده شوند. از جمله استخراج پوست لیمو در مجاورت آب خرد (با مخلوط کن) شود. ممکن است روغنهای فرار درون منافذ و واکوئل‌های پوست به آسانی در طی مرحله خرد شدن، از بین بروند. موادی که در گلهای گیاهان و یا در غشاء نازک آنها و یا غده‌هایی که در بشره‌ها (حاوی روغن‌های فرار) هستند را می‌توان از راه عمل تقطیر، استخراج کرد.

روش استخراج (توسط حلال)

حجم خاصی از مواد اولیه گیاه و چند تکه از چینی متخلخل را درون بالون ریخته، مبرد را به دستگاه وصل می‌کنیم، درب (K'') را برداشته و از طریق لوله (K) آب وارد محفظه می‌کنیم تا به سطح (B) برسد. حجم معینی از گزین یا حلال مخصوص ماده مورد نظر را روی آن می‌ریزیم. این کار را با استفاده از یک پیپت مدرج انجام می‌دهیم.

درب (K") را گذاشته و محلول را در بالن حرارت می‌دهیم تا شروع به جوشیدن کند. جهت تعیین میزان تقطیر، توسط شیر سه راه در هنگامی که عمل تقطیر شروع شد سطح آب باید پایین تر از سطح علامت پایین (طبق شکل شماره ۵) قرار گیرد. سپس شیر را بسته و در همان زمان ساعت کنترل را روشن می‌کنیم، به محض اینکه سطح مایع در حباب ۵ میلی لیتری بالاتر از قسمت بالایی خط نشان رسید، ساعت را خاموش کرده و زمان لازم برای پر شدن حباب بین دو علامت را یادداشت می‌کنیم. در این مرحله شیر را باز کرده و عمل تقطیر را ادامه می‌دهیم. پس از ۳۰ دقیقه، حرارت را متوقف کرده و پس از ۱۰ دقیقه، حجم حلال (گزیلن) را که در لوله مدرج جمع شده است، ثبت می‌کنیم. مقدار معینی از ماده اولیه را در بالن ریخته و مطابق روش بالا، عمل تقطیر را انجام می‌دهیم. پس از گذشت ۱۰ دقیقه، میزان حجم روغن را که در لوله مدرج جمع شده یادداشت می‌کنیم. سپس حجم حلال (گزیلن) را که قبلاً یادداشت کرده ایم از آن کسر می‌کنیم. اختلاف این دو حجم، میزان حجم روغن را در وزن ماده گیاه داده شده، نشان خواهد داد. مقدار روغن را بر حسب میلی لیتر برای هر ۱۰۰ گرم از ماده اولیه گیاه، حساب می‌کنیم (۷۴، ۷۵).

بازده اسانس مواد گیاهی مختلف را براساس دوام عطر اندازه گیری می‌کنند. اسانس، معرف ترکیبهای فراری که همراه چاشنی غذا یا گیاه (به غیر از موادی که دارای گزندگی می‌باشند) وجود دارند. بنابراین، اداره بخش کنترل کیفیت در امریکا، اسانسهایی را که شامل بسیاری از مواد گیاهی مصرف شدنی است به عنوان مواد معطر یا موادی که در مراحل بعدی تولید اسانسها یا اولئورزینها بکار می‌روند گویند.

۲ - دستگاه کلونجر انجمن شیمی تجزیه^۱

دستگاه کلونجری که انجمن شیمی تجزیه طراحی کرده است (۷۶) دو مدل دارد:

۱- جهت استخراج اسانسهایی که ترکیبهای سبکتر از آب (روغنهایی که چگالی نزدیک یا کمتر از آب) (شکل شماره ۶ دارند.

۲- برای ترکیبهایی که سنگین تر از آب (روغنهایی که چگالی بزرگتر از آب) دارند بکار می‌رود.

اختلاف بین این دو دستگاه طرح انجمن شیمی تجزیه و طرح دارونامه بریتانیا^۲ را می‌توان به صورت زیر شرح داد:

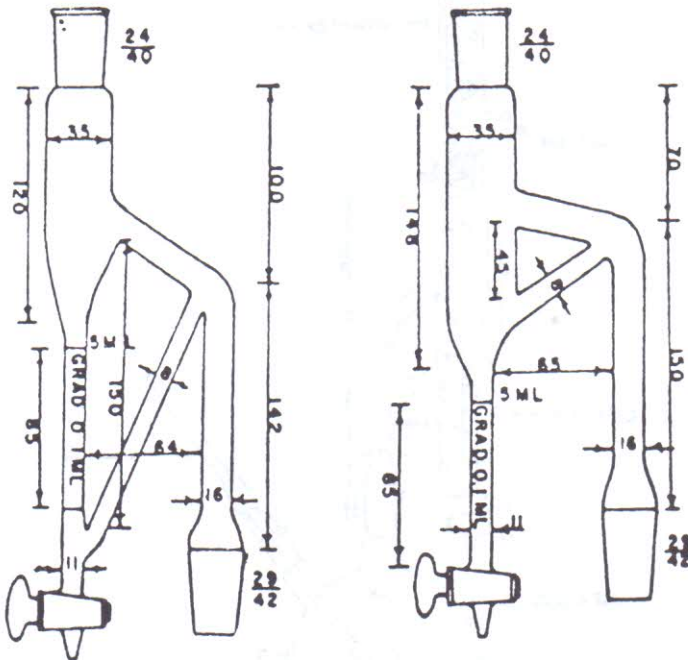
ترکیبهای فرار و آب پس از تبخیر در دستگاه مدل دارونامه بریتانیا وارد مبردی می‌شود که به سمت پایین است، ولی در دستگاه مدل انجمن شیمی تجزیه بخار بر خاسته از سطح محلول (آب و گیاه داخل بالن) وارد مبردی می‌گردد که به صورت عمودی روی دستگاه قرار دارد. البته در مدل دارونامه بریتانیا^۲ در اثر حرارت زیاد امکان پس زدن (رفت و برگشت نمونه) وجود دارد، ولی در روش انجمن شیمی تجزیه بخار در اینجا خود ش را بهتر باز می‌یابد و هیچ گاه عمل پس زدنی که در دستگاه کلونجر دارونامه بریتانیا در اثر حرارت زیاد ایجاد شده است رخ نمی‌دهد.

به منظور کار با دستگاه کلونجر دستگاه را قبل از استفاده با محلول اسید کرومیک خوب شستشو داده و بعد مقداری نمونه را وزن کرده به داخل بالن ته گرد می‌ریزیم، سپس بیش از نیمی از بالن را با آب پر می‌کنیم. میله را داخل بالن کرده (منظور از وارد کردن میله جهت همزدن حلال می‌باشد تا مواد فرار بهتر بتوانند خودشان را روی سطح بیاورند) و بالن ته گرد را روی اجاق برقی قرار می‌دهیم. معرف ضد کف، مثل

^۱ - A.O.A.C. = Association of official analytical chemists

^۲ - British pharmacopoeia

امولسیون ضد کف^۱، را به محلول اولیه (آب + گیاه) به اندازه یک نخود اضافه می‌کنیم. نمونه مورد آزمایش را تحت رفلکس برای مدت ۲ الی ۴ ساعت حرارت می‌دهیم و قبل از آن بازوی مدرج را با آب پر می‌کنیم.

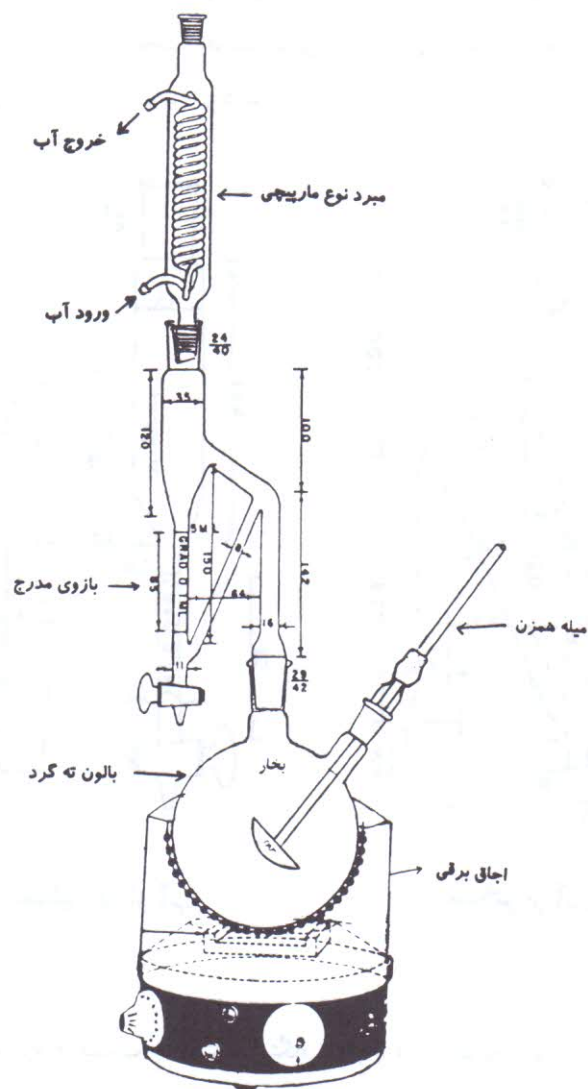


سبکتر از آب

سنگین تر از آب

شکل شماره ۶: قسمت جداکننده دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) برای ترکیبهای سنگین تر از آب و سبکتر از آب طرح انجمن شیمی تجزیه.

^۱ - Dow corning antifoam emulsion



شکل شماره ۷: دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) طرح انجمن شیمی تجزیه

دستگاه باید طوری تنظیم گردد که قطرات برگشتی در مبرد مستقیم روی سطح مایع در بازوی مدرج نریزد، بلکه به سمت پایین حرکت کند. اگر اسانس در بازوی مدرج که به صورت چسبیده به دیواره‌ها که به سمت پایین می‌آید، جدا نشده بود، چند قطره محلول استاندارد محلول ضد عفونی کننده از طریق بالای مبرد اضافه کنید. در صورت احتیاج تکرار (به طور معمول یکبار کافی است) نمایید. با میله همزن شروع به بهم زدن کنید گرمای اجاق را از طریق انتقال متغیر روی ۹۰ ولت بیش از ۳ آمپر تنظیم می‌کنید. بعد از اضافه نمودن ماده ضد عفونی کننده ۱۰ دقیقه بعد از تقطیر، اسانس را با شستن از بازوی مدرج خارج کنید. وقتی چگالی اسانس نزدیک یک است، همان طوری که در گیاه سنا، تجربه شده است. اگر اسانس به دو جزء (فراکسیون) در بازوی مدرج تقسیم شد، همان طوری که در درخت جوز و همه مواد معطره می‌توان مشاهده نمود، سپس یک میلی لیتر گزیلن^۱ اضافه کنید. اغلب اسانسها به صورت میلی گرم در ۱۰۰ گرم مواد معطر خشک گزارش می‌شوند. این نسبت حجم به وزن می‌باشد. اگر نتایج به صورت نسبت وزن به وزن بیان گردد، مقدار اسانس موجود در نمونه به نحو عمده کمتر خواهد بود، در حالی که خیلی از اسانسها دارای چگالی حدود ۰/۸۴ می‌باشند. محاسبه مواد معطر در نمونه‌ها بر محاسبه ضریب خشک یا خشک یا بازداری آن تاثیر دارد. امولسیون عطر در ماده خشک بر حسب وزن به وزن تهیه می‌شود، در صورتی که مقدار عطر در محصولات به نسبت حجم به وزن بیان می‌گردد. در نهایت دوبار عمل تقطیر را انجام دهید. پس از سرد شدن دستگاه حجم را از روی بازوی مدرج بخوانید و اسانس را جمع کنید. در صورت اضافه نمودن گزیلن مقدار آن را از حجم کل بدست آمده کم کنید و به عنوان میلی گرم بر ۱۰۰ گرم (ml/100g) گزارش نمایید.

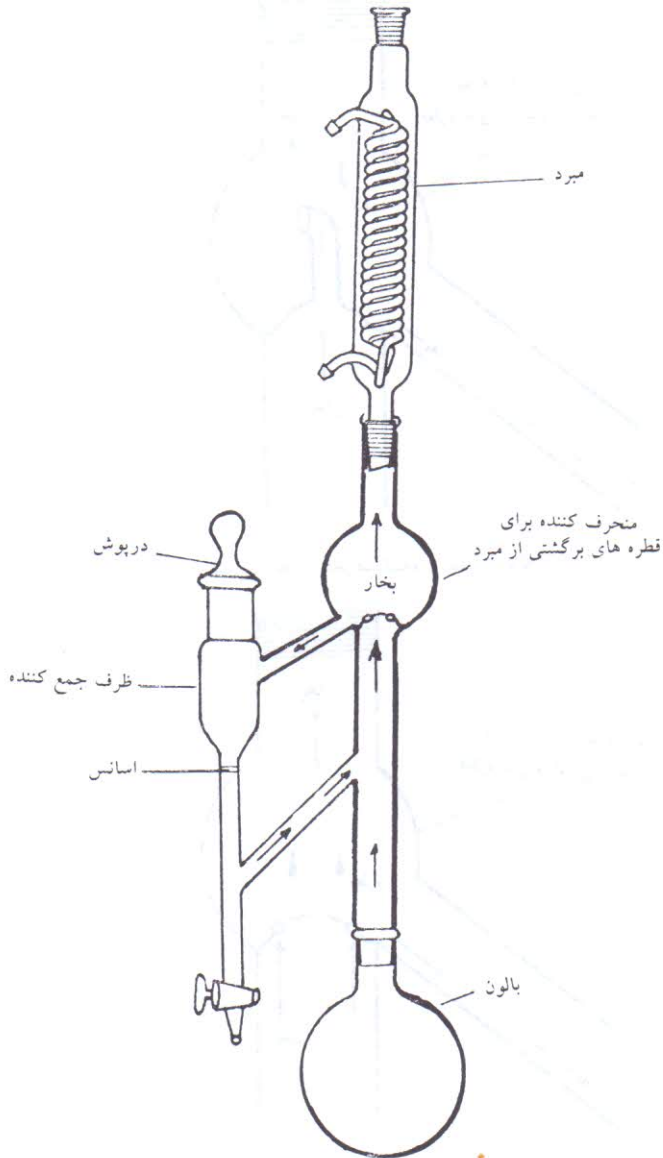
^۱ - Xylene

اسانس استخراجی را با مقدار کمی سولفات سدیم بی آب، رطوبت زدایی کرده، بعد آنرا در ظرفی کوچک بریزید نمونه تا زمان تزریق به دستگاه کروماتوگرافی در یخچال نگهداری می شود.

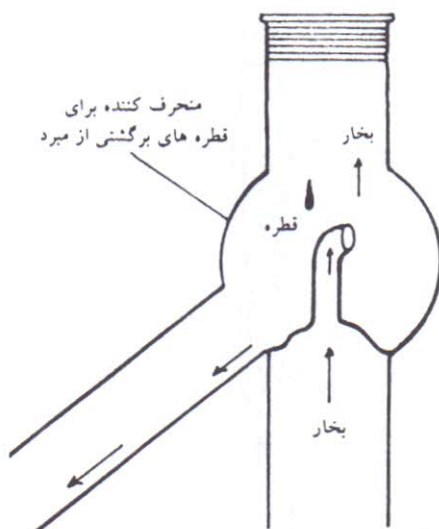
۳- دستگاه کلونجر، روش جایمند - رضایی

به طور کلی در طراحی دستگاه کلونجر (روش تقطیر با آب) جایمند - رضایی از طرحهای دارونامه بریتانیا و انجمن شیمی تجزیه الگو برداری شده است. مشکلاتی که این دو دستگاه داشتند ایشان را به فکر طراحی این دستگاه انداخت. دستگاه شامل قسمتهای مختلفی (بالون، منحرف کننده عرق برگشتی از میرد، محفظه جمع کننده اسانس، درپوش، و میرد) می باشد. در این روش چون فاصله بخار تولید شده در بالون تا میرد کم شده است ترکیبهای معطر زمان کمتری را طی کرده و این عمل باعث می شود تا ترکیبهای معطر به سرعت وارد میرد شوند و با درپوشی که در بالای محفظه جمع کننده اسانس ایجاد شده می توان با برداشتن درپوش به صورت زمانهای دلخواه نمونه اسانس را به صورت فراکسیون گیری زمانی با یک سرنگ برداشت نمود. درضمن، سوار نمودن دستگاه ساده تر می باشد. در این طرح دو مدل منحرف کننده طراحی گردیده است یکی در شکل الف: منحرف کننده به صورت لوله ای و در شکل ب: منحرف کننده به صورت منحنی با چهار سوراخ می باشد.

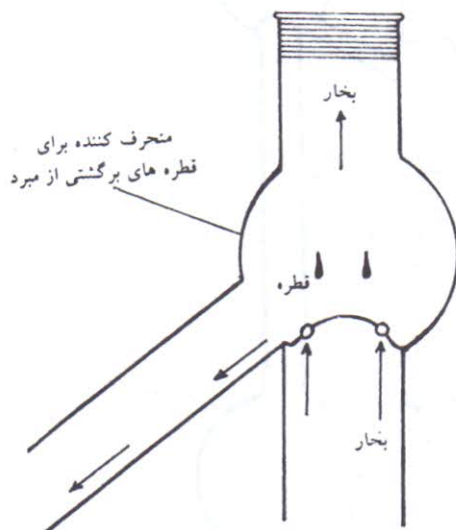
یکی از نکات مهم طرح فوق فراکسیون گیری زمانی در حین استخراج می باشد به طوری که اخلال در کار اسانس گیری نمی نماید. برای مثال از گونه سرو مردابی (*Taxodium distichum*) که در مناطق شمالی کشور به مقدار زیاد موجود می باشد استفاده نمودیم. به این طریق که در حین اسانس گیری بدون آن که خللی در کار اسانس گیری انجام گردد سه فراکسیون برداشت شد.



شکل شماره ۸: دستگاه تقطیر با آب (کلونجر)، روش جایمند - رضایی



شکل الف : منحرف کننده به صورت لوله



شکل ب : منحرف کننده به صورت منحنی با چهار سوراخ

شکل شماره ۹: بخش منحرف کننده قطرات برگشتی از میرد.

فراکسیون اول به مدت ده دقیقه با بازده ۰/۷ درصد، فراکسیون دوم به مدت یک ساعت با بازده ۰/۲ درصد و فراکسیون سوم به مدت دو ساعت با بازده ۰/۰۲ درصد برداشت شد، نمونه‌ها توسط دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) مورد تجزیه و شناسایی قرار گرفت و نتایج در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود.

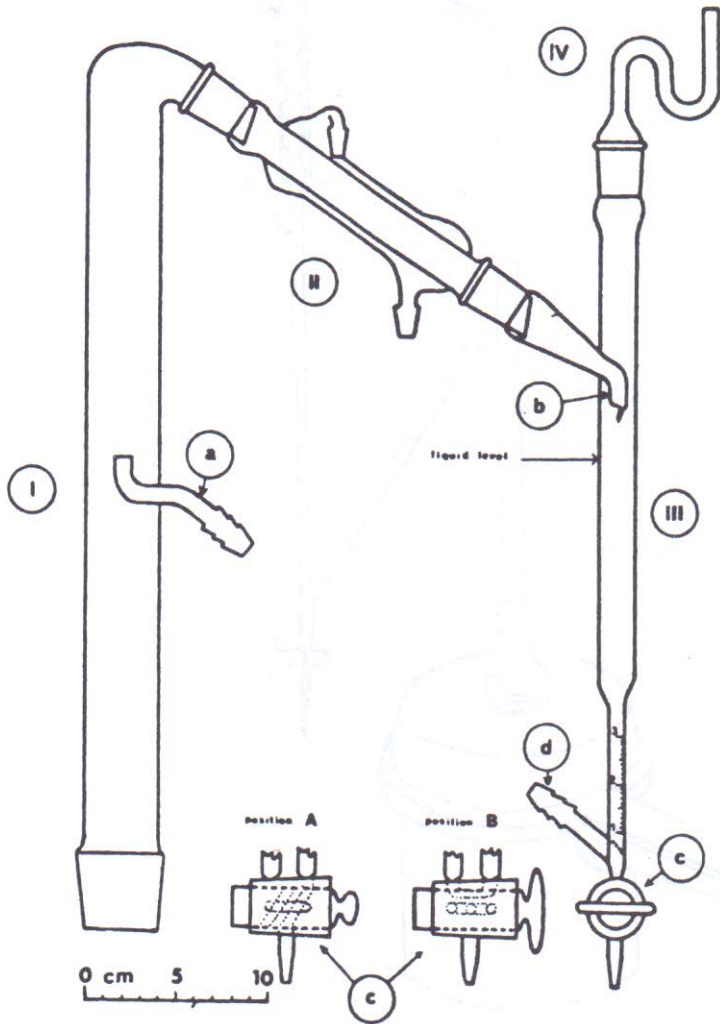
جدول شماره ۳: مقایسه فراکسیونهای مختلف اسانس سرو مردابی.

S.No.	Compounds	فراکسیون اول	فراکسیون دوم	فراکسیون سوم	R.I.
1	α - pinene	61.8	57.1	14.8	930
2	Camphene	0.6	----	----	942
3	β - pinene	1.0	----	----	969
4	Myrcene	3.9	3.2	1.9	980
5	1 - terpineol	31.5	32.5	24.0	1023
6	α - terpineol	----	----	0.6	1163
7	Dihydrocarveol	----	----	0.9	1173
8	Bornyl acetate	----	----	4.6	1272
9	β - caryophyllene	1.2	7.2	24.6	1423
10	trans - α - bergamotene	----	----	0.5	1446
11	α - humulene	----	----	3.7	1453
12	Elemol	----	----	0.7	1540
13	Cubebol	----	----	1.6	1569
14	caryophyllene oxide	----	----	10.0	1576
15	Guaiol	----	----	1.4	1599
16	β - eudesmol	----	----	1.0	1626
17	Acorenone	----	----	1.8	1647
18	β - bisabolol	----	----	1.1	1659
19	manoyl oxide	----	----	3.0	1974
20	Abietatriene	----	----	1.6	2047
21	Abietadiene	----	----	1.4	2085

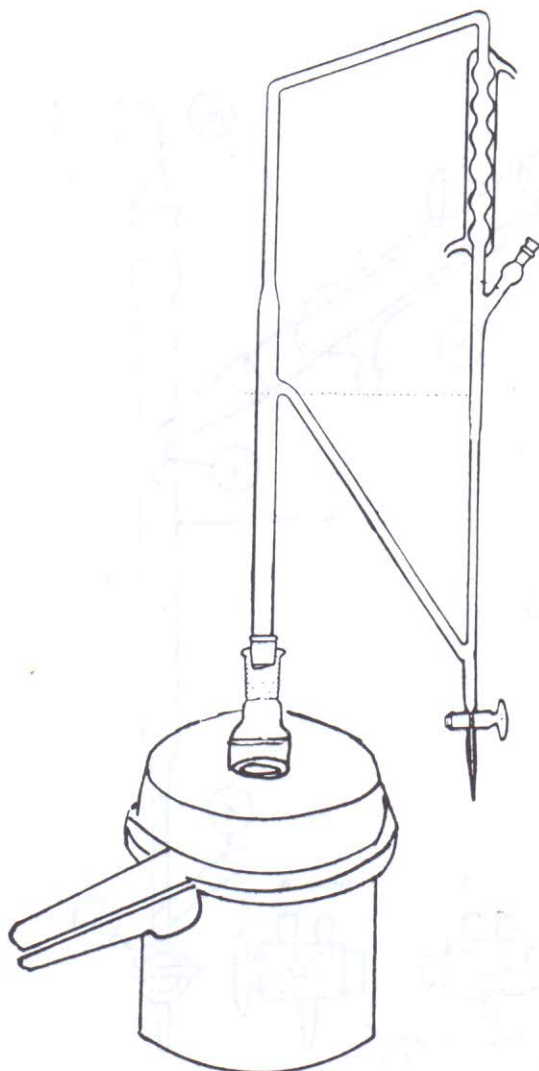
۴ - دستگاه کلونجر طرح میکوئل^۱

این دستگاه شکل اصلاح شده‌ای از یک دستگاه تقطیر با بخار است. نمونه گیاه را در بالون می‌ریزیم، بعد به آن آب اضافه می‌کنیم، وقتی آب به نقطه جوش رسید بخار تشکیل شده به وسیله لوله (I) که در قسمت بالای بالون (به طول ۵۰ سانتیمتر و قطر ۴ سانتیمتر) قرار دارد حرکت کرده وارد مبرد (II) می‌شود. سپس به صورت قطره (b) وارد بازوی جدا کننده (III) می‌گردد. پس از اتمام این مرحله اسانس در بالا و آب در پایین قرار می‌گیرد. در بالای مبرد جدا کننده، لوله‌ای شیشه‌ای (IV) به شکل S وجود دارد که جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار نصب شده است. به وسیله ورودی و خروجی‌های (a) و (d) می‌توان (با یک لوله پلاستیکی) جهت تراز نمودن آب به طرف بالا و برگشت دوباره آن به بالون استفاده نمود. قطعه (c) سه راهیهای شیر آب است که با وضعیت A می‌توان اسانس را از لوله مدرج خارج نمود و با وضعیت B عرق بدست آمده را از عمل تقطیر برداشت کرد و یا دوباره برگشت داد (۷۷).

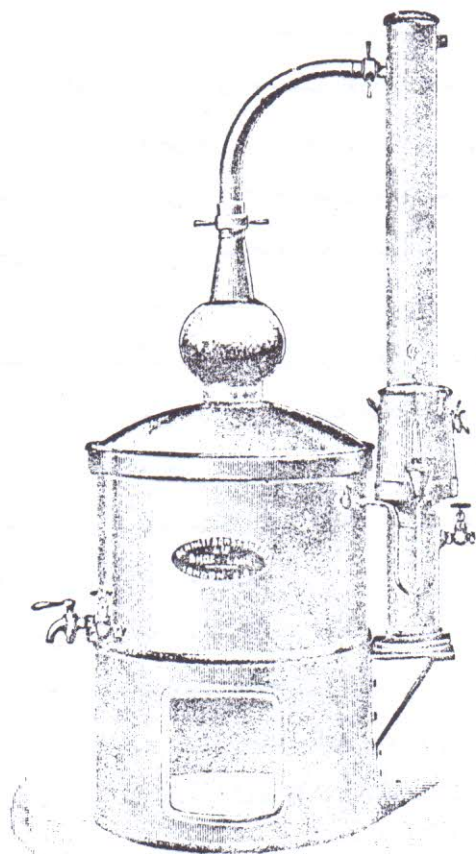
^۱ - Miquel



شکل شماره ۱۰: دستگاه تقطیر با آب (کلونجر) طرح میکونل



شکل شماره ۱۱: شمایی از دستگاه کلونجر دارونامه بریتانیا (BP) نصب به دیگ زودپز



شکل شماره ۱۲: شمایی از دستگاه کلونجر (قدیمی) که از جنس استیل در کشور فرانسه ساخته شده است. دیگ آن متصل به مبرد هدایت بخار است. در این روش عرق تولید شده به دیگ برگشت داده می شود.

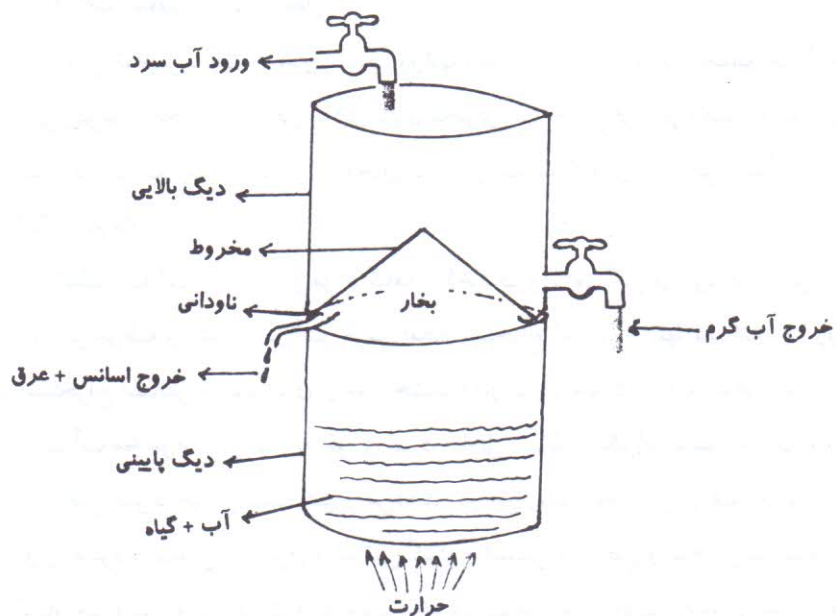
استخراج (تقطیر با آب) به روش سنتی در ایران

در این روش از دو دیگ استفاده شده است. دیگ اول در بالا، که ته آنرا به شکل دایره بریده و لبه‌های بریده شده را به سمت بالا کمی خم نموده تا شکلی ناودانی داشته باشد. روی ناودانی مخروطی سوار می‌کنند. در این قسمت پس از تولید بخار در دیگ و برخورد با سطح مخروطی روی دیگ عرق تولید شده از طریق ناودانی و شیر تعبیه شده در این قسمت خارج و به ظرفی که جهت این کار آماده است می‌ریزد. قسمت بالای مخروط محل نگهداری آب است. آب سرد بوسیله شیر وارد و در نهایت آب گرم به وسیله شیر دیگر که در پایین دیگ قرار دارد خارج می‌شود، در واقع دیگ بالایی کار مبرد را انجام می‌دهد. نمونه گیاه به اضافه آب در دیگ پایینی می‌ریزند، دیگ را روی اجاق قرار داده و حرارت می‌دهند. آب در اثر جوشیدن به صورت بخار در می‌آید و همانطور که ذکر شد از طریق لوله‌ای اسانس به همراه آب تقطیر شده خارج می‌گردد. این روش تقطیر با آب است.

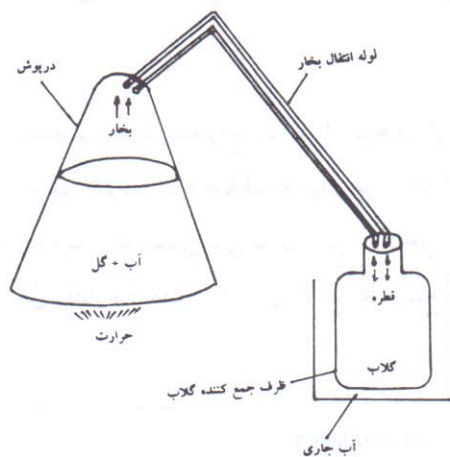
البته در این روش امکان استفاده از قطعه‌ای دیگر جهت جداسازی گیاه از آب وجود دارد. اگر در دیگ پایینی صفحه‌ای مشبک قرار دهیم، به طوری که آب در پایین صفحه مشبک بجوشد و بخار از میان گیاهی که بالای صفحه قرار دارد بگذرد و مثل روش قبلی عرق و اسانس آن جدا شود، روش را تقطیر با بخار آب گویند.

روش سنتی گلابگیری در ایران

در این روش از دیگ ته پهنی استفاده می‌شود که در آن مخروطی است. چون نمونه گل داخل آب است پس روش تقطیر با آب است. بخار ایجاد شده در دیگ از طریق دو لوله آلومینیومی بلند وارد ظرفی می‌شود که در آب جاری قرار دارد که هم کار مبرد و هم کار جمع‌آوری عرق و اسانس را انجام می‌دهد. از این روش برای تهیه گلابگیری و عرق گیری بید مشک استفاده می‌شود.



شکل شماره ۱۳: تقطیر با آب به روش سنتی در ایران



شکل شماره ۱۴: دستگاه تقطیر با آب (گلابگیری) در کاشان.

۱-ب: تقطیر با آب و بخار^۱

روش تقطیر با آب و بخار با دیگر روشها تفاوت دارد. گیاه را در محفظه جداگانه‌ای می‌ریزیم و مخزن آنرا در بالای بالون محتوی آب جوش قرار می‌دهیم. به طوری که گیاه درون آب نیست، بلکه در مجاورت بخار آب اشباع قرار دارد. این دستگاه کیزر و لانگ^۲ نام دارد.

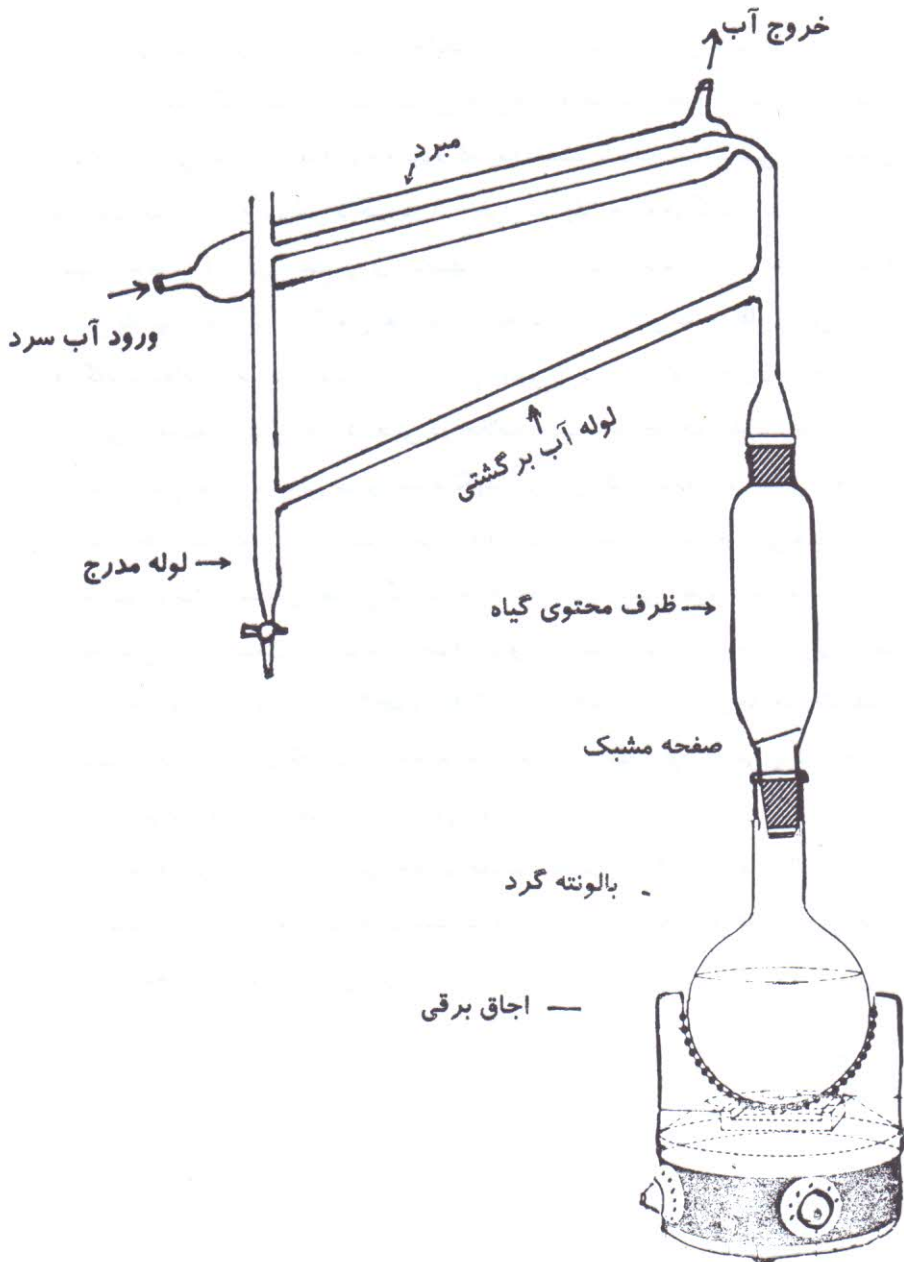
تقطیر با آب و بخار در مورد گیاهانی (خشک و تازه) بکار می‌رود که ممکن است در اثر غوطه ور شدن در آب جوش امکان استخراج اسانس از آنها کم باشد. در روش استخراج اسانس و تهیه عرق از مواد خشک (دارچین و میخک)، ابتدا مواد خام را آسیا و با آب مخلوط می‌کنند، به طوری که در داخل آب قرار نگیرند. سپس جریان بخار را از داخل مواد خیس شده عبور می‌دهند. در این روش بخار پس از عبور از میان گیاه وارد مبرد و تبدیل به عرق و اسانس گشته و اسانس در سطح و عرق تولید شده روی گیاه می‌ریزد و در نهایت وارد بالون محتوی آب می‌شود. جهت برداشت اسانس اقدام به تخلیه عرق موجود در بازوی کناری می‌نمائیم و در نهایت اسانس از آن خارج می‌شود. امکان دارد به علت کمی مقدار اسانس از حلال نیز استفاده شود.

۱-ج: تقطیر با بخار

روش تقطیر با بخار مستقیم جهت استخراج اسانس از گیاهان تازه بکار می‌رود. گیاه را پس از جمع‌آوری و آماده کردن آن (حذف علفها و مواد زائد) داخل محفظه گیاه دستگاه تقطیر جای می‌دهیم. همچنین می‌توان، آنرا به داخل سبدهای مخصوص ریخت. گیاهان تازه دارای مقدار ملاحظه‌ای آب می‌باشند که احتیاج به خیس کردن آنها

^۱ - Water and steam distillation

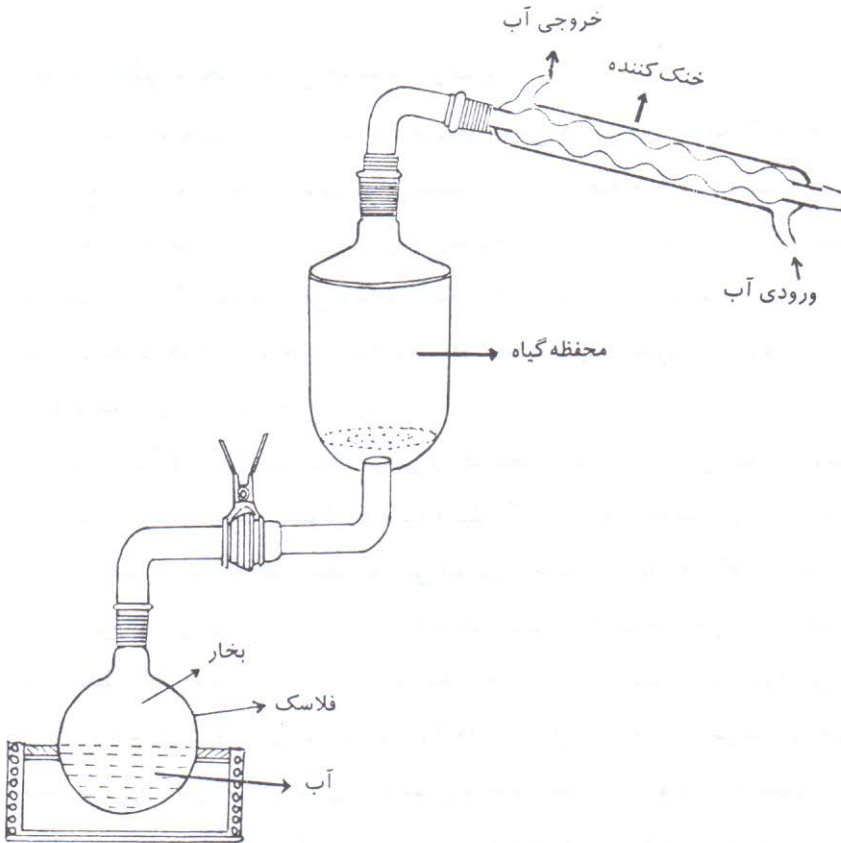
^۲ - Kaiser & Long



شکل شماره ۱۵: دستگاه تقطیر با آب و بخار Kaiser & Long

در مواردی ضروری نیست. پس از جایگزینی گیاه، نصب و روشن کردن دستگاه، بخار با فشار از میان گیاه عبور می‌کند. اسانس بدین وسیله همراه با بخار آب در قسمت سرد کننده جمع می‌شود. البته باید توجه نمود که زمان تقطیر با بخار آب، بعضی از ترکیبهای اسانسها هیدرولیز و برخی دیگر در اثر حرارت زیاد تجزیه می‌گردند. بنابراین روش تقطیر مطلوب (برای جمع‌آوری اسانسها) روشی است که فشار بخار با شدت زیاد به داخل بافتها و سلولهای گیاهی نفوذ کند تا تجزیه مواد اسانس به حداقل ممکن برسد. هنگام استفاده از مبرد، بایستی آب را قبل روشن کردن دستگاه به جریان انداخت آب بایستی از قسمت پایین مبرد یعنی در خلاف جهت بخار جریان یابد. سرعت جریان آب در داخل مبرد بایستی برای سرد نگهداشتن مبرد کافی بوده و در ضمن زیادتراز معمول بکار گرفته نشود. با لمس نمودن مبدل انتهایی مبرد در هر زمان می‌توان از زیاد گرم نبودن مایع تقطیری مطمئن گردید. میزان حرارت بایستی تنظیم شده باشد تا اینکه مایع پس از جوشیدن با سرعتی یکنواخت و آرام تقطیر گردد. این میزان برای تقطیر ساده به طور عام بین ۶۰ - ۳۰ قطره (۱-۲ ml) در دقیقه می‌باشد. درجه حرارت تقطیر را پس از ظاهر شدن قطرات اولیه مایع تقطیر شده در انتهای لوله جانبی یا دیواره مبرد یادداشت می‌نمایند که "نقطه شروع جوش" نامیده می‌شود.

در شکل زیر نوار حرارتی جهت هدایت بخار تشکیل شده از بالون تا مبرد می‌باشد، در غیر این صورت چون مسیر طولانی است، بخار به شکل قطره در می‌آید و دوباره به مخزن آب برگشت می‌کند.



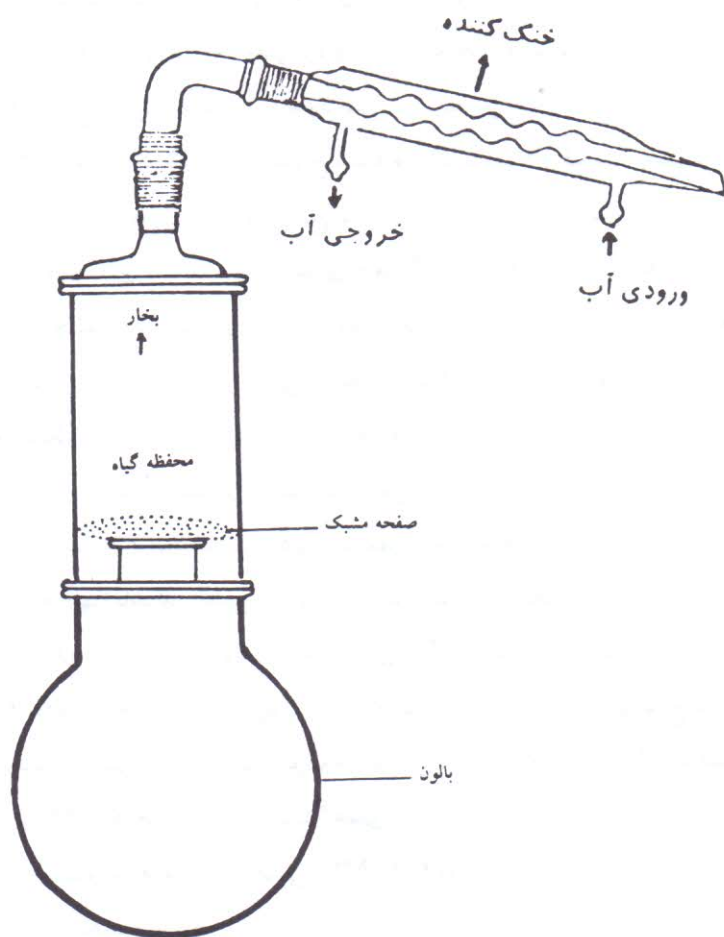
شکل شماره ۱۶: دستگاه تقطیر با بخار آب بطور غیر مستقیم
با یک نوار حرارتی قابل کنترل

در مورد دستگاه تقطیر با بخار دستگاههای مختلفی طراحی شده است که در زیر معرفی می‌شوند:

دستگاه تقطیر با بخار روش جایمند - رضایی

دو دستگاه تقطیر با بخار آب در آزمایشگاه شیمی گیاهی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع بر اساس دستگاههای دیگر تقطیر طراحی و اصلاح گردیده است. در طرح شماره یک، دستگاه در زمانی که هوای آزمایشگاه سرد است با یک ژاکت پشم شیشه، به صورت لوله استوانه‌ای می‌پوشانیم تا بخار تشکیل شده در اثر سرما به صورت قطره بر نگردد، بلکه تا مبرد جریان پیدا کند و در آنجا به صورت قطره در آمده و در ظرف جمع کننده عرق و اسانس جمع می‌گردد.

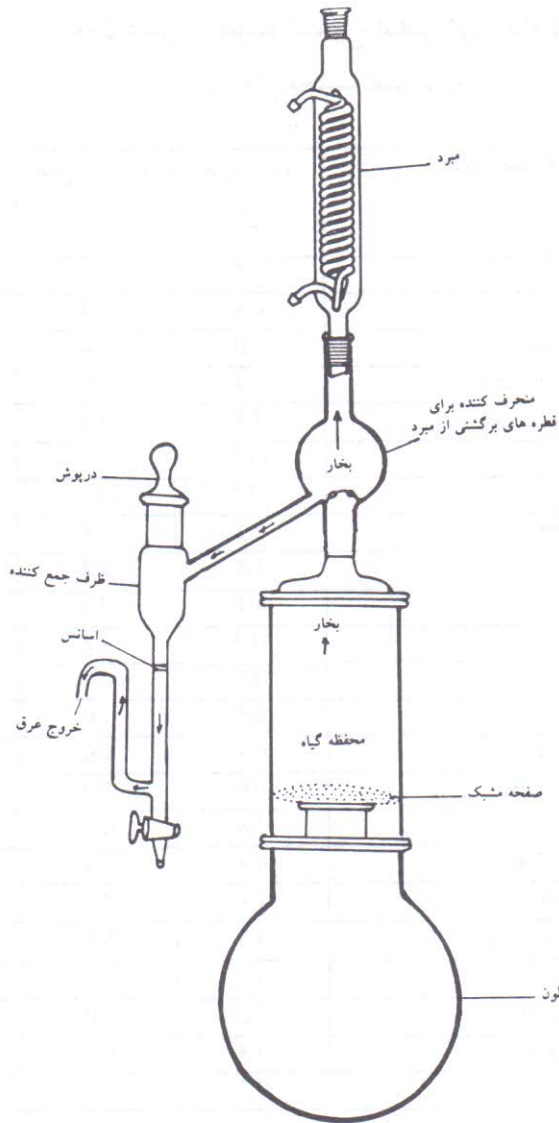
این دستگاه از یک بالون ۲ لیتری و یک محفظه استوانه‌ای که بوسیله یک صفحه مشبک در زیر و یک در پوش که به وسیله یک زانو متصل به مبرد می‌باشد تشکیل گردیده است. اندازه بالون تقطیر بایستی طوری انتخاب شود که ماده تقطیر شونده بین یک سوم تا دو سوم آن را پر نماید. اگر بالون بیش از دو سوم پر شود، خطر پاشیدن ماده تقطیر شونده به داخل ماده تقطیر شده وجود دارد. اگر کمتر از یک سوم بالون پر شود بخارهای لازم برای پر نمودن بالون مقدار زیادی از ماده تقطیر شونده، بی‌جهت هدر می‌رود. این اتلاف برای ترکیبهایی با جرم ملکولی بالا به ویژه چشمگیر است. بالون حاوی مواد تقطیر شونده را نبایستی تا مرحله خشک شدن با شعله حرارت داد، زیرا امکان ترک خوردن بالون وجود دارد.



شکل شماره ۱۷: دستگاه تقطیر با بخار روش جایمند - رضایی (طرح شماره یک).

در طرح شماره دو سعی شده است تا مشکلات طرح یک اصلاح شود. چون در این طرح مشکل نصب مبرد مطرح بود و حداکثر موارد زانویی اتصال محفظه گیاه به مبرد شکسته می‌شد و در ضمن زمانی که عرق و اسانس وارد بالون می‌گردید تا عرق در پایین قرار گیرد و اسانس در رو بعضی وقتها اسانس به جداره ظرف جمع کننده می‌چسبید و مشکل جمع کردن اسانس بوجود می‌آمد. به این خاطر طرح شماره دو ارائه شد. اختلاف طرح شماره دو با طرح شماره یک در مبرد و قسمت جمع کننده عرق و اسانس خلاصه می‌گردد. در واقع با این کار هم نصب مبرد را آسان نمودیم و هم اسانس در بالای قسمت بازوی کناری جمع گردیده عرق از طریق لوله U وارد بالون و پس از خاتمه اسانسگیری با باز نمودن شیر پایینی اسانس به راحتی از دستگاه خارج می‌شود و یا در فواصل زمانی مختلف می‌توان با برداشت درپوش با یک سرنگ کار فراکسیونگیری زمانی روی اسانس را انجام داد.

یکی از نکات مهم میزان کیفیت اسانس و پاسخ گیاه به تغییر فاکتورهای محیطی و مدیریتی برای فرمولاسیون کردن سیستمهای رشد گیاهان اسانس دار می‌تواند روشهای استخراج آنها باشند. یکی از مزایای روش تقطیر با بخار طرح شماره دو جایمند - رضایی افزایش میزان اسانس می‌باشد. برای مثال آزمایش گونه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) صورت گرفت مقدار مساوی از این گونه با دو طرح (شماره یک و دو) اسانس گیری شد. بعد نمونه‌ها به ترتیب با بازده اسانس ۰/۱۶ درصد و بازده اسانس ۰/۲۲ درصد توسط دستگاههای کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) مورد تجزیه قرار گرفت نتایج در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود.

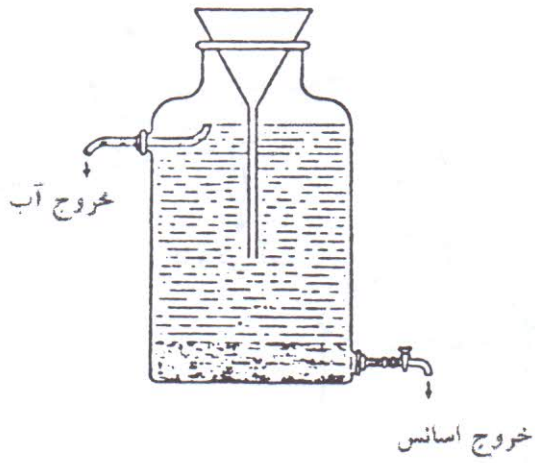


شکل شماره ۱۸: دستگاه تقطیر با بخار روش جایمند - رضایی (طرح شماره دو)

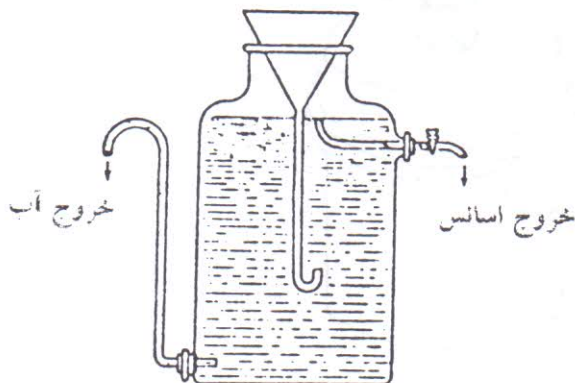
جدول شماره ۴: مقایسه استخراج اسانس گونه نعنای فلفلی
با دو روش مختلف تقطیر با بخار

S.No.	Compounds	طرح شماره یک	طرح شماره دو	R.I.*
1	Camphene	0.5	0.2	944
2	Myrcene	0.5	0.3	979
3	Tran - p - menthane	1.0	0.4	983
4	Cis - p - menthane	0.5	0.6	993
5	(E) - β - ocimene	7.8	8.4	1035
6	Terpinolene	1.61	3.0	1067
7	Isomenthone	17.5	28.6	1153
8	Menthofuran	2.2	4.1	1159
9	γ - terpineol	1.4	2.2	1162
10	Polegone	4.1	7.4	1167
11	Isomenthol	41.5	4.2	1184
12	Carvomenthone	0.5	0.9	1192
13	Piperitone	0.5	1.0	1230
14	Isopiperitone	0.3	0.6	1242
15	Piperitone oxide	0.6	1.0	1272
16	Carvacrol	7.8	13.8	1292
17	p-menthan-3,8-diol	0.4	0.8	1305
18	α - gurjunene	1.1	2.4	1393
19	β - carryophyllene	3.3	6.8	1425
20	α - humulene	0.5	1.0	1446
21	Germacrene D	2.3	5.0	1475
22	Germacrene B	0.3	0.7	1487
23	Guaiol	0.7	1.7	1583

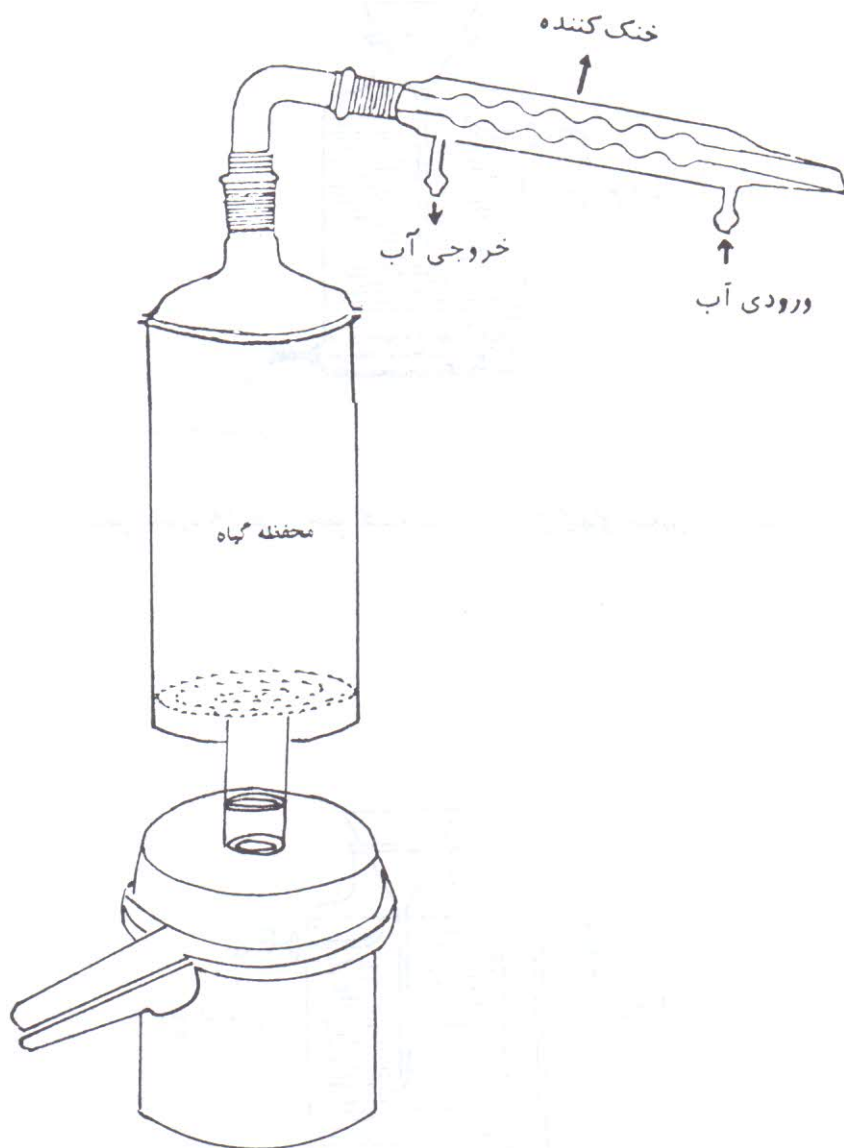
R.I. = Retention indecies on DB - 1 column.



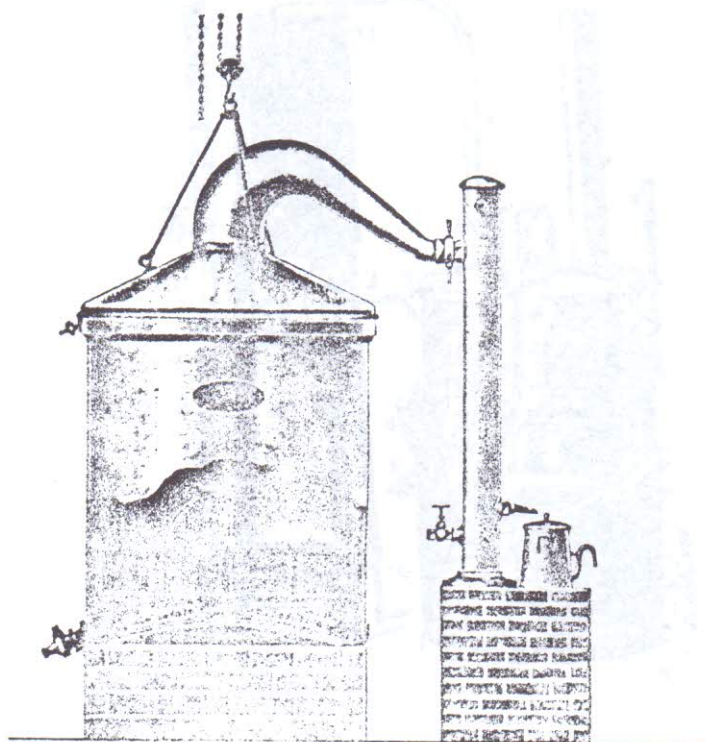
شکل شماره ۱۹: ظرف جمع کننده اسانس برای ترکیبهای سنگین تر از آب



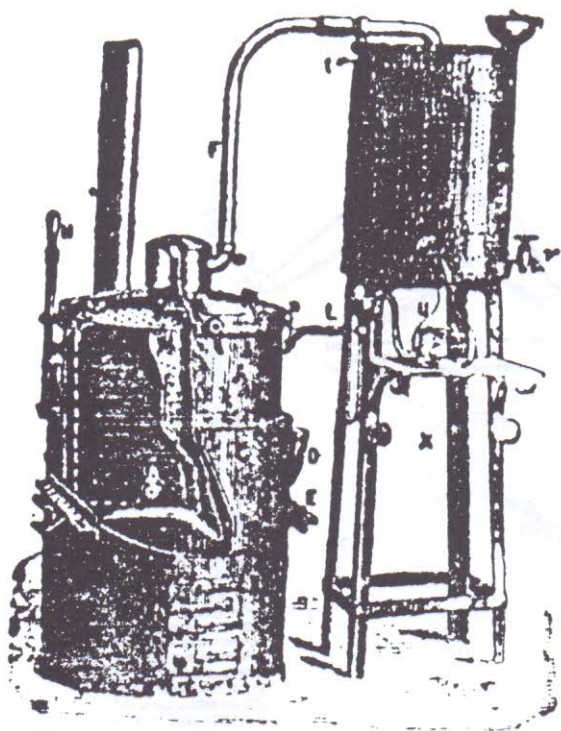
شکل شماره ۲۰: ظرف جمع کننده اسانس برای ترکیبهای سبکتر از آب.



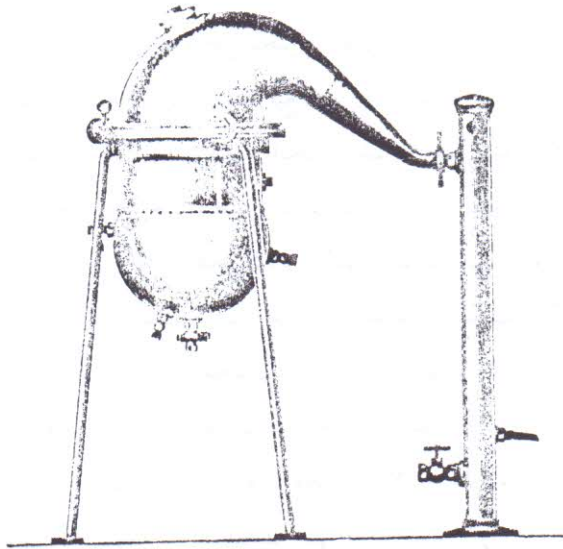
شکل شماره ۲۱: روش دیگر استفاده از دستگاه تقطیر با بخار (طرح جایمند - رضایی) جهت تولید بخار همراه فشار بیشتر می توان به دیگ زودپز متصل نمود. البته با استفاده از گاز در مصرف انرژی نیز صرفه جویی می شود.



شکل شماره ۲۲: نوعی دستگاه تقطیر با بخار که در قدیم برای گیاهانی مانند نعنای فلفلی و اسطوخودوس در کشور فرانسه بکار می‌رفته است. این دستگاه به وزن یک تن گنجایش ۱۲۰۰ گالون آب را دارد. به طور معمول تخلیه تفاله گیاه پس از اسانسگیری از گیاه با بلند کردن قلاب ته دستگاه صورت می‌پذیرد.



شکل شماره ۲۳: دستگاه تقطیر با آب جهت استخراج اسانسها از جنس استیل ساخته شده است، مخزن گیاه و آب، متصل به یک جدا کننده است که مایع تقطیر شده را به منبع استیل جمع آوری عرق و اسانس برگشت می دهد.



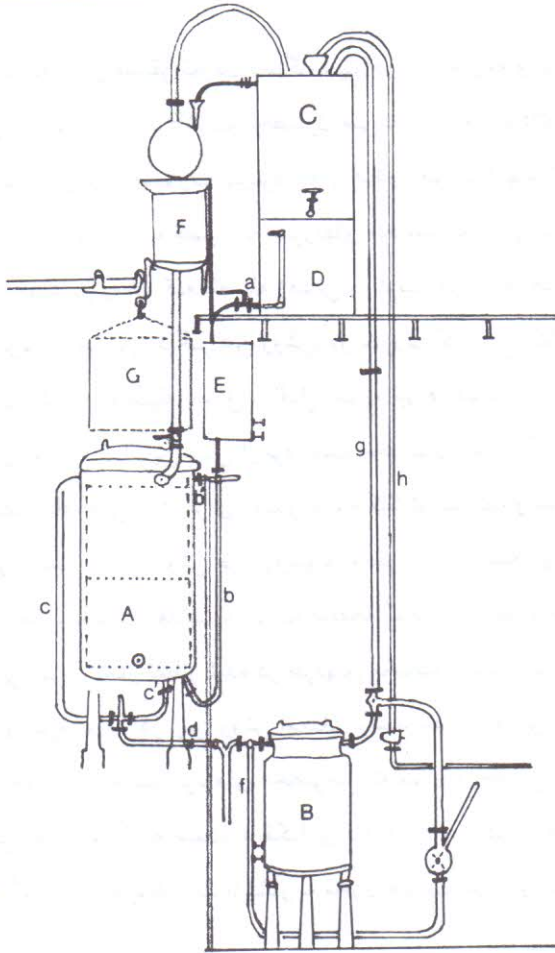
شکل شماره ۲۴: دستگاه تقطیر جهت حذف اسانسهای خامی است که با تقطیر دوباره با بخار بدست می‌آید. به عبارتی این دستگاه تقطیر عرق و اسانس را دوباره تقطیر می‌کند.

روش تقطیر با حلال ساخت کشور فرانسه

در دستگاه استخراج اسانس از گیاه (شکل شماره ۲۵) از حلال فرار (الکل، اتر، بنزن، کربن بی سولفید) استفاده می‌شود. حلال توسط پمپ به داخل جمع کننده D منتقل می‌شود، در حالی که، به وسیله لوله مدرج شیشه‌ای میانگین حجم مایع قابل اندازه گیری می‌باشد. سبد G، مخزن گیاه است که توسط طناب و قرقره گیاه به داخل استخراج کننده A ریخته می‌شود. پس از تخلیه گیاه در اصلی به طور کامل مسدود می‌گردد. حلال از مخزن D به داخل اجاق E ریخته می‌شود. این مخزن بخار گرم تولید می‌کند، طبق چگالی اش، از آنجا به داخل استخراج کننده A فرستاده می‌شود. امکان

انتقال از بالا (به وسیله لوله b') و یا از پایین (لوله b) بخار بیرون می‌آید، البته بعد، توسط لوله‌های d و f دوباره به داخل تبخیر کننده بر می‌گردد.

حلال در مخزن B از طریق لوله مارپیچ (حرارت) تبخیر می‌شود، بخار تولید شده از لوله g به داخل خنک کننده C و از آنجا از طریق جمع کننده D عبور می‌کند، این حالت دوباره (داخل چرخش) صورت می‌گیرد. اسانس تهیه شده در پشت مخزن B باقی می‌ماند. در آخر حلال تقطیر شده از گلهای استخراجی در A پر می‌شود. اگر از الکل به عنوان حلال استفاده گردد به سرعت با ظرفیت رطوبت در گلهای رقیق می‌شود. در نهایت الکل تقطیر شده از مخزن A و از طریق بهبود کننده F ، فقط اجازه عبور مقدار کافی از تقطیر الکلی را می‌دهد. مخزن C خنک کننده و مخزن D جمع کننده است. البته بعد از اینکه برای بار دوم در مخزن در A باز شود و سبب خارج گردد، سبب دیگری با گلهای تازه برای پر کردن مخزن خالی آماده است (۷۸).

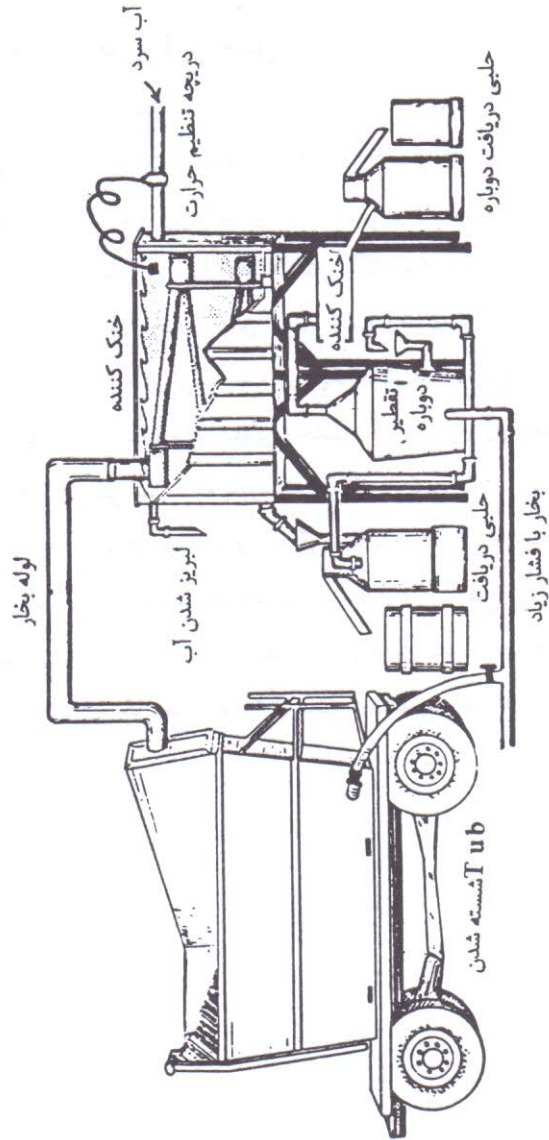


شکل شماره ۲۵: روش تقطیر با حلال

برداشت محصول توسط واحد تقطیر سیار صحرائی

روش سیار نیز در گذشته متداول بوده است. هم اکنون نیز می توان از این روش جهت گونه های معطری که امکان استخراج مواد معطر از آنها پس از گذشت زمان کوتاهی وجود ندارد و دارای ترکیبهای حساس و قابل تجزیه هستند بکار گرفته شود.

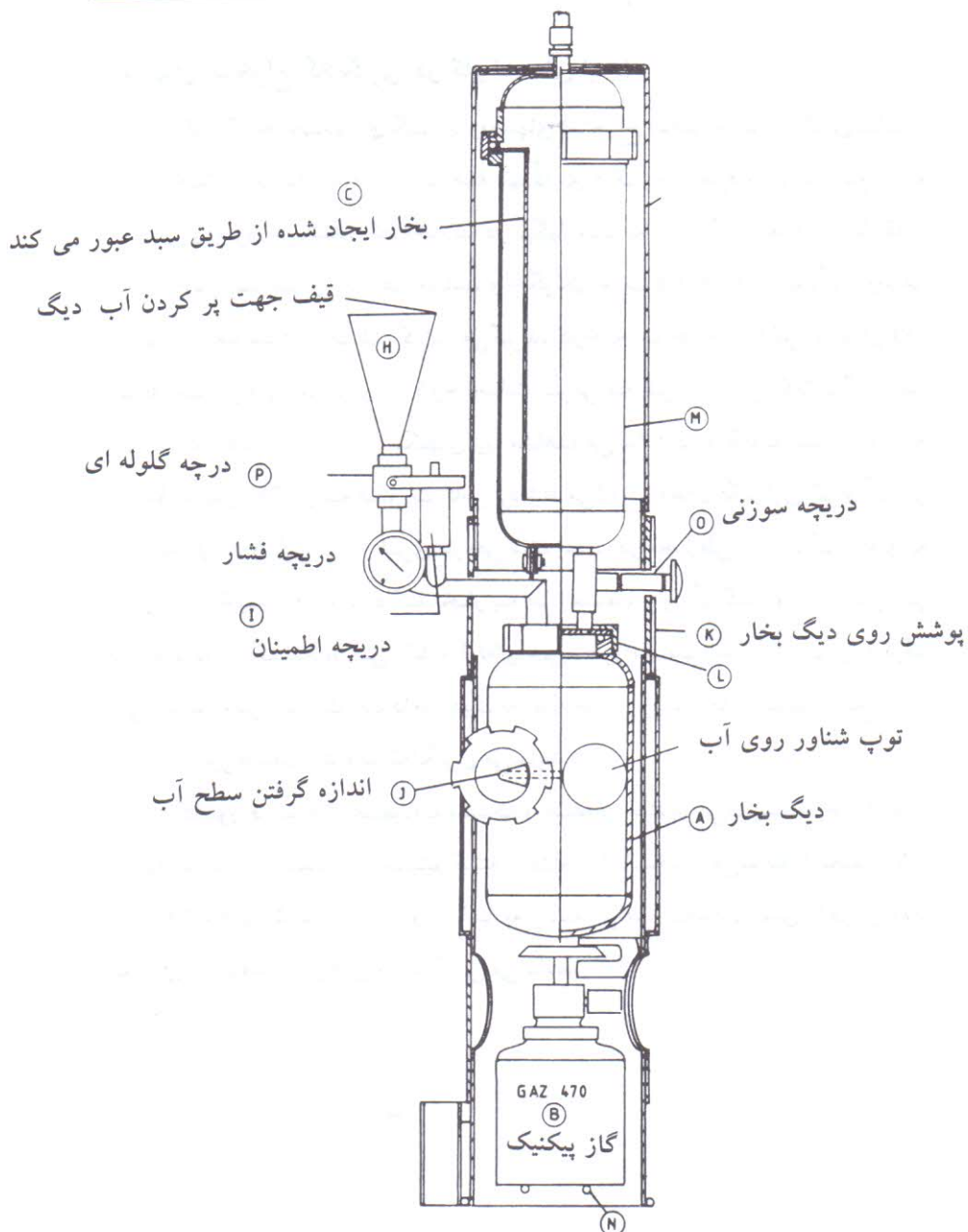
در این روش بعد از مستقر نمودن دستگاه سیار در کنار مزرعه و فراهم نمودن امکانات راه اندازی آن، اقدام به برداشت محصول می نمایند. زمان برداشت باید دقیقاً پس از انجام آزمایشهای لازم صورت پذیرد تا از هدر رفتن ترکیبهای موجود در اندام گیاه جلوگیری شود. برداشت محصول به صورتهای مختلف انجام می گیرد. بهتر است از این جهت نیز بهترین روش که فاصله زمانی را کوتاه نماید و خسارتی به گیاه نرساند استفاده شود. از مزایای دیگر این روش، در صورتی که مزارع کشت در نقاط مختلف یک استان باشد و وسیله حمل و نقل سریع نیز فراهم نباشد، می توان با این روش اسانسگیری نمود. بنابراین پس از برداشت محصول، اندام گیاه پس از پاکسازی به کانتینر انتقال داده می شود. برای کانتینر باید امکانات شستشو و منبع حرارتی نیز فراهم باشد. طرز عمل در این روش طبق روشهای معمول در اسانسگیری یا تولیدات عرقیات است. با ایجاد بخار و هدایت آن به محفظه گیاه، بخار همراه ترکیبهای فرار به مبرد هدایت می شود. بخار تقطیر شده در ظرفهای مختلف جهت جدا کردن عرق و اسانس جمع آوری می شوند. در این روش امکان تولید بخار به طور جداگانه وجود دارد. می توان بخار را به وسیله لوله های مخصوص که میزان درجه حرارت را در فصل سرما نیز کاهش نخواهند (به علت عایقکاری لوله ها) داد، با فشار به مخزن گیاه (به علت حجم زیاد گیاه در منبع بخار باید با فشار به مخزن هدایت شود) وارد کرد.



شکل شماره ۲۶: واحد تقطیر سیار صحرایی

واحد استخراج اسانسگیری قابل حمل

این واحد به منظور بدست آوردن اسانس در حد آزمایشی و قابل حمل برای یک محقق طراحی گردیده است. تمام وسایل مورد نیاز بر روی یک کوله پشتی سوار گردیده است. سیستم بر روی پایه‌ای سه ضلعی از آلومینیوم که در واقع گوشه یک ضلع آن دستگاه اسانسگیری سوار شده است. با گاز پیک نیکی (B) دیگ بخار (A) را حرارت می‌دهند، دیگ بخار دارای توپ شناور است که سطح آب را با نشانه (J) اندازه گیری می‌کند. بخار تولید شده در دیگ بخار با باز نمودن دریچه سوزنی (O) وارد محفظه گیاه (M) شده و از بالای محفظه گیاه بخار وارد مبرد حلقوی (D) و مبردهای (E) و (F) می‌گردد که به وسیله آبی که از کیسه برزنتی بالای پایه سه گوش آلومینیومی قرار دارد خنک می‌شود و آب گرم شده وارد برزنت پایینی گشته و این آب دوباره قابل برگشت به سیستم خواهد بود. از طرفی اگر سطح آب در دیگ بخار (A) کم شد از طریق قیف (H) می‌توان سطح آب را با باز نمودن دریچه گلوله‌ای (P) آب دیگ را افزایش داد (شکل شماره ۲۷ و عکس شماره ۹ و ۱۰ دستگاه کامل را نشان می‌دهد).

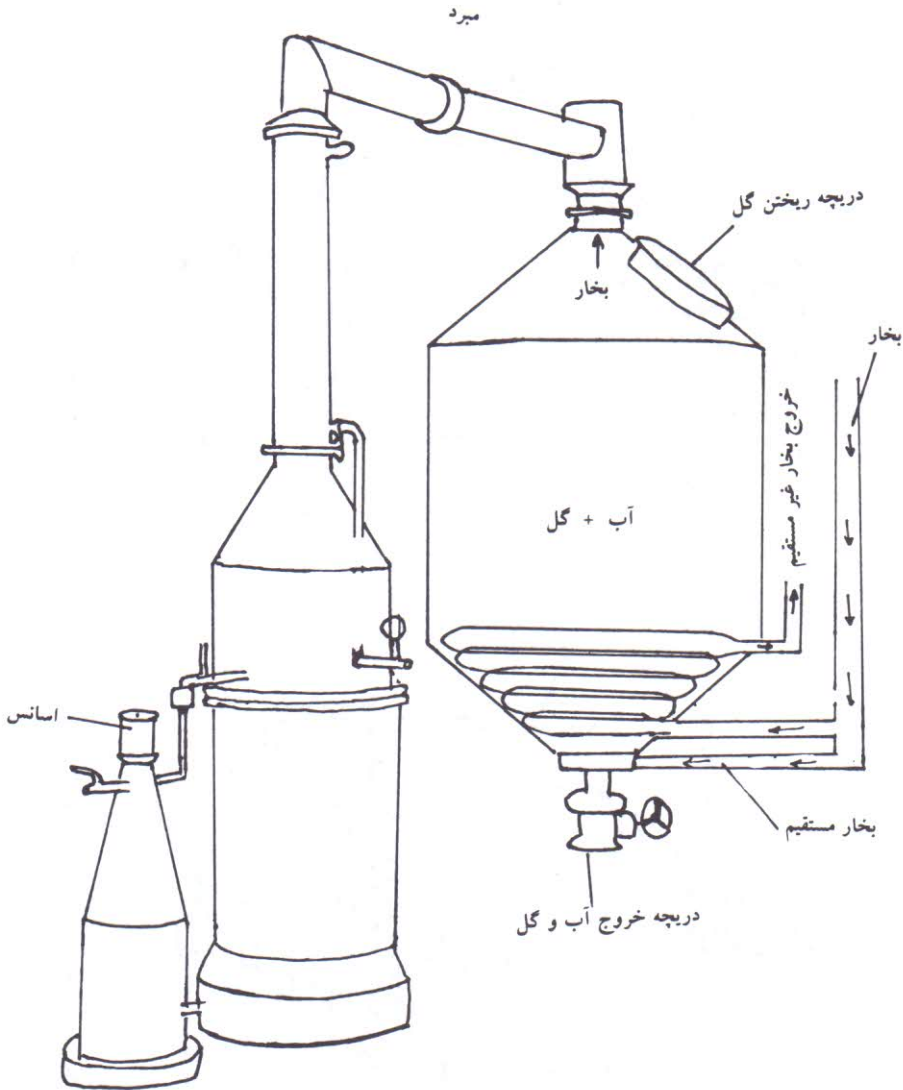


شکل شماره ۲۷: طرح شماتیک از نحوه دستگاه استخراج اسانسگیری قابل حمل.

روشهای استخراج گلابگیری در کارخانه‌های ایران

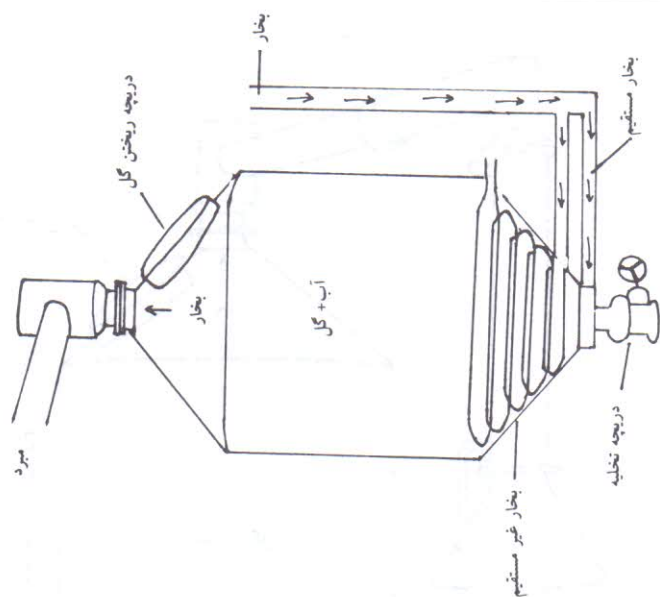
در اکثر کارخانجات گلابگیری، روشهای استخراج اسانس و گلاب گیری شاید با کمی اختلاف نزدیک به هم باشند. همه آنها دارای دیگ بخار، مبرد و ظرف جمع کننده اسانس و عرق می‌باشند، فقط اختلاف در دیگها است که مقدار گل ریخته شده با مقدار آب و بخار مستقیم و بخار غیر مستقیم و چگونگی مدت فرق دارند. معمولاً در ازاء هر کیلو گل محمدی یک لیتر گلاب می‌گیرند، کارخانجات خارج از کشور فقط در فکر تهیه اسانس می‌باشند، ولی کارخانجات ایرانی به غیر از اسانس، گلاب گیری نیز می‌نمایند. همان طور که در شکلهای زیر مشاهده می‌نمایید در دیگها به صورت درجه (شکل شماره ۲۸) و به صورت کامل برداشته می‌شوند. مخزن نگهداری گل و آب در اندازه‌های ۸۰۰ الی ۱۰۰۰ لیتری طراحی شده است. در مخروطی پایین دیگ لوله‌ای به صورت مارپیچی قرار دارد که بخار به طور مستقیم وارد آن گشته و حرارت را غیر مستقیم در دیگ ایجاد می‌نماید و لوله‌ای هم به طور مستقیم بخار را از زیر وارد دیگ می‌نماید. وقتی حرارت آب داخل دیگ به نقطه جوش رسید بخار مستقیم را قطع کرده و با بخار غیر مستقیم اقدام به گلابگیری می‌نمایند.

در کشور فرانسه از صفحات مشبک و طبقه‌ای استفاده می‌نمایند، تا بخار از میان گله‌ها به طور مستقیم وارد سیستم گشته و اقدام به اسانسگیری می‌نمایند (شکل‌های ۲۸، ۲۹ و ۳۰ عکس شماره و)، و در آخر به وسیله جرثقیل صفحات مطبق را در آورده و به جای آن صفحات دیگری را جایگزین می‌نمایند.

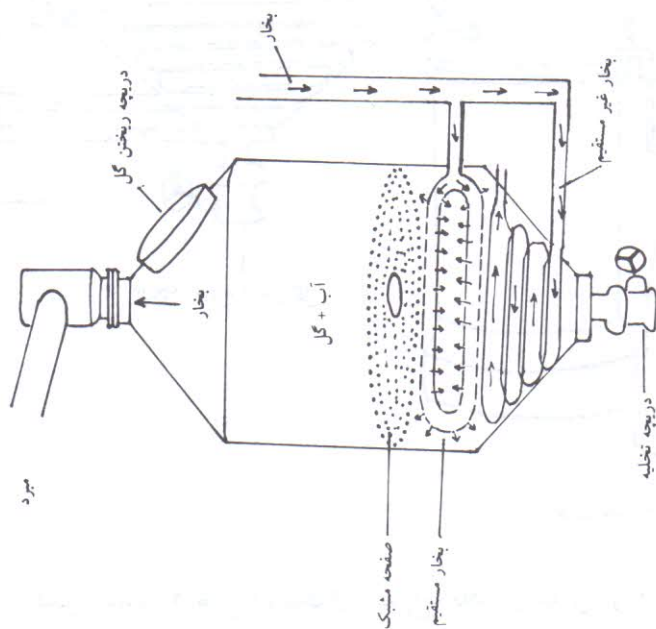


ظرف جمع کننده اسانس

شکل شماره ۲۸: طرح شماتیک از استخراج گلاب و اسانس در کارخانجات گلاب گیری ایران.



شکل شماره ۲۹: نحوه جریان عبور بخار در دیگ



شکل شماره ۳۰: نحوه جریان عبور بخار در دیگ با صفحه مشبک.

۱-د - استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان با یک حلال آلی^۱

یکی از روشهای خاص برای جداسازی مواد فرار از گیاهان، مواد غذایی، و دیگر تولیدات کشاورزی روش تقطیر با بخار و حلال است، در این روش، استخراج مکرراً به وسیله آب و حلال آلی دنبال می‌گردد. این روش (دو گردش به طور همزمان) توسط Nickerson و Likens (۱۹۶۴) طراحی و مورد تأیید قرار گرفته است. مزیت این روش به غلظت خیلی از ترکیبها ی کم در حد ppb در مایعات بوده با یک گردش در یک ساعت صورت رفت و البته در این آزمایش مقدار خیلی کمی از حلال بکار برده شد. تحقیقات این نویسنده در مورد اسانس رازک، آبجو، محصولات فرعی و موادی مانند آن بوده است (۷۹). Williams (۱۹۶۹) روش تجزیه مشابهی را با دستگاه پیچیده تری طراحی و ساخته است. در این روش برای سرد کردن بخار، مبرد بیشتر از دیگر روشها بخار با سطح خنک کننده در تماس است، البته حلال استخراجی بعداً جدا می‌گردد (۸۰). در سالهای اخیر از دستگاه طراحی شده توسط Nickerson و Likens (۱۹۶۴) در تعدادی از آزمایشگاهها استفاده می‌شود (۸۱). ارزیابی این دستگاه که برای تجزیه اسانس مواد موجود در مواد غذایی، و دیگر تولیدات کشاورزی طراحی شده است. استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان با حلال آلی صورت گرفت. همچنین دستگاه جدید با تجزیه محلولهای مایع از یک مدل مخلوط (۱۲ ترکیب فرار)، ترکیبهایی که در اسانسهای میوه موجود است تایید گردید. تجزیه و بازیافت مواد توسط کروماتوگرافی گازی کمی انجام شده است، بیشتر ترکیبها بعد از یک ساعت بازیافت کمی تشخیص داده (در بعضی در ۱۰ دقیقه بیش از ۹۰ درصد) شدند، اما ترکیب Ethyl-3-hydroxy hexanoate به مدت زمان بیشتری (۴ ساعت) نیاز دارد تا بازیافت به ۹۰ درصد برسد.

^۱ - SDE = Simultaneous steam distillation and extraction

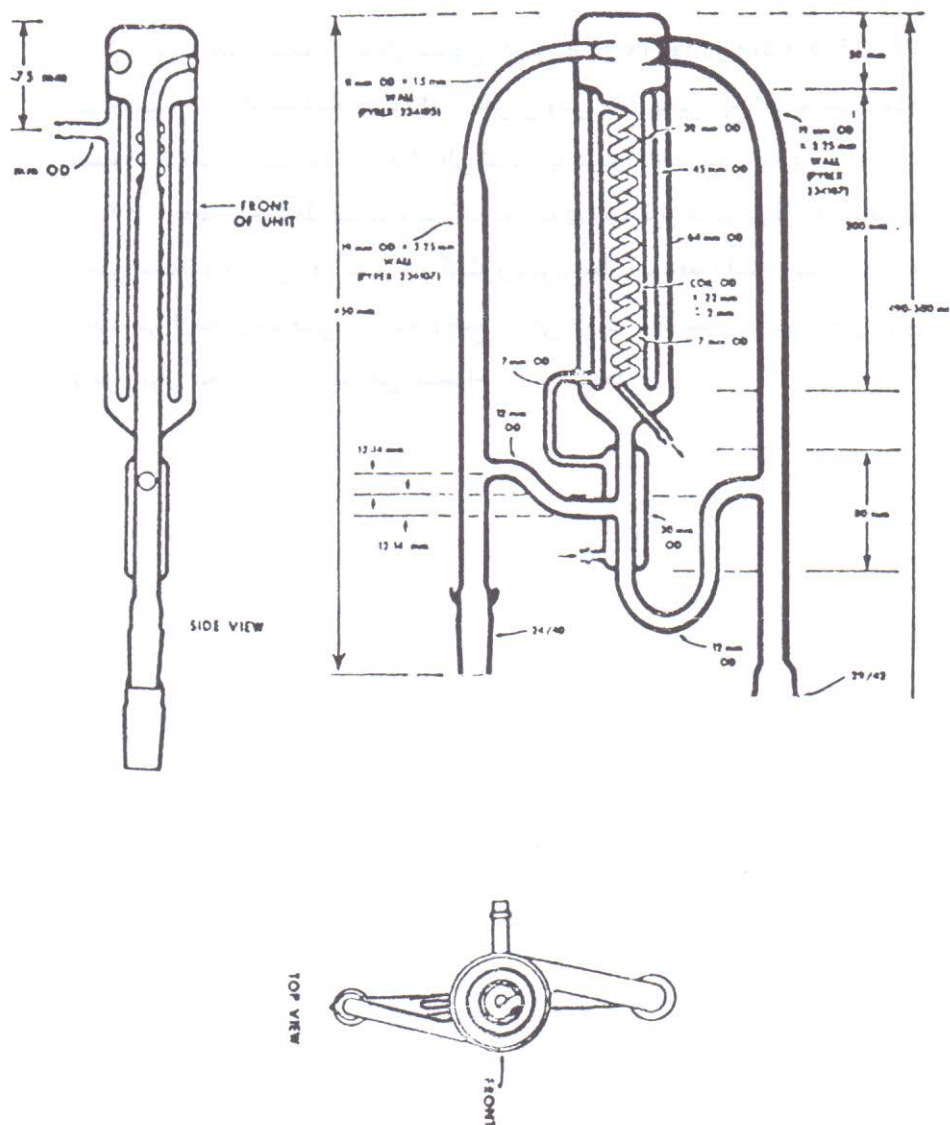
هگزان حلال استخراجی خیلی خوبی برای بیشتر ترکیبها است، البته به غیر از وزن ملکولی پایین که ترکیبهای شامل حلال و آب (اتانول و اتیل استات، که تشکیل azeotrops با هگزان می دهند) دارند. اگر چه در این روش بیشتر ترکیبهای شیمیایی ظاهر می شوند، ولی وقتی محلول اولیه در ظرف استیل کمتر از $PH = 3/4$ اسیدی شوند، ترکیبهای لیسالول و سیترونلال مشخص می شود، که بی ثباتی در این مرحله پایینتر از این حد PH می باشد، البته این مشکل به وسیله افزایش $PH = 6/5$ تصحیح گردید.

روش استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان، روش خوبی برای کاهش فشار (۱۰۰ میلیمتر از Hg) و حرارت کم است، اما برای بدست آوردن دوباره Hydroxy ester کاهش جدی و موثری دیده شده است. قسمت اصلاح شده بالای دستگاه استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان در شکل شماره ۳۱ نشان داده شده است. به طوریکه دستگاههای قبلی، دارای بالون نسبتاً بزرگی، برای نمونه (به علاوه آب اگر ضروری بود) داشت. همچنین ظرف کوچکتری برای محلول آلی (چگالی کمتر از آب) سمت چپ متصل به قسمت استخراج کننده موجود است. به طوری که ماده در روش استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان، دو مرحله مایع، تغلیظ شده و دائماً به بالونهای مربوطه شان که بین قسمت مشترک تشکیل دو مرحله در لوله جداکننده (مرکز لوله پایین مبرد) و کمی پایینتر از قسمت زیر مبرد و در آخر بازو که حلال برگشت می شود استخراج می گردد.

خصوصیات ویژه این طرح را می توان به صورت زیر ذکر کرد:

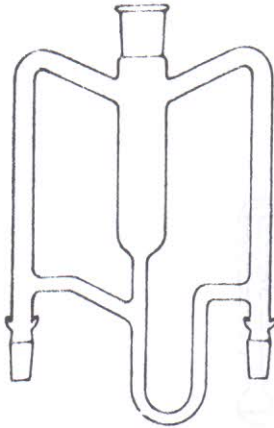
۱ - سطح مبرد بزرگتر است (آب خنک از طریق فضای حلقوی ناشی می شود و بعد از طریق یک لوله مارپیچی شده پایین می آید). این تقطیر سریع پر نکردن زیاد مبرد را مجاز می داند. نه تنها زمان تقطیر را کوتاه می کند، بلکه می تواند مدت زمانی را که ماده در معرض حرارت قرار می گیرد، برای مواد حساس، کوتاه کند.

- ۲ - لوله جدا کننده، به طریق مشابهی، که توسط Cave و Mac Leod (۱۹۷۵) بکار برده شده‌اند، پوشانده شده است (۸۲). بنابراین وقتی فشار پایین (یخ آب به عنوان سرد کننده در گردش) باشد، بنابراین حلال آلی تمایلی به دوباره تبخیر شدن ندارد.
- ۳ - محفظه مخلوط کننده بخار که در بالای مبرد قرار دارد، با بالا آمدن بخار به داخل محفظه تماس (در عقب) و لوله وصول بخار (در جلو) است. بنیاد و پایه که مخلوطی از بخارات قبل از تغلیظ (جمع شدگی) است باید بیشتر برخورد معنی داری از مواد مورد بحث بدهد و بنابراین استخراج بهتری می‌دهد.

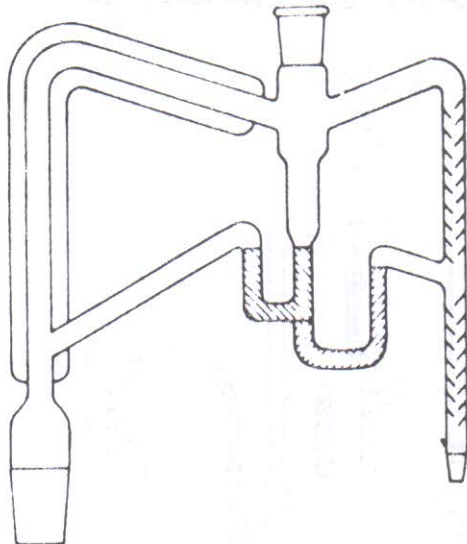


شکل شماره ۳۱: دستگاه استخراج و تقطیر با بخار بطور همزمان با یک حلال آلی (SDE).

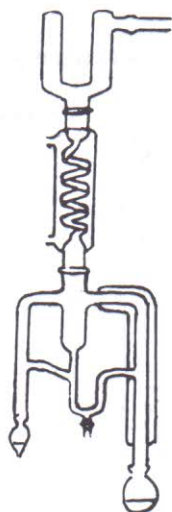
دستگاههای مختلفی از طرح Likens - Nickerson برای تجزیه اسانسها بوسیله محققان دیگر طراحی و ارائه گردیده‌اند.



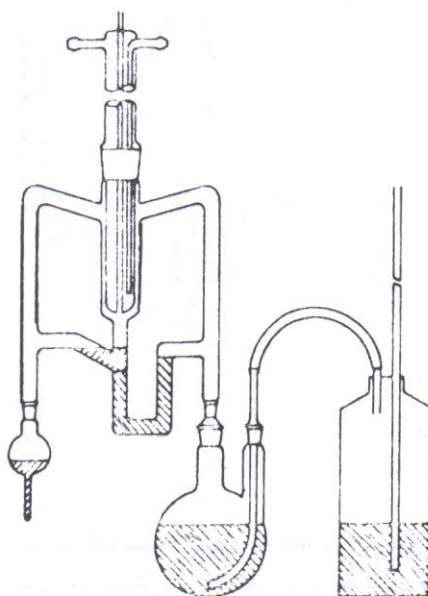
شکل شماره ۳۲: قسمت اصلی دستگاه که به عنوان دستگاه Likens - Nickerson طراحی شده است.



شکل شماره ۳۳: این دستگاه بعدها توسط Groenen و همکارانش بر اساس اصلاح طرح بالا ساخته شده است. این روش برای استخراج با حلالهای سنگین مناسب می‌باشد، بازویی که متصل به حلال است دارای دندانهای قوی می‌باشد.



شکل شماره ۳۴: این دستگاه توسط Maarse - Kepner طراحی و ساخته شده است. این سیستم دارای لایه خلاء می باشد. اقدام به تغلیظ قبل از موقع با میرد یخ خشک باعث کاهش از دست دادن ترکیبهای فرار می شود.



شکل شماره ۳۵: این دستگاه توسط Renner-Romer طراحی و ساخته شده است. بخار به یک ظرف جداگانه منتقل می شود.

۲ - روش فشار، خراش و تیغ زدن^۱

بعضی از ترکیبهای موجود در اسانسها در اثر تقطیر تجزیه می گردند. از این رو، در بعضی مواقع اسانسها را به وسیله فشار (اسانس لیمو و برگاموت) یا به روشهای تیغ زدن، سوراخ کردن و رنده ای یا سوهانی و یا ماشین بدست می آورند. روش دیگر جهت جدا کردن اسانس مرکبات، با متلاشی کردن غده های اسانس دار (با مالش میوه بر روی صفحاتی که دارای تیغه های تیز به اندازه ای که فقط به داخل لایه اپیدرم نفوذ نمایند) میسر می شود. بدین وسیله، قطرات اسانس به داخل ظرف می ریزد، بعد آن را جمع آوری می کنند.

۲ - الف - روش اسفنجی^۲

این روشی قدیمی است. میوه را از عرض نصف و محتویات آن را با قاشق خارج می کنند. پوست میوه باید مرطوب نگهداشته شود و یا به منظور سهولت خروج اسانس پوست را در آب قرار می دهند. در مرحله بعد پوستها بین اسفنج قرار داده می شود و با عمل فشردن اسانس را خارج و پس از صاف کردن آن را جمع آوری می کنند. کیفیت این اسانس بسیار خوب بوده، ولی در حال حاضر به دلیل بازده کم کنار گذاشته شده است و به جای آن از ماشینهای مکانیکی تحت عنوان کلی Sfumatrice استفاده می شود. پوست میوه توسط این ماشینها به طور قابل ملاحظه ای تحت فشار قرار می گیرد. بازده اسانس در این روش بیشتر و کیفیت اسانس نیز به خوبی اسانس تولید شده با استفاده از اسفنج است. روش اسفنجی بیشتر برای اسانسگیری لیمو و پرتقال بکار می رود.

^۱ - Sacrification and expression

^۲ - Sponge method

۲- ب - روش تیغ زدن و سوراخ کردن^۱

در این روش با مالش میوه (پوست) بر روی صفحاتی با تیغه‌های تیز (تیغه‌ها به داخل لایه اپیدرم نفوذ می‌کند) باعث متلاشی شدن غده‌های اسانس دار می‌شوند. بدین ترتیب قطره‌های اسانس به داخل ظرف می‌ریزد. بعد آن را جمع‌آوری می‌کنند. این روش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست و کارایی کمتری نسبت به روش استفاده از اسفنج دارد. البته روشهای متنوع دیگری در ایتالیا و آمریکا بر این اساس پایه ریزی شده است.

۳ - استخراج با حلال^۲

این روش در مواردی که اسانس موجود در بافتهای تازه گیاه (گلبرگها) جزئی، و استخراج اسانس به طریق دیگر مشکل، و یا امکان پذیر نیست، بکار می‌رود. در چنین مواردی روغن بی بو (مایع) را در بشقاب شیشه ای، با ضخامت کم می‌ریزند و بعد گلبرگها را به مدت چند ساعت در چند تکرار و با فاصله زمانی در داخل بشقاب می‌گذارند. پس از اشباع شدن روغن از مواد اسانس دار، ترکیبها از روغن به کمک الک جدا می‌شوند و جهت عطر و پماد بکار برده می‌شوند.

در صنایع عطر سازی قسمت بیشتر اسانسها را با استفاده از حلالهای آلی (فرار) مانند اتر و اتر نفت یا بنزن استخراج می‌کنند. ابتدا ماده خام گیاهی را در مجاورت حلال غیر قطبی در حرارت ۴۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد برای مدتی (بستگی به نوع ماده خام، حالت گیاه و نوع حلال دارد) قرار می‌دهند تا حلال، قسمت بیشتر مواد موثر موجود در گیاه را در خود حل نماید.

^۱ - Scarification (Eculle a piquer) process

^۲ - Solvent extraction

بعد محلول حاصل را جهت تخلیص و جداسازی حلال تقطیر می‌نمایند. در این مرحله محلول بدست آمده کانکریت^۱ نام دارد. کانکریت علاوه بر مواد معطر شامل مومها و مواد رنگین گیاهی می‌باشد و می‌توان در صورت ضرورت آن را به طریق زیر تخلیص کرد.

ابتدا کانکریت را با الکل متلیک و یا با الکل اتیلیک آمیخته و حرارت می‌دهند تا مواد موثر عطری در الکل حل شود. محلول حاصل را صاف می‌نمایند تا از موم جدا شود. سپس محلول الکلی را (جهت خارج نمودن حلال در خلا^۲ نسبی) تقطیر می‌کنند. در این مرحله اسانس بسیار خالص حاصل می‌گردد.

مهمترین مزیت این طریقه استخراج نسبت به تقطیر در این است که می‌توان حرارت ملایم (به طور معمول ۵۰ درجه سانتیگراد) را طی دوره استخراج ثابت نگه داشت و بوی اسانسی که به این طریق استخراج می‌شود اسانسی متفاوت دارد که به وسیله تقطیر (که ممکن است به علت حرارت زیاد ترکیبهای شیمیایی آن دستخوش تغییرات زیادی شده باشند) بدست می‌آید. این نکات اهمیت زیادی در صنایع عطر سازی دارد، تنها عیب آن، هزینه زیاد استخراج است. روشهای تقطیر نسبت به روش استخراج هزینه فوق العاده کمتری دارد.

۳- الف - استخراج اسانس با حلالهای فرار

انواع مشخصی از گلها ممکن است عملکردهای حیاتی خود را پس از از برداشت حفظ کنند مانند یاس و رز. تمام ترکیبهای معطر در بعضی گلها به شکل آزاد هستند و قادر به تولید رایحه جدید نیستند. اگر استخراج اسانس از گلهای خاصی مانند رز و بنفشه به هر دو روش، حلال و غیر حلال (عصاره گیری با آب در دمای محیط)

^۱ - Concrete

صورت پذیرد، محصول قابل توجهی بدست می‌آید، اما در مورد اسانس گل یاس کیفیت محصول بدست آمده در روش دوم به نسبت روش اول عالی تر است. Niviere توضیح زیر را درباره این تفاوت بیان می‌دارد: کاملاً معلوم است که گلهای یاس یک یا دو گلوکوزید دارند. Niviere آزمایشهای زیادی درباره هیدرولیز اولیه آنها انجام داده است و همواره بازده اسانس بیش از زمانی بود که عمل استخراج را به طور مستقیم و بدون هیدرولیز انجام داده بود. با این وجود مقایسه‌ای بین بازده اسانس به روش حلال و عصاره گیری در دمای محیط انجام داد و متوجه شد که اگر میزان اسانس خالص را در نظر بگیریم اختلاف زیادی مشاهده نمی‌شود. به طور معمول یک تن گل یاس ۵ الی ۶ کیلو گرم اسانس با روش عصاره گیری در دمای محیط می‌دهد، در حالی که استخراج همین مقدار با پترولیوم اتر فقط ۱/۳۰ تا ۱/۴۰ کیلو گرم اسانس خالص می‌دهد. به نظر می‌رسد که بازده روش اول چهار تا پنج برابر روش دوم است. اما باید توجه کرد که در این روش تنها حدود ۲۵ الی ۲۸ درصد محصول بدست آمده اسانس است و باقیمانده آن را چربی تشکیل می‌دهد. آنچه باقی می‌ماند مساله تفاوت در بو و ترکیبهای شیمیایی اسانس بدست آمده با دو روش فوق است. همان طور که Hesse توصیف کرده است در محصول حاصل از روش عصاره گیری در دمای محیط حضور اندول قابل ملاحظه است. احتمالاً شکسته شدن گلوکوزید از تحت تاثیر قرار دادن آنزیمها ناشی شده است. پس ادامه حیات در گل سبب تولید اسانس بیشتر نمی‌شود، بلکه ترکیبهای بدون بو و غیر محلول قبل از اینکه به وسیله چربی جذب شوند هیدرولیز می‌شوند. این مساله می‌رساند که اگر عمل هیدرولیز مقدماتی در مورد یاس با اسید یا آنزیم قبل از عصاره گیری با حلالهای فرار انجام شود کیفیت اسانس افزایش می‌یابد.

۳- ب - استخراج اسانس با حلالهای غیر فرار

در بیشتر منابع به منظور جداسازی روغنهای اسانسی از گیاهان از روش تقطیر استفاده شده است. اما در مواردی، به دلیل وجود ترکیبهای ناپایدار بازده عمل مطلوب نیست و این ترکیبها در دمای بالا آسیب دیده و یا به طور کلی از بین می‌روند. بنابراین از روشهای دیگری برای جداسازی ترکیبهای معطر از گل استفاده می‌شود که استخراج با حلال نامیده می‌شود.

به طور کلی موادی که برای استخراج اسانسها استفاده می‌شود را می‌توان به دو دسته فرار و غیر فرار تقسیم نمود. مورد دوم بر طبق شرایطی است که از نظر حرارتی در طی فرآیند بکار می‌رود و دوباره تقسیم بندی می‌شود. به طور مشخص طبقه بندی زیر را می‌توان بیان کرد:

۱ - استخراج اسانس با حلال غیر فرار در دمای محیط: به طور عمده برای یاس، شکوفه پرتقال و رز بکار می‌رود.

۲ - استخراج اسانس با حلال غیر فرار توسط حرارت: برای گل رز، شکوفه پرتقال، بنفشه و بکار می‌رود.

۱ - استخراج اسانس با حلال غیر فرار در دمای محیط:

قدیمی ترین فرآیند مورد استفاده مربوط به جنوب فرانسه است. از این روش برای عصاره گیری تمام شکوفه‌ها و گلها استفاده می‌شود. اما بکارگیری روشهای جدید نتایج اقتصادی تری داده است. استثنا مهم در این مورد گل یاس و رز است. نکته قابل توجه در مورد این موضوع این است که، حتی بعد از جدا کردن گل از ساقه، در حالی که در تماس با چربی است، عمل شکسته شدن گلوکوزیدها ادامه می‌یابد و اسانس توسط چربی جذب می‌شود. چربی حاوی اسانس پماد تطهیر^(۱) نام دارد. در این فرآیندها از قالبهای چربی استفاده می‌شود که هرکدام یک صفحه شیشه‌ای را در خود نگه می‌دارند.

چربی سرد یا نسبتاً گرم شده به وسیله برسهایی به صورت یک لایه نازک در هر طرف شیشه مالیده شده، بعد شکوفه‌ها به طور تنک روی چربی پراکنده می‌شوند و سطح جذب توسط شیارهایی که با کاردک مخصوص چوبی ایجاد می‌شود افزایش می‌یابد. بدین ترتیب چندین قالب چوبی تهیه و روی هم قرار داده می‌شوند، به نحوی که شکوفه‌ها بین دو لایه روغن محصور می‌شوند. بعد از یک روز گل‌های یاس و بعد از دو یا سه روز گل‌های رز با گل‌های تازه جانشین می‌شوند، عمل تعویض گل‌ها آنقدر ادامه یافته تا چربی اشباع شود در این فرآیند محصول نهایی پماد نام دارد. چربی‌هایی که بیشتر برای این کار استفاده می‌شوند چربی تصفیه شده خوک یا چربی اطراف احشاء گوساله یا مخلوطی از این دو به نسبت‌های ۱ و ۲ است.

کیفیت و ارزش محصول به مراقبت‌های انجام شده در حین تولید و نگه داری محصول بستگی دارد. گاهی به جای چربی‌های جامد از روغن زیتون یا پارافین مایع استفاده می‌شود. در بعضی موارد پارچه به روغن مایع آغشته شده و به جای صفحات شیشه‌ای روی چارچوب پهن می‌شود. البته بعد از اشباع شدن کامل روغن با ترکیب‌های معطر، پارچه را برداشته و تحت فشار هیدرولیک قرار می‌دهند. روغن معطر بدست آمده را با الکل استخراج می‌کنند. این فرآورده‌ها اغلب به عنوان عطر و بدون هیچ گونه تیمار اضافی به فروش می‌رسند.

۲- استخراج اسانس با حلال غیر فرار و حرارت

این روش شامل استخراج مواد معطر از گل‌ها با غوطه ور کردن آنها در روغن مایع یا چربی در دمای حدود ۶۰ الی ۷۰ درجه سانتیگراد است. نوع چربی یا روغن مورد استفاده مانند روش قبل است. درضمن پارافین به دلیل ظرفیت جذب پایینی که دارد کمتر بکار می‌رود. البته به استثنا گل یاس و به ویژه گل رز با این فرآیند اسانس گیری می‌شوند.

نحوه عمل بدین صورت است که گلها با چربی داغ مخلوط و برای ۱۲ الی ۴۸ ساعت بهم زده می‌شوند. سلولهای محتوی اسانس توسط گرما شکافته و ترکیبهای معطر جذب چربی می‌شوند. با کامل شدن عمل استخراج تمام محتویات ظرف را بر روی الک خالی کرده تا روغن از گل‌ها جدا شود. روغن صاف شده را دوباره با گل‌های تازه مخلوط کرده و این عمل را آنقدر تکرار می‌کنند تا روغن به طور کامل اشباع شود. وزن گل مصرفی برای اشباع شدن از طریق تجربه بدست می‌آید. چون مقداری روغن در گل‌های اسانس گیری شده بر جای می‌ماند به همین دلیل آنها را تحت پرسهای هیدرولیک قرار می‌دهند.

۳- استخراج بوسیله آنزیم‌های هیدرولیز کننده^۱

اسانسهای گلوکوزیدی (اسانس بادام تلخ و اسانس خردل) را به وسیله هیدرولیز آنزیمی گلوکوزیدی مربوط بدست می‌آورند. در مغز بادام تلخ در اثر عمل امولسین بر روی آمیگدالین ترکیبهای مختلفی حاصل می‌گردند که از میان آنها می‌توان اسانس را به روش تقطیر مجزا نمود. در دانه‌های خردل سیاه، گلوکوزید سینیگرین به وسیله آنزیم میروزین هیدرولیز می‌شود و اسانس فرار خردل را تولید می‌کند.

تقطیر جزء به جزء (تهیه قطران):

بعضی از روشهای انس گیری جهت تهیه نمونه‌های مراحل مختلف بکار گرفته می‌شوند. در این روش می‌توان (بی‌هوازی) از بوی سوخته^۲ استفاده نمود. هنگامی که چوب یا رزین گیاهان خانواده کاج را بدون وجود هوا حرارت دهند، در اثر تجزیه ترکیبهای فرار متعددی حاصل می‌شود و توده باقیمانده عبارت از زغال خواهد بود و

^۱ - Enzymatic hydrolysis

^۲ - Empyreumatic

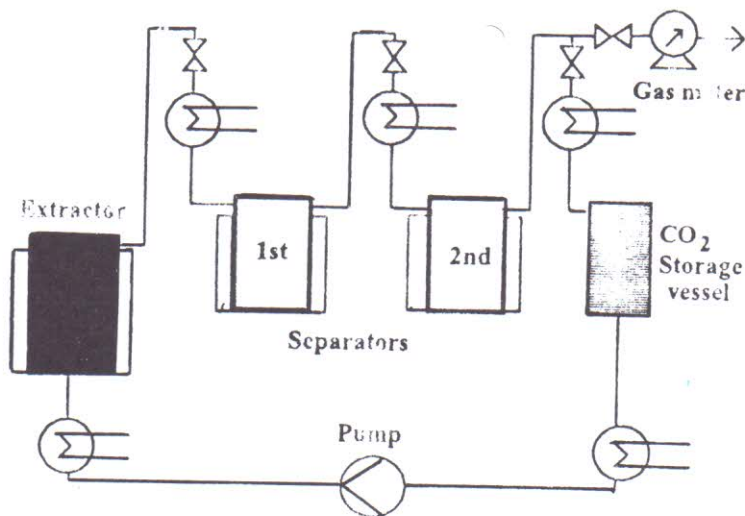
مواد معطر تقطیر شده به دولایه تقسیم می‌گردند که یک لایه آبکی حاوی الکل متیلیک (عرق چوب) و پیرولیگنو (اسید استیک ناخالص) و لایه تیره رنگ دیگر محتوی قطران کاج و ترکیبهای دیگر است که ترکیب آن به نوع چوب بکار برده شده بستگی دارد. این تقطیر خشک به طور معمول در دیگهای دردار انجام می‌گیرد. در صورتی که چوب بکار برده شده خرد یا آسیا شده باشد، یا به سرعت به آن حرارت دهند، مقدار قطران حاصل معادل ۱۰ درصد چوب بکار برده شده خواهد بود.

۴- استخراج به کمک دی اکسید کربن^(۱)

اسانسها به طور عمده از ترکیبهای ترپنوییدی یا از ترکیبهایی که منشاء ترپنی دارند تشکیل شده اند. اما برخی از آنها از ترکیبهای گوگرددار و برخی از موادی نظیر فنلها، آلدیدهای معطر و کومارین ساخته شده اند. اسانسها با توجه به ماهیت مجموعه‌ای (ترکیبها) خود به طور معمول از بو و طعم خاصی برخوردارند و در دماهای معمولی تبخیر می‌شوند. شدت تبخیر به فشار بخار و درجه حرارت محیط بستگی دارد. در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد (دیگ بخار) یکرشته واکنشهای شیمیایی بین مواد و ترکیبهای تشکیل دهنده اسانسها و آب صورت می‌پذیرد که از مهمترین این نوع واکنشها می‌توان از هیدرولیز، اکسیداسیون و پلی مریزاسیون و بعضی دیگر از واکنشها نام برد.

تعدادی از واکنشهای شیمیایی سبب کاهش کیفیت اسانس شده و می‌توانند تاثیرات مضر بر اسانس بدست آمده از گیاهان در حین تقطیر داشته باشند. به طوری که برخی از مواد تشکیل دهنده اسانسها پایدار نبوده و تحت تاثیر دمای بالای داخل دیگ و در حضور مقادیر مناسب آب و همچنین هوای موجود در آن قرار گرفته و سبب تسریع در انجام واکنشهای مضر و تجزیه اسانس به عناصر و مواد تشکیل دهنده آنها می‌شوند. هم اکنون روشهای بسیار جدیدی در اروپا از جمله استخراج اسانس به کمک گاز دی

اکسید کربن (CO_2) رایج شده است. اصول این روش استخراج با نقطه بحرانی^۱ بر پایه نقطه میعان گاز CO_2 در حوالی نقطه بحرانی است. دی اکسید کربن به حالت مایع قادر است مواد معطر را در خود حل نماید و در حالت گازی تشکیل دو مرحله دهد. بنا براین در حوالی نقطه بحرانی طی دو عمل متناوب فشردن^۲ که طی آن دی اکسید کربن به صورت مایع در می آید و عمل انحلال رخ می دهد، و انبساط^۳ که همراه با تغییر دی اکسید کربن از حالت مایع به حالت گازی رخ می دهد، ضمن همراه آوردن اسانسها، از مواد معطر جدا می شود. در این روش امکان استفاده مجدد از گاز کربن دی اکسید مصرف شده وجود دارد. قابل توجه اینکه روشهای مختلف اسانس گیری مارا به اهدافی که در طرحها داریم نزدیک می سازد و از وقت، مواد و انرژی بیشتر می توان استفاده نمود.



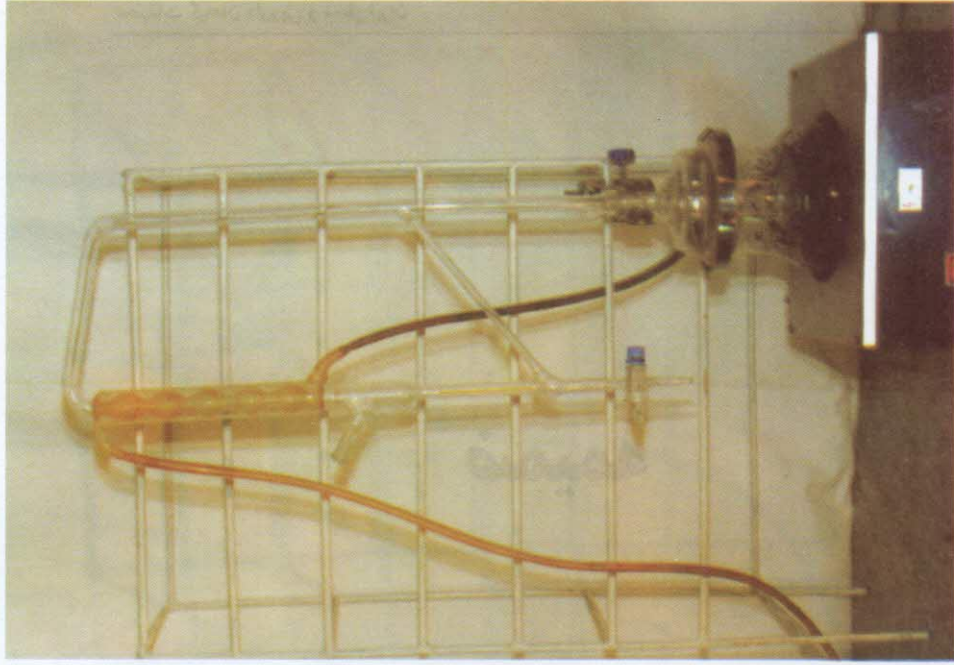
شکل شماره ۳۶: دستگاه استخراج اسانس به وسیله دی اکسید کربن (CO_2).

^۱ - Supercritical fluid extraction

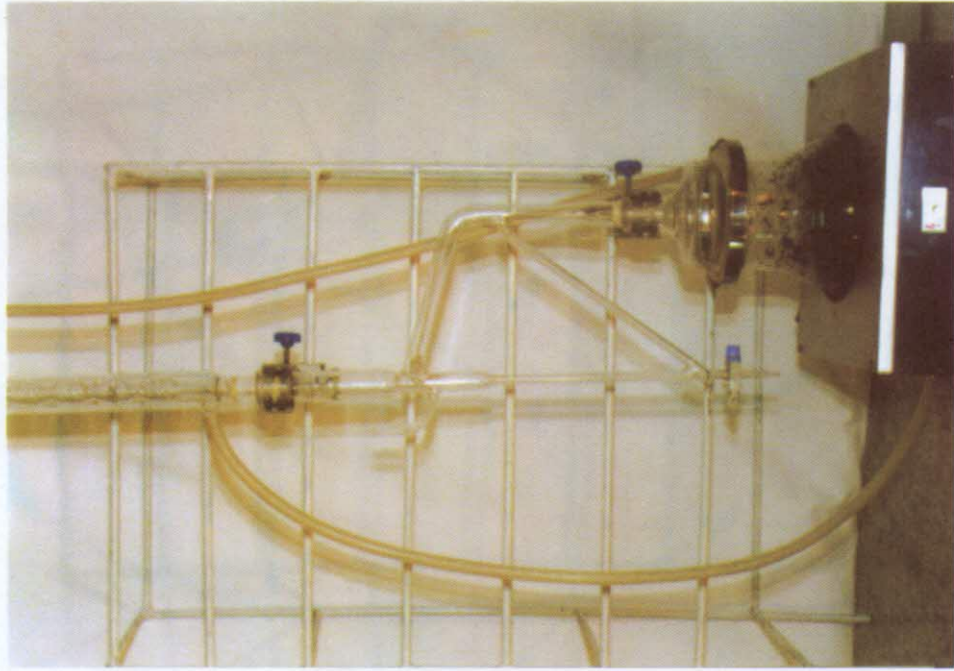
^۲ - Compression

^۳ - Expansion

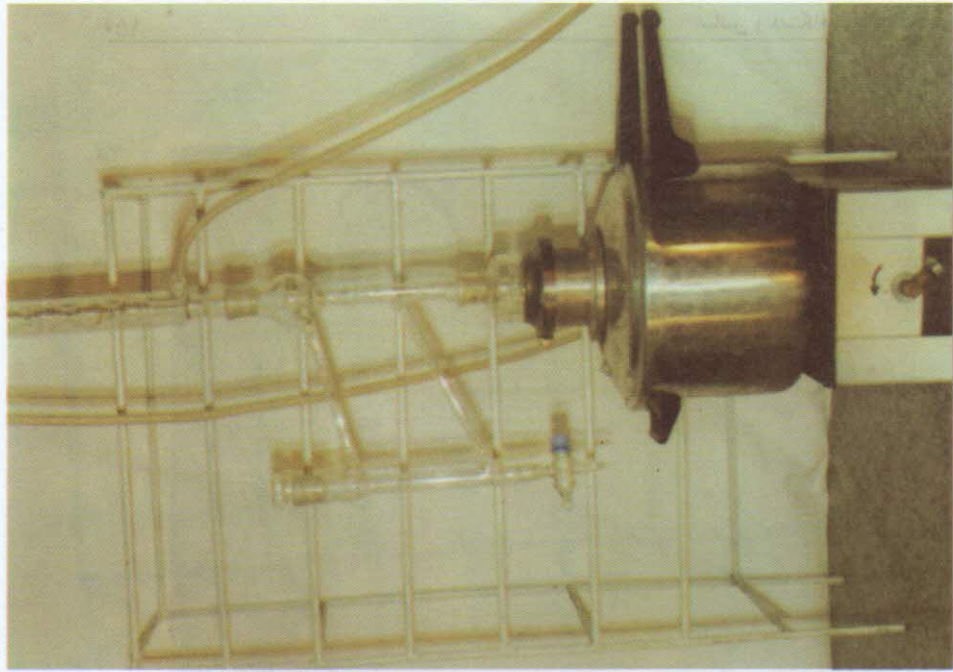
ضمیمه



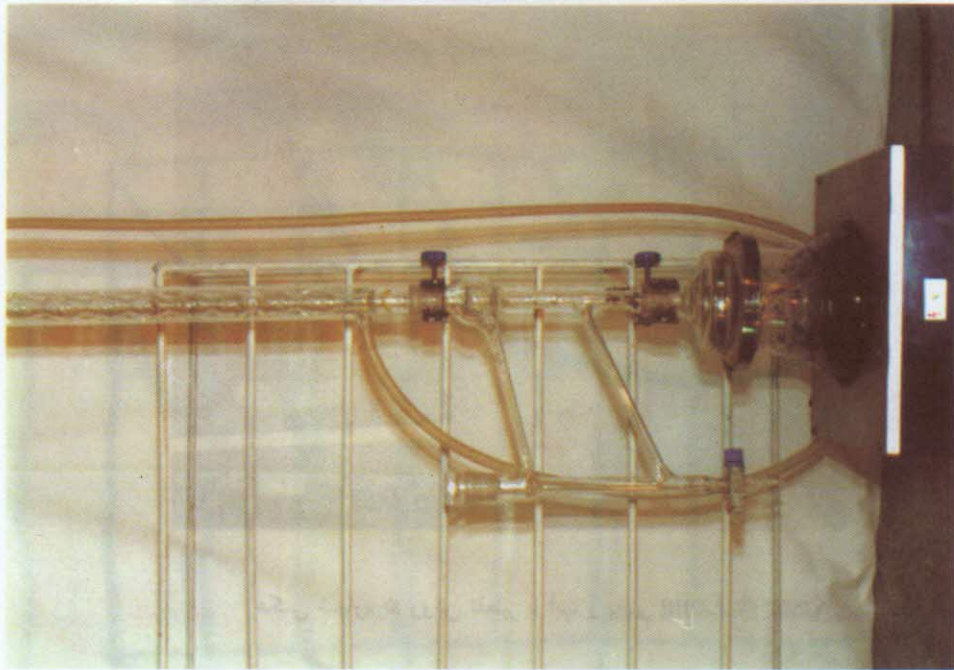
عکس شماره ۱: روش تقطیر با آب (کلونجر) دارونامه بریتانیا
(B.P.)



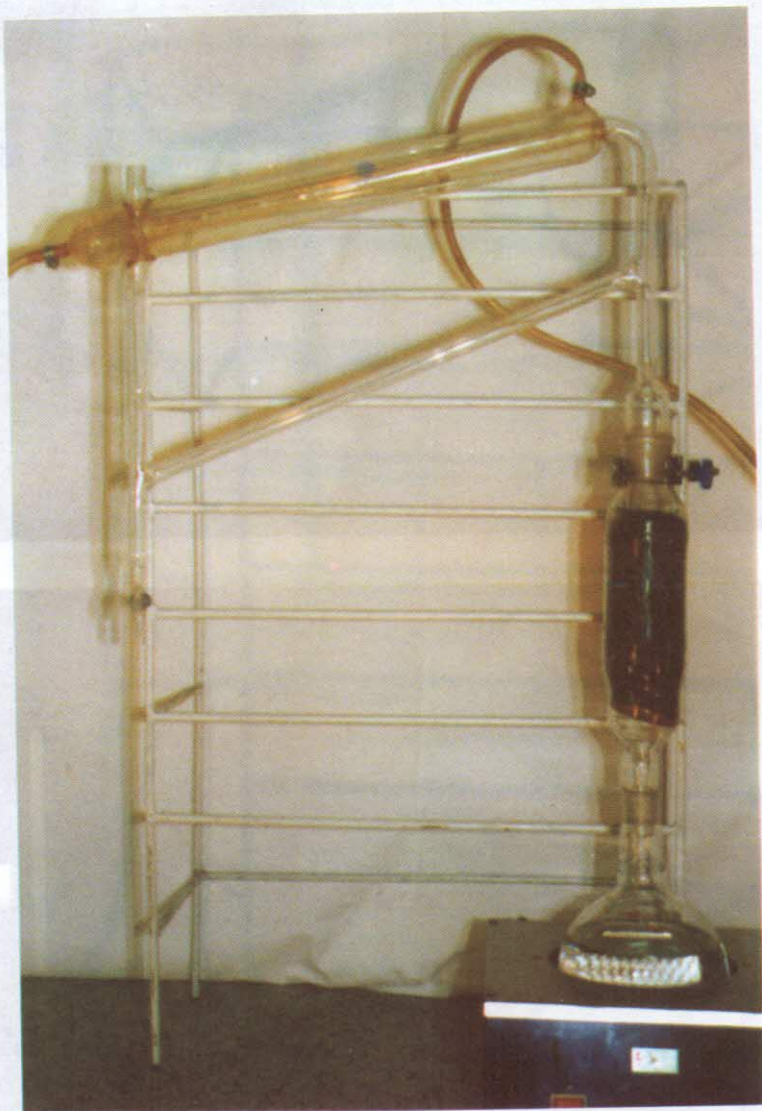
عکس شماره ۲: روش تقطیر با آب (کلونجر) انجمن شیمی
تجزیه (A.O.A.C.)



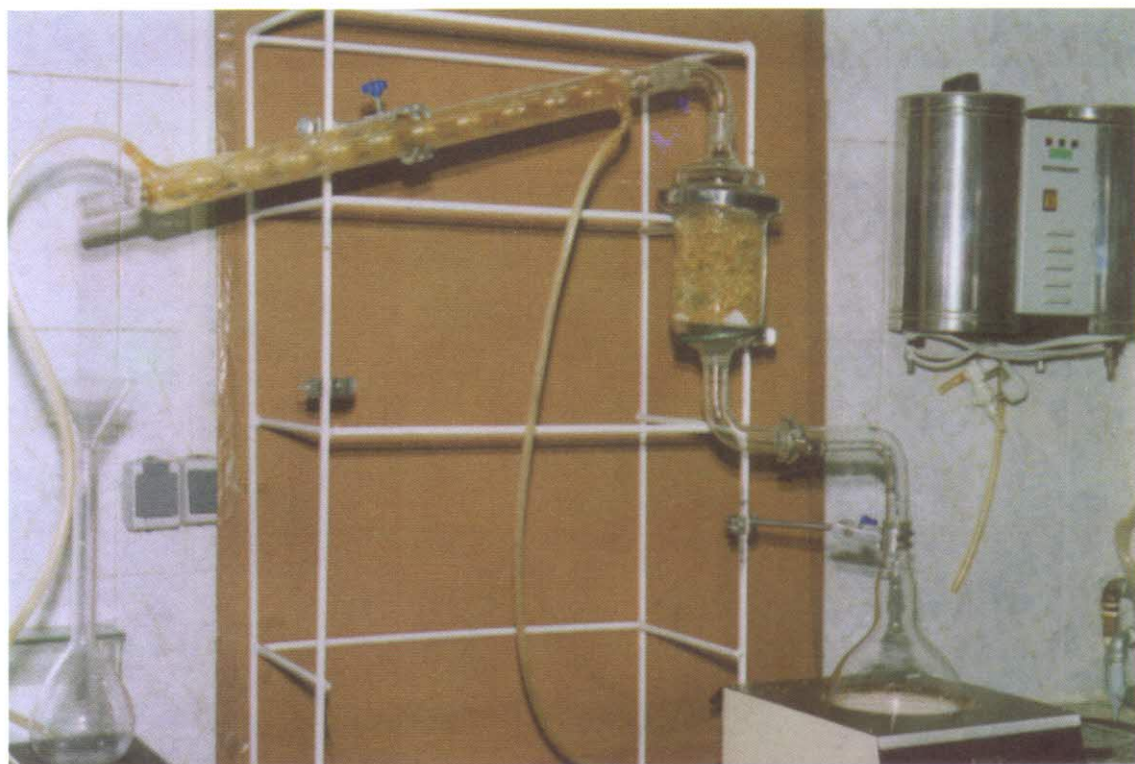
عکس شماره ۴: روش تقطیر با آب (کلونجر) طرح
جایمند - رضایی بر روی دیگ زودپز



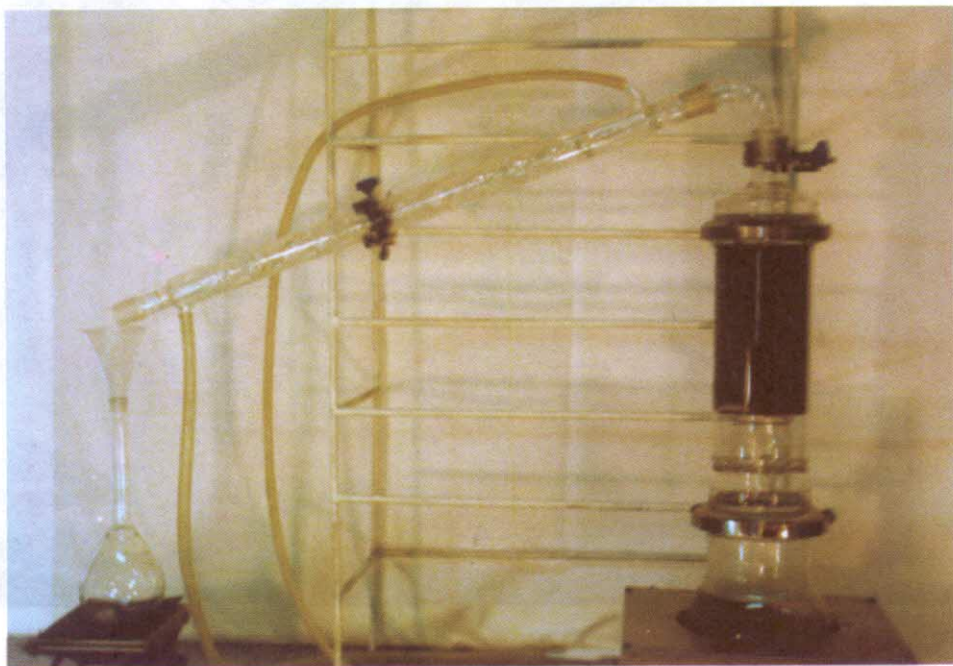
عکس شماره ۳: روش تقطیر با آب
(کلونجر) طرح جایمند - رضایی.



عکس شماره ۵: روش تقطیر با آب و بخار Kiser & Long.



عکس شماره ۶: روش تقطیر با بخار به طور غیر مستقیم



عکس شماره ۷: روش تقطیر با بخار طرح شماره یک جایمند - رضایی.



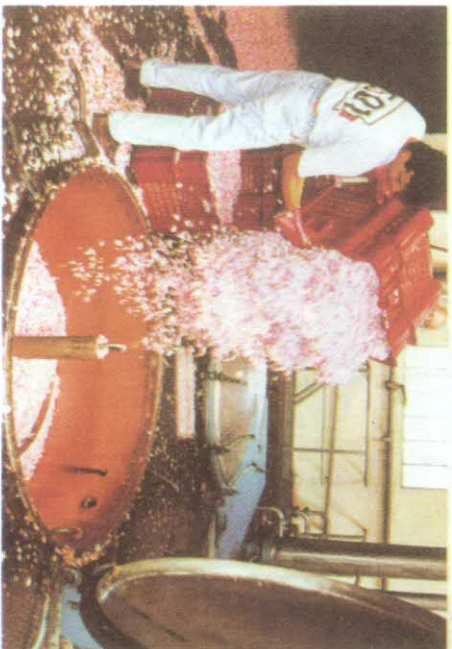
عکس شماره ۸: روش تقطیر با بخار طرح شماره دو جایمند - رضایی.



عکس شماره ۹: واحد استخراج اسانس گیری قابل حمل



عکس شماره ۱۰: واحد استخراج اسانسگیری قابل حمل



عکس شماره ۱۲: نحوه در آوردن طبقات گل محمدی از دیگ در کشور فرانسه.



عکس شماره ۱۱: نحوه ریختن گل محمدی در دیگ در کشور فرانسه.

منابع:

- ۱- آقائی جوبنی، کیوان. ۱۳۷۹. اساتید راهنما: دکتر حسین شاکر و دکتر محمد باقر رضایی. بررسی و مقایسه میزان اسانس و ترکیبهای متشکله آن در گیاهان اوکالیپتوس کامالدولنسیس در شرایط مزرعه‌ای و کشت بافت. پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد گروه زیست شناسی. دانشکده علوم. دانشگاه شهید بهشتی.
- ۲- جایمندی، ک - رضایی، م. ب - نبی، غ. ر. ۱۳۷۹. بررسی ترکیبهای شیمیایی اسانس دو رقم (کولتیوار) نعنای فلفلی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ششم، از انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، شماره انتشار ۲۳۵، صفحه ۱۱ تا ۲۷.
- ۳- میرزا، م - سفیدکن، ف - احمدی، ل. ۱۳۷۵. اسانسهای طبیعی، از انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع - شماره انتشار ۱۶۱، صفحه ۱۳ - ۱۱.
- 4- Embong, M.B. ; Hadziyev, D. and Molnar, S. 1977. Essential oils from species grown in Alberta., Canadian J. Plant Science, 57, 543-549.
- 5- Doran, J.C. and Bell, R.E. 1994. Influence of non-genetic factors on yield of monoterpenes in leaf oils of *Eucalyptus camaldulensis*. , New Forests , 8, 363-379.
- 6- Sarhan, A.Z. ; El-Sayed, A.A. 1983. " Effect of some growth regulators on growth and oil quantity of *Carum carvi* L. plants ". Annals of Agricultural Science Moshtobor. , 19(2). 412-417.
- 7- Iha, T.B. ; Roy, S.C. and Mitra, G.C. 1983. In vitro culture of *cuminum cyminum* regeneration of flowering shoots from calli of hypocotyl and leaf explants. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2, 11- 14.
- 8- Guenther, E. 1982. The essential oils , Vol. 4 , pp. 437 -453.
- 9- Hiva, S.; Hiva, T. ; Makinen, S. and Honkanen, E. 1989. "yield and glucosinolate of mustard seeds and volatile oils of caraway seeds and coriander fruit. II. Yield and volatile oils of caraway seeds (*Carum carvi*)". , J. of Agricultural Science in finland, Vol. 58, 163-167.
- 10- El-Keltawi, N.E. and Croteau, R. 1987. "Salinity depression of growth and essential oil formation in spearmint and marjoram and its reversal by foliar applied cytokinin"., Phytochemistry, 26, 1333-1334.

- 11- Mauhachirou, M. and Gbenou, J. 1999. "Chemical composition of essential oils of *Eucalyptus* from Benin *E.citriodora* and *E. camaldulensis* influence of location, harvest time, storage of plants and time of steam distillation". J. Essent. Oil Res., 11, 109-118.
- 12- Doran, J.C. and Benjavan, C. 1995. "Effect of harvest time on the leaf and essential oil yield of *Eucalyptus camaldulensis*". J. Essent. Oil Res., 7, 627-632.
- 13- Zrira, S.S. and Benjilali, B.B. 1996. "Seasonal changes in the volatile oil and cineole contents of five *Eucalyptus* species growing in Morocco". J. Essent. Oil Res., 8, 19-24.
- 14- Bos, R.; Van Putten, F.M.S. and Hendrike, H. 1986. "Variations in the essential oil content and composition in individual plants obtained after breeding experiments with a *Valeriana officinalis* strain". In E.J. Brunke (Ed) Progress in essential oil research. Hamburg. Germany, W de Gruyter: 223-30.
- 15- Titz, W.; Jurenetsch, J.; Gruber, J.; Schabus, J.; Titz, E. and Kubelka, W. 1983. "Valepotriate und athereschen Ole morphologisch und chromosomal definierter typen Von *Valeriana officinalis* Senu lato". Scientia Pharmaceutica, 51: 63-86.
- 16- Noller, P. 1990. "Untersuchung der variabilitat von Valerensauren, valerenal und valeranon in wildpopulationen und in Zachtmaterial von *valeriana officinalis* L. [S.L]. Ph.D. thesis, University of Giessen, Germany.
- 17- Kindersley, D. 1996. The Encyclopedia of medicinal plants, page 112.
- 18- Chalchat, J.C.; Garry, R.P. and Michet, A. 1997. "Variation of the chemical composition of essential oil of *Mentha piperita* L. during the growing time, J. Essent. Oil Res., 9, 463-465.
- 19- Voirin, B.; Brun, N. and Bayet, C. 1990. "Effects of daylength on the monoterpene composition of leaves of *Mentha x piperita*, Phytochemistry, vol. 29, No. 3, pp. 749-755.
- 20- Doran, J.C. and Matheson, A.C. 1994. "Genetic parameters and expected gains from selection for monoterpenes yield in petford *Eucalyptus camaldulensis*". New Forests, 8, 155-161.
- 21 - Warnod, B.M. 1984. Perfum Flavour, 9, No. 4/5, pp. 93.
- 22- Natural Raw Materials in the Flavor and Fragrance Industry, pp. 132-133.
- 23 - Finar, I.L. 1960. Organic Chemistry, vol. 2, pp. 292-296, Published by: The English Language Book Society.

- 24 – Wagner,H. ; Bladt,S. ; Zgainski,E.M. 1984. Plant Drug Analysis , A Thin layer chromatography atlas , Translated by: Th.A.Scott , Spriner – Verlag Berlin Heidelberg , pp. 5-35 and 299-304.
- 25-Gattefosse,R.M. 1935. Parf. Moderne,511.
- 26-Buchbauer,G. 1988. Proceedings of the IFEAT Conference on Essential Oils, Flavours and Fragrances, Beijing , p.350, Mapledon Press, London (1989).
- 27-Buchbauer,G. 1990. Perfum. Flavor., 15,47.
- 28-Wabner,D. and Wurdack,I. 1988. Int. J. Aromatherapy,1,28.
- 29-Tisserand,R.B. 1980. Aromatherapie. Heilung durch Duftstoffe, H.Bauer-Verlag, Freiburg/Breisgau.
- 30-Eujen,R. 1991. Med. Monatsschrift Pharm.,14,19,43,81,109.
- 31-Price,S. 1988. Praktische: Vitalitat und Lebensfreude durch Atherische Ole, Urania Verlag,Neuhausen (Germany).
- 32-Stead,Ch. 1990. Aromatherapie, Heilen mit Athereschen Olen. 7th edn., Econ Taschenbuch Verlag, Dusseldorf.
- 33-Jackson,J. 1986. Aromatherapy,Dorling kindersly,London.
- 34-Sapsford,Ch. 1988. The essence of aromatherapy , Advertising pamphlet, distributed at Aroma 88, Symposium on Essential Oils as therapeutic Agents,16-18 September 1988,Reading,UK.
- 35-Essential Oil Trade Association,Publication No. 2, Advertising pamphlet, distributed at Aroma 88, Symposium on Essential Oils as therapeutic Agents,16-18 September 1988,Reading,UK.
- 36-Dodd,G.H. 1988. Dodd in Perfumery, The Psychology and biology of fragrance, ed. St. Van Toller and G.H.Dodd,p.29, Chapman & Hall, London.
- 37-Karsten,H.; 1983. Duft-Farb-Ton-Therapie bei Psychosomatischen Erkrankungen ,Schriftenreihe Erfahrungsheil – Kunde,Vol.6, K.F.Haug-Verlag, Heidelberg.
- 38-Furlenmeier,M. 1981. Mysterien der Heilkunde,Th.Gut & Co.,Stafa (Schweiz).
- 39-Wohlfart,R. 1983. Dtsch,Apoth-ztg.,123,1637.
- 40-Wohlfart,R. ; Hansel,R. and Schmidt,H. 1983. Planta Med., 48,120.
- 41-Kovar,K.A. ; Gropper,B.; Friess,D. and Ammon,H.P.T. 1987. Planta Med., 53,315.
- 42-Teuscher,E.; Melzig,M.; Villmann,E. and Moritz,K.U. 1990. Z. Phytother.,11,87.
- 43-Torii,S.; Fukuda,H.;Kanemoto,H.; Miyauchi,R.; Hamauzu,Y. and Kawasaki,M. 1988. IN Perfumery. The Psychology and biology of

- Fragrance, ed. St. Van Toller and G.H.Dodd, P.107, Chapman & Hall, London.
- 44-Kubota,M. ; Ikeoto,T. ; Komaki,R. and Inui,M. 1992. Proceedings of the 12th Intern. Congr. Flav. Fragr. Ess. Oils, Vienna, 4-8 October 1992,ed. Woidich,H. and Buchbauer,G. P.456, Austrian Assoc. Flav. Fragr. Industry, Vienna.
- 45-Rovesti,P. 1973. Soap Perfum Cosmet.,46, 475.
- 46-Warren,C.B.; Munteanu,M.A. ; Schwartz,G.E. Benain,C. ; Walter,H.G.; Leight,Jr,R.S.; Withycombes,D.A.; Mookerjee,B.D. and Trenkle,R.W. 1987 US Patent ,4,670,264.
- 47-Kawasaki,M. 1987. Fragrance J.,15,104.
- 48-Kawasaki,M. 1986. Publication of Takasago Corporation.
- 49-King,J.R. 1988. Psychiatr. Bull., Suppl. 1, 58.
- 50-Hanisch,E. 1982. The Nose, part 2 , publication of Drom, II.
- 51-Ludvigson,H.W. and Rottman,T.R. 1989. Chemical Senses, 14,525.
- 52-Badia,P. 1991. Perfum. Flavor., 16,33.
- 53-Warm,J.S. ; Dember,W.N. and Parasuraman,R. 1990. Perfum. Flavor., 15,15.
- 54-Buchbauer,G.; Jirovetz,L.; Jager,W.; Ilmberger,J. and Dietrich,H. 1993. Bioactive volatile compounds in Plants, edited by Teranishi,R. ; Buttery,R.G. and Sugisawa,H. 1993. ACS Symposium , series, 525,159.
- 55-Lorig,T.S.; Herman,K.B. ; Schwartz,G.E. and Cain,W.S. 1990. Bull. Psychonom. Soc., 28,405.
- 56-Kobal,G. and Hummel,T.; 1990. TW Neurologie Psychiatrie, 4,880.
- 57-Kobal,G.; Hummel,T. and Toller,St.Van. 1992. Chemical Senses, 17, 233.
- 58-Sugano,H. 1989. Chemical senses,14,303.
- 59-Buchbauer,G. and Hafner,M. 1985. Pharm. In U.Zeit,14,8.
- 60-Wichtt,M. (ed.) 1989. Teedrogen,2nd edn, Wiss. Verlagsgesllschaft,Stuttgart.
- 61-Buchbauer,G.; Jirovetz,L.; Jager,W.; Dietrich,H.; Plank,C. and Karamat,E. 1991. Z.Naturforsch.,46C,1067.
- 62-Buchbauer,G.; Jirovetz,L. and Jager,W. 1992. Arch. Pharm.,325,247.
- 63-Jirovetz,L.; Buchbauer,G.; Jager,W.; Woidich,A. and Nikiforov,A. 1992, Biomed. Chromatogr. ,6,133.
- 64-Jager,W.; Buchbauer,G.; Jirovetz,L. and Fritzer,M. 1992. J.Soc. Cosmet. Chem.,43,49.
- 65-Williams,A.C. and Barry,B.W. 1989. Int. J. Pharmaceutics, 57,R7.
- 66-Weyers,W. and Brodbeck,R. 1989. Pharm. In U.Zeit, 18,82.

- 67- Ammon, H.P.T. 1989. *Therapiewoche*, 39, 117.
- 68- Buchbauer, G.; Jirovetz, L.; Czejka, M.; Nasel, C. and Dietrich, H. 1993. 24th International Symposium on Essential Oils, P.18, Berlin {Abstract}.
- 69- Buchbauer, G. ; Jirovetz, L. ; Jager, W.; Plank, C. and Dietrich, H. 1992. *J.Pharm.Sci.*, 82, 660.
- 70- Nasel, B.; Nasel, C.; Samec, P.; Schindler, E. and Buchbauer, G. 1994. *Chemical Senses*, 19, 359.
- 71- Ilmberger, J.; Rupp, C.; Karamat, E. and Buchbauer, G. 1993. 24th International Symposium on Essential Oils , P.19, Berlin {Abstract}.
- 72- Reineccius, G. 1994. *Source book of flavors* , Chapman & Hall. Page 32- 42.
- 73- British Pharmacopoeia , (1988) , vol. 2 , pp A137- A138 , HMSO, London.
- 74- Kernik, K.; Reineccius, G.A. and Scire, J.P. 1985. An evaluation of methods for the analysis of encapsulated flavors in progress in flavour Research , 1984 , ed. J.Adda. Amsterdam: Elsevier.
- 75- Anandarman , S. and Reineccius, G.A. 1987. Analysis of encapsulated orange peel oil. *Perf.Flav.* 12 (2):33-39.
- 76- A.O.A.C. 30.020 – 30.027.
- 77- Vogel, A.I., 1978. *A Textbook of practical Organic Chemistry*, pp. 33.
- 78- Martin, G. 1952. "Industrial and manufacturing chemistry (part one organic) , XII- Essential oils , pp. 132-140.
- 79- Schultz, T.H.; Flath, R.A. ; Mon, T.R. Eggling, S.B. ; Teranishi, R. 1977 , "Isolation of volatile components from a model system " , *J.Agric. Food Chem.* , vol. 25, No. 3 , pp.446-449.
- 80- Williams, A.A. 1969 , *Chem. Ind. (London)*, 1510.
- 81- Likens, S.T.; Nickerson, G.B. 1964. *Proc.Am. Soc. Brew. Chem.* , 5.
- 82- MacLeod, A.J. ; Cave, S.J. 1975 , *J.Sci.Food Agric.* , 26, 351.