

آشنایی با ماشین آلات و تجهیزات استحصال مواد موثره

محمد مؤمنی

دانشکده کشاورزی سمنگان

پیکتار

مقدمه

گل‌ها و گیاهان، خاموش‌ترین موجودات و در عین حال گویاترین مظهر قدرت و عظمت آفرینش هستند. هر برگی از این موجودات زیبا، کتاب بزرگی در وصف توحید است. گل‌ها و گیاهان نه تنها با الوان و اشکال بدیع و بی‌بدیل خود سفره طبیعت را زینت می‌بخشند، بلکه آن را چنان سرشاری از نیروی حیاتی می‌سازند که هیچ بساطی را یارای رقابت با آن نیست. با آن که امروزه درمان بیماری‌ها بیشتر از طریق مصرف داروهایی صورت می‌گیرد که منشأ صنعتی دارند و اختصاصاً در آزمایشگاه‌ها تهیه می‌شوند ولی مصرف بعضی از آنها زیان‌هایی به بدن می‌رساند و عوارض جانبی بسیاری از آنها ثابت شده است.

طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی امروزه بیش از ۸۰ درصد مردم جهان، برای درمان بیماری‌ها هنوز از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند. تقریباً یک چهارم داروهای تهیه شده دنیا داروی منشأ گیاهی هستند که یا مستقیماً از گیاهان عصاره‌گیری شده‌اند و یا براساس ترکیب گیاهی، سنتز شده‌اند.

مقدمه

تاریخچه استفاده از گیاهان دارویی، ادویه‌ای و معطر :

تاریخچه استفاده از ادویه، چاشنی و سایر مواد معطر، یکی از بخش‌های جالب در تاریخ جهان است. مصرف چاشنی‌ها به‌ویژه نمک به زمان‌های بسیار قدیم باز می‌گردد. حفاری‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد که انسان ما قبل تاریخ، برگ برخی از گیاهان را برای افزایش طعم غذای نیم‌پخته خود مورد استفاده قرار می‌داده‌اند. مصرف و تولید ادویه‌ها در تمدن‌های باستانی چین، هند، بابل، مصر، یونان و روم نقش مهمی بازی کرده است. در تورات در خصوص ادویه‌ها اشاره‌هایی شده است. یونانیان و رومیان باستان با ادویه‌ها آشنا بوده و پول زیادی بابت خرید آنها می‌پرداخته‌اند. کشورگشایی اسکندر مقدونی علاقه غربی‌ها به ادویه‌ها را افزایش داد. در سال ۴۱۰ پیش از میلاد، آلریک پادشاه ویزگور هنگامی که شهر روم را محاصره کرده بود در خواست غنیمت جنگی کرد، رومی‌ها نیز به او معادل ۱۵۰۰ کیلوگرم فلفل هدیه کردند.

مقدمه

گیاهان دارویی در ایران معاصر :

در ایران که یکی از هفت کشور آسیایی است که بیشترین گیاهان دارویی را دارد در سه دهه گذشته شاهد روند رو به رشد مردم در زمینه استفاده از این داروهای گیاهی و احیای طب سنتی هستیم. براساس آمار موجود در کشورمان نیز بیش از ۱۳۰ نوع داروی گیاهی وجود دارد و منشأ اصلی آنها گیاهان هستند.

اخیراً جایگاه داروهای گیاهی در کشور با تحولات علمی و تخصصی نظام‌مندتر شده است. تشکیل ستاد گیاهان دارویی و طب ایرانی، تأسیس دانشکده طب سنتی، ایجاد درمانگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و آموزش تخصصی گروهی از پزشکان و داروسازان نمادی از تحول و نظام‌مندی نسبت به جایگاه طب سنتی ایران و درمان دارو گیاهی است.

مقدمه

تعریف گیاهان دارویی :

بر اساس تعاریف موجود هر نوع گیاهی که دارای ترکیباتی (مواد تشکیل دهنده فعال و موثر) باشد که بعد از یک سری عملیات مثل فشردن، استخراج، تقطیر و ... بر روی گیاه بدست آید و دارای اثرات درمانی و یا به عنوان جزئی از یک فرآورده دارویی باشد را **گیاه دارویی** می گویند.

گیاهانی که حداقل دارای صفات زیر باشند، گیاه دارویی نامیده می شوند :

۱- در پیکر این گیاهان مواد ویژه ای به عنوان مواد مؤثر یا متابولیت های ثانویه ساخته و ذخیره می شوند که برای مداوای برخی از بیماری ها مورد استفاده قرار می گیرند. مواد مذکور طی فرآیندهای ویژه و پیچیده بیوشیمیایی و به مقدار بسیار کم (به طور معمول کمتر از یک درصد وزن خشک گیاه)، ساخته می شوند.

مقدمه

۲- اغلب ممکن است اندام ویژه‌ای چون ریشه، برگ‌ها، ساقه، گل، میوه و غیره بیشترین مواد مؤثر را داشته باشند، بنابراین همیشه نمی‌توان کل اندام گیاه را منبع ماده دارویی ویژه‌ای دانست.

۳- اندام گیاهی برداشت شده، آماده‌سازی و فرآوری می‌شوند، یعنی تحت تأثیر عملیات ویژه‌ای مانند جداسازی، خرد شدن، خشک کردن، تخمیر و غیره قرار گرفته و سپس استفاده می‌شوند.

تفاوت بین گیاهان دارویی و داروهای گیاهی :

گیاهان دارویی شامل بخش‌هایی از گیاه است که پس از فرآوری، بدون ایجاد هرگونه تغییری مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند زیره، رازیانه، هل یا دارچین. اما داروهای گیاهی حاصل تبدیل برخی گیاهان به دارو در کارخانه‌های داروسازی طی فرآیندی خاص و استریل هستند.

زمان برداشت اندام‌های مختلف گیاهان دارویی

معمولاً اندام‌های مختلف گیاهان دارویی در مواقع زیر برداشت می‌شوند :

۱- ریشه :

اندام‌های زیرزمینی بخصوص ریشه و ریزوم‌ها را بطور کلی در اواخر پائیز (زمان استراحت گیاه) محصول برداشت می‌کنند. ولی باید توجه داشت بهره‌برداری ریشه‌ها بر حسب گیاه یکساله، دوساله و چندساله فرق می‌کند :

➤ ریشه و ریزوم گیاهان یکساله قبل از گل دادن گیاه

➤ ریشه و ریزوم گیاهان دو ساله بعد از پایان رشد و نمو سال اول (در پائیز و اواخر زمستان)

زمان برداشت اندامهای مختلف گیاهان دارویی

➤ ریشه و ریزوم گیاهان چند ساله یا دائمی هم در بهار قبل از رشد و نمو گیاه و هم در پاییز بعد از پایان رشد و نمو گیاه (در سال دوم به بعد)

ریشه درختان و درختچه های دارویی را در پاییز یا زمستان از زمین خارج می سازند.

معمولاً ریشه‌هایی که پوست آنها مصرف دارویی دارد باید زمانی که قسمت مرکزی ریشه رشد کرده و سخت شود تا جدا کردن آن از قسمت سخت و چوبی شده به راحتی مقدور گردد، برداشت می شوند.

بنابراین اگر برداشت ریشه‌ها و ریزوم‌ها زودتر از موعد انجام گیرد، چون گوشتی و اسفنجی هستند، در اثر خشک شدن به سرعت خرد شده و کیفیت خود را از دست می دهند و اگر دیرتر جمع آوری شوند سخت و غیر قابل استفاده خواهند شد.

زمان برداشت اندامهای مختلف گیاهان دارویی

۲- پوست :

پوست گیاهان دارویی را هم در بهار (قبل از شروع فعالیت‌های گیاهی) و هم در پائیز برداشت می‌کنند. معمولاً پوست ریشه و ساقه‌های نسبتاً مسن ارزش بیشتری دارند. پوست ریشه و ساقه گیاهان دارویی اگر دارای مواد رزینی باشد باید در بهار (یعنی هنگام شروع جریان شیره گیاهی) از قسمت میانی (چوبی) جداسازی شوند.

۳- پیاز :

پیازها را در پائیز کمی پس از خاتمه گل دادن و ظاهر شدن میوه جمع‌آوری می‌نمایند.

زمان برداشت اندامهای مختلف گیاهان دارویی

۴- برگ:

برگهای گیاهان علفی و یکساله را باید خیلی زود و قبل از این که پیر شوند، چید.

برگهای گیاهان دوساله باید در سال دوم برداشت شود.

برگ درختان دارویی را از زمان ظاهر شدن گلها تا رسیدن کامل میوه بایستی چید.

برگ گیاهان اسانس دار در زمان گل دادن چیده می شود. برگهای بدون اسانس در صورتی که دارای

پهنک و برگ باشند را کمی قبل از ظاهر شدن گلها می چینند.

ساقه برگ دار گیاهان علفی پس از رشد کامل برگها و کمی قبل از شکفته شدن گلها چیده می شود.

زمان برداشت اندامهای مختلف گیاهان دارویی

۵- گل :

قبل از باز شدن یعنی در زمانی که عمل لقاح در شرف انجام شدن است یا بلافاصله بعد از باز شدن در هنگام صبح بعد از تبخیر شبنم چیده می شود. البته استثناهایی نیز وجود دارد مانند :

I. بنفشه سه رنگ و بنفشه معطر باید پس از شکفتن کامل گل محصول برداری شود.

II. در برخی گیاهان مثل گل سرخ، افسنطین، انواع تمشک، زالزالک به صورت غنچه یا شکفته برداشت می شوند.

III. سر شاخه گلدار برخی گیاهان معطر و اسانس دار مثل آویشن، زوفا و ریحان وقتی گل در شرف شکفته شدن کامل می باشد برداشت می شود.

زمان برداشت اندامهای مختلف گیاهان دارویی

۶- میوه:

برداشت میوه گیاهان دارویی به دو صورت است:

I. آبدار: اگر به حالت تازه مصرف داشته باشد باید بعد از رسیدن کامل برداشت شود.

II. خشک: قبل از خارج شدن دانه برداشت می شود.

میوه‌های اسانس‌دار (رازیانه، انیسون، زیره و ...) باید در پائیز به صورت کاملاً خشک برداشت شود به این صورت که سرشاخه میوه‌دار را قطع کرده و بر روی پارچه تمیزی تکان داده می شود.

مواد مؤثره گیاهان دارویی

عموما مواد مؤثره گیاهان دارویی در حالت طبیعی به طور خالص یافت نمی‌شوند بلکه به حالت ترکیب با عناصر دیگری هستند که بصورت مکمل اثرات آن‌ها را تقویت می‌کنند. با این حال حتی اگر گیاه دارویی فقط یک ماده فعال داشته باشد باز اثر آن روی بدن انسان مفیدتر از همان ماده در حالت به دست آمده از سنتز شیمیایی است.

در این مورد می‌توان **تریاک** را که شیره خشک شده گرز خشخاش است نام برد که علاوه بر تعداد زیادی از مواد مختلف، تعداد قابل توجهی از آکالوئیدهای مهم نیز در آن موجود است. هر آکالوئید را که به طریقی جدا کنیم، اثری کاملا متفاوت از مجموع تریاک دارد و آثار خاص مربوط به خود را بر بدن انسان ظاهر می‌سازد (اثرات فارماکولوژیک).

مواد موثره گیاهان دارویی

۱- آلکالوئیدها:

آلکالوئیدها ترکیبات پیچیده ازت دار هستند و نوع بازی آنها معمولا اثرات قوی فیزیولوژیک دارد. آنها اکثرا سموم گیاهی بسیار موثر و دارای اثرات خاصی نیز هستند. در طب غالبا از نوع خالص آن استفاده می شود.

آلکالوئیدها را بر حسب ترکیبات شیمیایی و خصوصا ساختمان مولکولی آنها به چندین دسته و گروه تقسیم می شوند:

➤ **فنیل آلانین (Phenylalanines):** کاپسایسین در فلفل، کلشیسین در ارکیده

➤ **آلکالوئیدهای ایزو کینولئیک (Isoquinoleiques):** مرفین، اتیل مرفین، کدئین و پاپاورین در تریاک

مواد موثره گیاهان دارویی

➤ آلكالوئیدهای كینولئیک (Quinoleiques) : شاخه برگ‌دار سداب معمولی

➤ آلكالوئیدهای پیریدیک و پیپریدیک (Pyridiques et Piperidiques) : ریسینین در کرچک،

تری‌گونلین در شنبلیله، کونین (سم خطرناک) در شوکران کبیر

➤ آلكالوئیدهای مشتق از تروپان : اسکوپولامین و آتروپین در بلادون

➤ آلكالوئیدهای استروئیدی (Steroides) : ریشه بنفشه معطر، آکونیتین در تاج الملوک

مواد موثره گیاهان دارویی

۲- گلوکوزیدها :

گلوکوزید از سوخت و ساز ثانویه گیاهان به دست می‌آیند و از دو قسمت تشکیل شده اند. یک قسمت آن مانند گلوکز محتوی قند و در اکثر موارد غیرفعال است و اثر مناسبی روی حلال بودن گلوکوزید و جذب آن و حتی انتقال آن از یک عضو به عضو دیگر دارد. اثر درمانی مربوط به قسمت دوم است که به آن اگلیکن (Aglycone) یا اگلوکن (Aglucone) گفته می‌شود.

بر حسب ترکیبات گلوکوزیدها را به چندین گروه تقسیم می‌کنند :

➤ **تیوگلوکوزیدها (Thioglucosides) :** حاوی گوگردند مانند خانواده کلم یا به همراه یک آنزیم

میروزیناز که اثرش تجزیه آنها به گلوکز و ایزوتیوسیانات است مانند دانه‌های خردل سفید یا سیاه دانه

مواد موثره گیاهان دارویی

- **گلوکوزیدهای مشتق از اسید سیانیدریک (Cyanhydrique):** از ترکیبات سیانیدریک متصل به یک قند تشکیل می‌شوند که در اثر آنزیم (اغلب در آب دهان انسان) به اسید سیانیدریک آزاد که یک نوع سم است تبدیل می‌شوند مانند بادام‌های تلخ، گل آقطی سیاه، آلو و برگ‌های گیلاس.
- **گلوکوزیدهای آنتراکینونیک (Anthra Quinoniques):** در اکثر موارد پیگمان‌های شفافی هستند که به آسانی مورد اشتباه قرار می‌گیرند. آنها شش تا هشت ساعت پس از جذب اثر ملین دارند مانند ساقه زیرزمینی روند.
- **کاردیوگلوکوزیدها (Cardio Glucosids):** یا گلوکوزیدهای دیژیتال که موارد بسیار مهمی هستند و به مقدار کمی فعالیت قلب را تنظیم می‌کنند مانند گل انگشتانه، آدونیس.

مواد موثره گیاهان دارویی

➤ **گلوکوزیدهای فنلیک (Phenoliques)** : که متعلق به گروه عناصری هستند که اثرات و در بیشتر موارد عطر خاصی نیز دارند. به همین دلیل برخی مواقع آنها را در میان عناصر معطر طبقه‌بندی می‌کنند مانند مشتقات سالیسیلیک موجود در پوست درخت بید، ریش بز و جوانه‌های صنوبر.

۳- **ساپونین‌ها (Saponines)** :

ساپونین‌ها در بسیاری از گیاهان دارویی وجود دارند. از نظر علم شیمی به وسیله ریشه گلوکیدیک (گلوکز، گلکتوز) که متصل به ریشه اگلیکون است مشخص می‌شوند. خاصیت اصلی فیزیکی آنها کاهش شدید فشار سطحی آب است.

مواد موثره گیاهان دارویی

تمام ساپونین‌ها کف زیادی دارند و از پاک‌کننده‌های عالی هستند. آنها یک خاصیت دیگر نیز دارند که عبارت از توانایی همولیز کردن گلبول‌های قرمز (Erythrocytes) است به این ترتیب که هموگلوبین موجود در آنها را آزاد می‌سازند و این چیزی است که غیر قابل مصرف بودن برخی از آنها را به علت سمی بودنشان توجیه می‌کند.

ساپوفین‌ها مخاط را تحریک می‌کنند و سبب شل شدن مخاط روده می‌شوند و همراه با مصرف گیاهانی نظیر بنگ سفید، ریشه شیرین بیان و چوبک باعث افزایش ترشحات شش‌ها یا به عبارتی خلط‌آور (اکسپکتورانت) می‌شوند. از آن‌ها به عنوان مسهل و ضد عفونی کننده مجاری ادرار (برگ درخت زبان گنجشک، ریشه آنونین خاردار) نیز استفاده می‌شود. ریشه معروف جین سینگ (Ginseng) که در چین، کره، مناطق خاور دور و روسیه یافت می‌شود نیز سرشار از ساپونین است.

مواد موثره گیاهان دارویی

۴- مواد تلخ (Principes Amers) :

این مواد، تلخ مزه‌اند و ضمن تحریک اشتها ترشح شیره معده را نیز زیاد می‌کنند. فارماکولوژی این مواد را مواد تلخ موجود در گیاهان ترپنیک (Terpeniques) می‌نامند که باعث آزاد شدن آزولن و همچنین گلوکوزیدهایی با ساختمان‌های مختلف بیوشیمیایی می‌شوند.

به عنوان مثال عصاره‌های تلخ افسنتین و برخی دیگر که معمول‌ترند شامل عصاره گیاهان خانواده جنتیاناسا، گل‌گندمیان و غیره می‌شود.

مواد موثره گیاهان دارویی

۵- تانن‌ها (Tanins) :

این مواد که دارای ترکیبات شیمیایی مختلفی هستند، خاصیتی مشترک دارند و آن این است که توانایی انعقاد آلبومین‌ها، فلزات سنگین و آلكالوئیدها را دارند. در آب محلول هستند و استفاده طبی از آنها اساساً به سبب خاصیت قابض بودنشان است. خاصیت انعقاد آلبومین‌های مخاطی و بافتی، اثراتی از قبیل کاهش تحریکات و درد و متوقف نمودن خونریزی‌های کوچک را دارد.

جوشانده و سایر حالات داروهای که سرشار از تانن هستند، در اکثر موارد به صورت مصارف خارجی علیه تورم حفره دهانی، زکام، برونشیت، خونریزی موضعی، روی سوختگی و ورم حاصل از سرمازدگی، زخم، تورم پوستی، بواسیر و تعرق بیش از حد به کار برده می‌شوند.

مواد موثره گیاهان دارویی

در مصارف داخلی نیز در موارد زکام معده‌ای، اسهال، عفونت‌های مثانه و همچنین به عنوان آنتی‌دوت (Antidote) یا پادزهر در هنگام مسمومیت با آلكالوئیدهای گیاهی به کار می‌روند.

اسید تانیک که از پینه‌های درخت بلوط (مازو) به دست می‌آید اغلب در داروسازی مورد استفاده بوده است و برای تهیه آن از پوست درخت بلوط، برگ گردو، برگ و میوه مورد، برگ تمشک و غیره استفاده می‌شود.

مواد موثره گیاهان دارویی

۶- مواد معطر (Substances Aromatiques) :

در این گروه موادی وجود دارند که به مقدار فراوان در داروهای گیاهی یافت می‌شوند و ترکیبات و اثرات آنها غالباً بسیار متفاوت است. ممکن است همراه با دیگر مواد موثره در گیاه وجود داشته باشند. مشخصاً از این گروه می‌توانیم به گلوکوزیدهای فنولیک یا مشتقات فنیل پروپان نظیر کومارین با عطر مخصوص به خود را نام ببریم.

شاخه‌های برگ‌دار یونجه زرد و آسپرول معطر نیز سرشار از کومارین هستند. اسکولین که در پوست درخت شاه بلوط هندی وجود دارد مقاومت عروق خونی را بالا می‌برد و در درمان بواسیر واریس مانند موثر است. علاوه بر این اشعه ماوراء بنفش را جذب می‌نماید (کرم محافظ).

مواد موثره گیاهان دارویی

۷- اسانس‌های روغنی (اسانس‌های طبیعی) و ترپن‌ها (Terpenes & Essenes Naturelles) :

اسانس‌های روغنی مایعات فرار، منعکس کننده نور، شبیه به روغن‌های با عطری کاملاً اختصاصی هستند. در هوای گرم و آفتابی و پایدار، گیاهان بیشترین اسانس را در خود دارند و این بهترین هنگام برای چیدن آنهاست. از سوی دیگر این روغن‌ها در برخی از بافت‌ها در مرکز سلول یا در محل ذخیره اسانس‌ها زیر پوشش کرکی، غده‌های کوچک یا در فضای میان سلول‌ها جمع می‌شوند.

مصرف آنها براساس خواص فیزیولوژیکی‌شان مانند مزه، اثر محرک‌شان روی پوست و مخاط، خاصیت ضد عفونی کننده و ضد باکتری بودن آنها استوار است. اسانس انیسون، زیره و غیره اغلب به عنوان خلط آور (اکسپکتورانت) به کار می‌رود. زیرا آنها از طریق ریه دفع می‌شوند و بنابراین مستقیماً مجاری تنفسی را ضد عفونی و مخاط را آزاد می‌کنند.

مواد موثره گیاهان دارویی

از دیگر موارد استفاده از آنها می‌توان از غرغره، بخور و قطره‌های بینی نام برد. جذب آنها برای هضم غذا مفید است و از آنها برای تقویت معده، دفع صفرا و دافع باد نیز استفاده می‌شود.

اکثر گیاهان اسانس‌دار به عنوان گیاهان معطر مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند زیره، رازیانه، انیسون، مرزنجوش، سوسن، آویشن، پونه و ...

اسانس‌های طبیعی باید همانند گیاهانی که حاوی آنها هستند، در ظروف کاملاً بسته و دور از نور نگهداری شوند زیرا در معرض نور و هوا بسیار سریع اکسیده و پلیمریزه و به رزین تبدیل شده؛ عطر و خواص خود را از دست می‌دهند.

اسانس‌های روغنی خصوصا از ترپن تشکیل شده‌اند، که ماده‌ای فرار و غالباً آمیخته به مواد دیگر است. بارهنگ نیز مقداری ترپن در خود دارد.

مواد موثره گیاهان دارویی

۸- روغن‌های چرب (Hulies Grasses) :

منظور از روغن‌های چرب، روغن‌های گیاهی است که در حرارت محیط به صورت مایع هستند و در سرما منجمد می‌شوند. غیر محلول در آب بوده، اما در حلال‌های آلی نظیر کلروفرم، استون محلول هستند. از بین روغن‌های غیر خشک شونده، روغن زیتون و بادام و از میان روغن‌های نیمه خشک شونده روغن آفتابگردان و کلزا را می‌توان نام برد. از روغن کتان برای ساخت داروها و مواد صنعتی و غذایی استفاده می‌کنند.

۹- گلوکوکینین‌ها (Glucosinines) :

یا انسولین‌های گیاهی موادی هستند که در گیاهانی مانند غلاف میوه لوبیا، سرشاخه گالگا، برگ‌های مورد وجود دارند که اغلب در ترکیب جوشانده‌های ضد دیابت، مصرف می‌شوند.

مواد موثره گیاهان دارویی

۱۰- موسیلاژها یا لعابها (Mucilages):

این مواد مخلوط‌های آمورف (بی شکل) پلی ساکاریدی هستند که همراه آب ماده چسبناک و لزجی را به وجود می‌آورند. این مواد لزج در آب سرد باد می‌کنند و ماده ژله‌ای تشکیل می‌دهند و در آب گرم حل شده محلول‌های کلوئیدی می‌سازند که در صورت سرد شدن دوباره به حالت ژله در می‌آیند. این مواد در گیاهان به علت قدرت بالای جذب آبشان نقش مخزن را بازی می‌کنند.

در جوشانده‌ها و دمکرده‌ها این مواد برای کاهش تحریکات فیزیکی یا شیمیایی موثرند. برای تورم مخاط مفید بوده خصوصاً برای درمان تورم‌های مجاری تنفسی و معده مناسبند. از بین آنها می‌توان نوعی خزه، برگ، گل و ریشه ختمی، گل و برگ پنیرک، دانه شنبلیله، دانه کتان و غیره را نام برد.

مواد موثره گیاهان دارویی

۱۱- هورمون‌های گیاهی (Phytohormones):

این مواد ترکیبات شیمیایی بسیار پیچیده‌ای دارند و در اکثر موارد نوعی بیوکاتالیزور محسوب می‌شوند و روی رشد و مبادلات متابولیک (محرک حیاتی) اثر می‌گذارند.

۱۲- ضد عفونی کننده‌های گیاهی:

منظور مواد آنتی‌بیوتیکی است که از گیاهان آلی بدست می‌آیند و دارای طیف وسیع ضد میکروبی هستند. آنها بسیار ناپایدار و فرارند و حتی از طریق بخور نیز بر مجاری تنفسی تاثیر می‌گذارند. این مواد در سیر، پیاز، خردل، آقوی سیاه، ارس، کاج، بارهنگ و غیره موجود هستند. مطالعه در این باره هنوز هم ادامه دارد.

طبقه‌بندی گیاهان دارویی

گیاهان دارویی را براساس عواملی مختلفی طبقه‌بندی می‌کنند :

۱- براساس اثرات درمانی : گیاهان تلخ، ضد التهاب، خلط‌آور و ...

۲- از نظر مکان رویش : مراتع، جنگل‌ها، کشتزارها، حاشیه مزارع

۳- عادت رشد : علفی، بوته‌ای، درختچه‌ای

۴- به صورت کلاسیک : گندمیان، باریک برگ‌ها، پهن برگ‌ها و ...

۵- براساس سن : یکساله (مرزه، پنیرک، تاتوره و بابونه)، دوساله (زیره اروپایی، کشنیز و جعفری)، چندساله

(آویشن، جین سنگ، به لیمو و زرشک)

طبقه‌بندی گیاهان دارویی

۶- براساس نیازهای اکولوژیک : آفتابی، سایه (جعفری، نعناع، سنبل الطیب، ترخون، بنفشه معطر)، خشک (شیرین بیان، روناس، گل قاصد، خارشتر، اسپند، کرچک، پنیرک، خرفه، بابونه، گل گاوزبان، مریم گلی) یا مرطوب (درخت غان یا توس، درخت بنه، درخت زبان گنجشک، شاه پسند وحشی، بابا آدم، کاسنی، ختمی)

۷- از لحاظ مرفولوژیک یا اندام قابل مصرف : ریشه، ریزوم، غده، برگ، گل، بذر، میوه، پوست ساقه، پوست ریشه

۸- از نظر گیاه‌شناسی : گیاهان بدون آوند (خزه‌ای و جلبک‌ها) و گیاهان آونددار (دم‌اسبیان، پنجه‌گرگیان، سرخس‌ها، گیاهان دانه‌دار)

۹- بر اساس ترکیبات شیمیایی یا نوع ماده مؤثره

آماده سازی کپالان دارویی جهت فرآوری

آماده نمودن گیاهان دارویی قبل از خشک کردن

پس از جمع آوری اندام‌های مورد نظر در زمان مناسب، آنها را برای خشک کردن آماده می‌کنند. نحوه آماده کردن گیاهان نه تنها باعث سرعت در خشک شدن می‌شود بلکه در کیفیت خشک شدن نیز تأثیر مثبت دارد. برای این کار کارهای زیر را انجام می‌دهند:

۱- جدا کردن اضافه‌هایی که مدنظر نیستند.

۲- اندام‌های اصلی موردنظر را به قطعات مناسبی تقسیم می‌کنند.

۳- شستشوی مناسب و پاک کردن ریشه‌ها و ریزوم‌ها از گل و لای مانند ریزوم سنبل الطیب، ریشه سنبل ختایی و ... که بهتر است اندام‌های مذکور در ظروف آبکش متحرک قرار داده و با فشار آب شستشو صورت گیرد.

آماده نمودن گیاهان دارویی قبل از خشک کردن

۴- جداسازی پوست ریشه‌ها که فاقد ماده مؤثره هستند مانند ریشه گیاه صابونی و قطعه قطعه کردن ریشه‌ها به قطعات مناسب.

۵- تقسیم ریشه‌های ضخیم از ناحیه طولی به دو یا چهار قسمت مانند ریشه شیرین بیان.

۶- چنانچه هدف صرفاً استفاده از برگ‌های گیاهان دارویی باشد، بهتر است به جای خشک کردن گیاه کامل، ابتدا برگ‌های تازه آن را از سایر قسمت‌های گیاه جدا سپس جداگانه خشک نمود.

آماده‌سازی اندام‌های گیاهی برای تقطیر

اسانس در اندام‌های مختلف گیاهان (ریشه، ساقه، برگ‌ها، جوانه‌ها، گل‌ها و میوه‌ها) و در قسمت‌های مختلفی از اندام‌ها نظیر سلول‌های ترشحی، کیسه‌ها، مجاری ترشحی، کرک‌ها و ... وجود دارد. برای آماده‌سازی این اندام‌ها جهت سهولت نفوذ آب تقطیری به درون این اندام‌ها و سلول‌ها و تسریع در خروج اسانس فرآیندهای ذیل انجام و نکات مربوطه باید مدنظر قرار گیرد:

۱- اندام‌های گیاهی نبایستی در داخل دیگ دستگاه به طور متراکم و انباشته قرار داده شوند. زیرا انباشته بودن آنها باعث ایجاد اشکال در حرکت بخار در داخل دیگ می‌شود و در نتیجه بخار نمی‌تواند به آسانی از لابه‌لای اندام‌های متراکم عبور کند و استخراج تمام اسانس به **زمان** و **بخار** بیشتری نیاز خواهد داشت و تجزیه و کاهش کیفیت اسانس را به دنبال دارد.

آماده‌سازی اندام‌های گیاهی برای تقطیر

۲- تقسیم اندام‌های گیاهی به قطعات مناسب، زیرا می‌تواند اثر عمده‌ای در کمیت، کیفیت و انتشار اسانس و نیز سرعت عمل تقطیر داشته باشد مانند تقسیم ساقه‌ها و برگ‌های طویل نعنای، شبت و گل‌های اسطوخودوس و مریم‌گلی.

۳- برای استخراج اسانس از ریشه‌ها یا میوه‌ها، از آنجا که اسانس در آنها به صورت درون‌تراوشی (**Endogen**) است باید برای سرعت‌بخشی به استخراج قطعات به اندازه مناسب ریز و یا کوبیده شوند. هر چند بطور کلی تبدیل اندام‌ها به قطعات خیلی ریز کار صحیحی نیست، زیرا این کار باعث تشدید تبخیر اسانس از اندام‌ها و از سوی دیگر زیاد شدن سطح تماس ترکیبات با هوا موجب اکسیداسیون بیشتر و تبدیل اسانس به مواد رزینی می‌گردد. قطعات بزرگ نیز باعث عدم پاره شدن دیواره سلول‌های اسانس‌دار شده و طولانی شدن زمان تقطیر می‌شود.

آماده‌سازی اندام‌های گیاهی برای تقطیر

- ۴- کاهش رطوبت اندام‌ها در صورتی که بین زمان برداشت تا عمل تقطیر فاصله‌ای وجود داشته باشد. وجود رطوبت در برای مدت طولانی در اندام‌های جمع‌آوری شده، نه تنها باعث رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌شود بلکه ممکن است اسانس در اثر رطوبت طولانی و مجاورتی با هوا اکسیده و رزینی شود. عکس‌العمل گیاهان دارویی به فرآیند کاهش رطوبت تا زمان تقطیر یکسان نیست؛ مثلاً در برخی گیاهان مانند اسطوخودوس باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌شود و در برخی مانند نعناع تأثیری ندارد.
- ۵- اسانس در میوه‌ها و بذرها به حالت درون‌تراوشی است و به ندرت در مجاورت هوا قرار می‌گیرد در نتیجه می‌توان آنها را بیشتر در انبار برای استخراج اسانس در مدت طولانی نگهداری نمود.

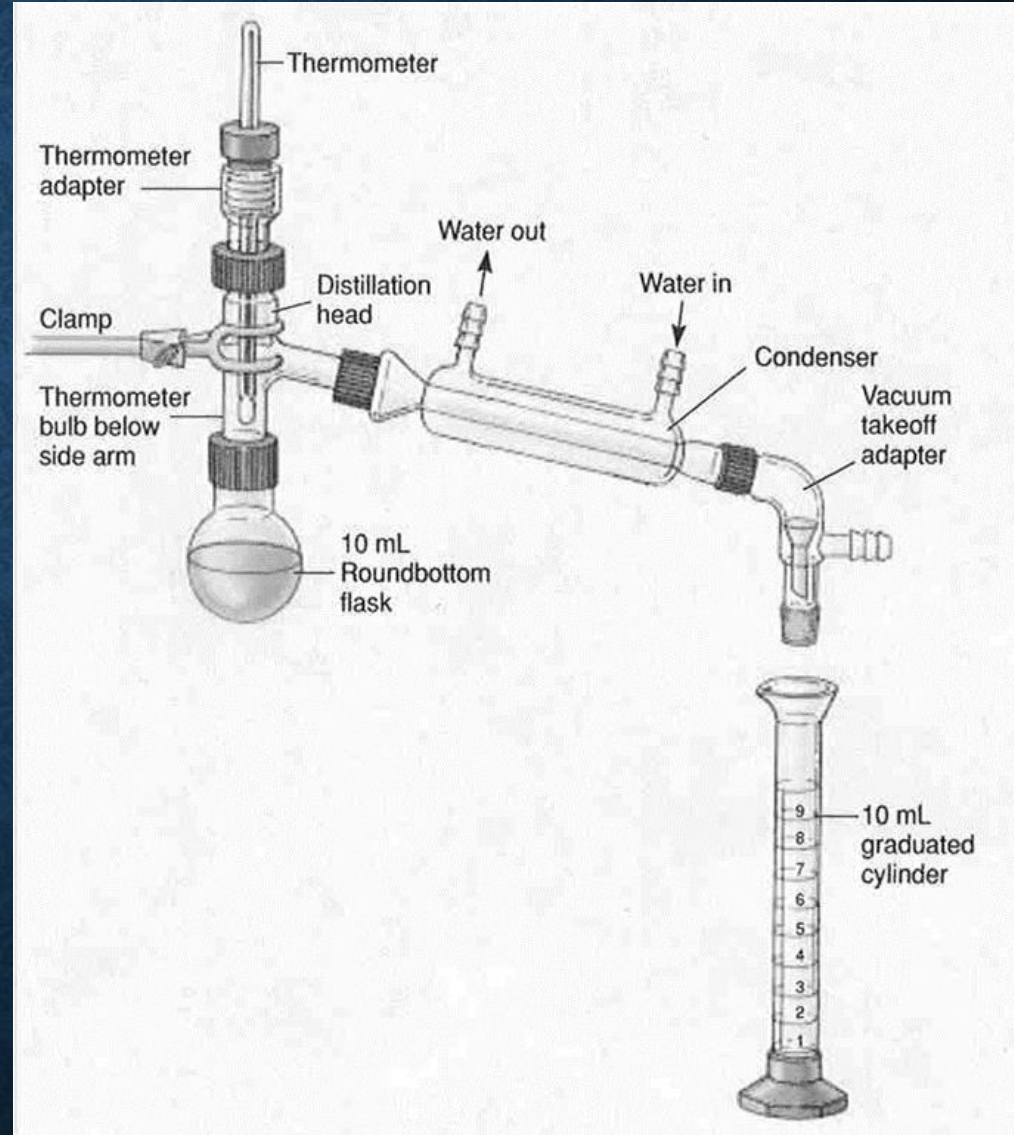
نقطہ

تعریف

روش‌های مختلفی برای جداسازی مواد اجزای سازنده یک محلول وجود دارد که یکی از این روش‌ها فرایند تقطیر می‌باشد. در روش تقطیر جدا کردن اجزاء یک مخلوط، از روی اختلاف نقطه جوش آنها انجام می‌گیرد. تقطیر در عمل به دو روش انجام می‌گیرد.

1. روش اول شامل تولید بخار از طریق جوشاندن یک مخلوط مایع، سپس میعان بخار بدون این که هیچ مایعی مجدداً به محفظه تقطیر بازگردد، در نتیجه هیچ مایع برگشتی وجود ندارد.
 2. در روش دوم قسمتی از بخار مایع شده به دستگاه تقطیر باز می‌گردد و به صورتی که این مایع برگشتی در مجاورت بخاری که به طرف مبرد می‌رود قرار می‌گیرد.
- هر کدام از این روش‌ها می‌توانند پیوسته یا ناپیوسته باشند.

تعریف



انواع تقطیر

1. تقطیر ساده
2. تقطیر تبخیر آبی (ناگهانی)
3. تقطیر در خلا
4. تقطیر به کمک بخار آب
5. تقطیر آزئوتروپی
6. تقطیر استخراجی
7. تقطیر جزء به جزء
8. تقطیر نوبتی
9. تقطیر با مایع برگشتی

تقطیر ساده

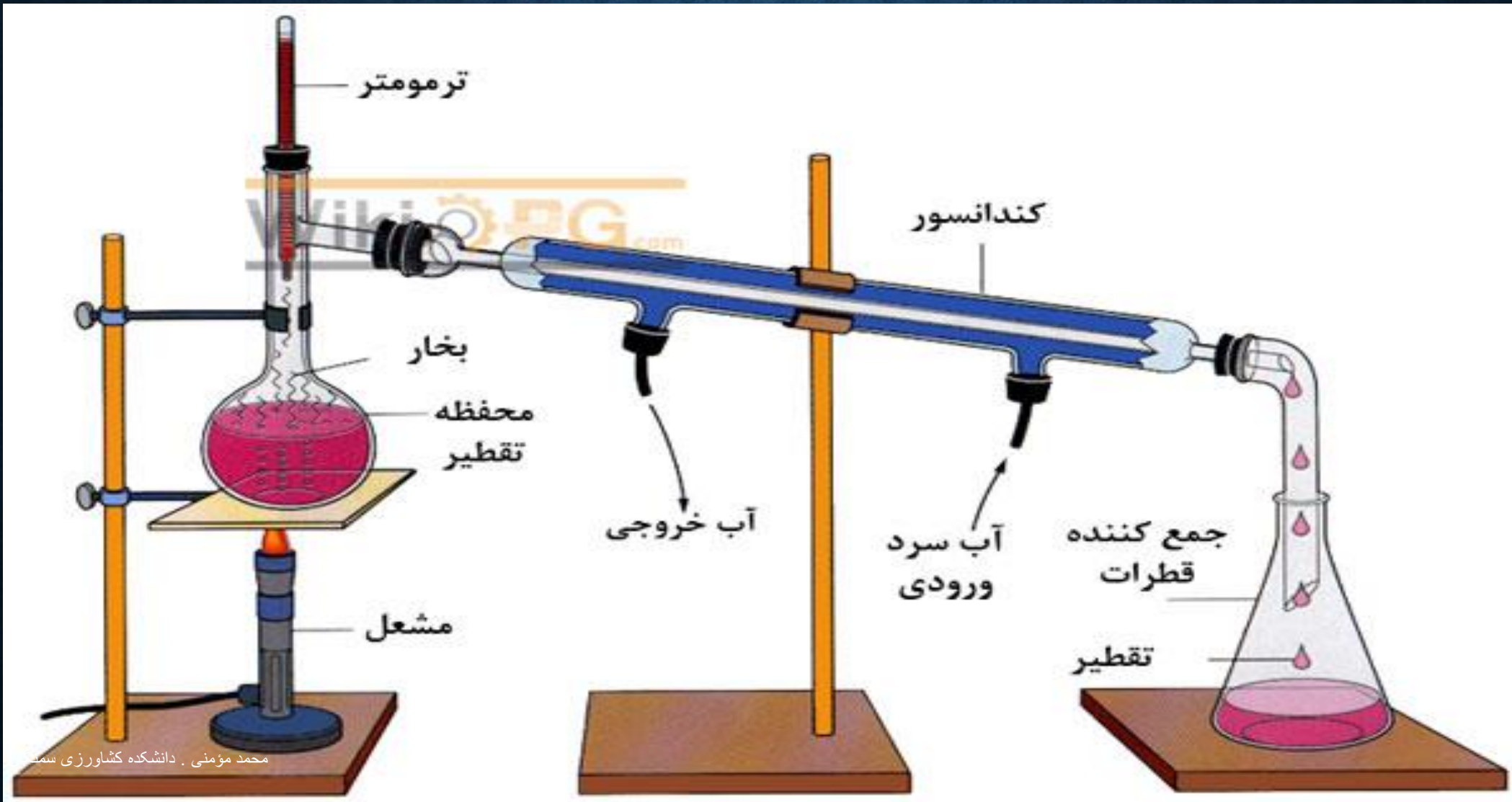
تقطیر ساده را می توان به دو صورت تعریف کرد: **تقطیر ساده غیر مداوم** و **تقطیر ساده مداوم**

۱- تقطیر ساده غیر مداوم:

در این روش تقطیر، مخلوط حرارت داده می شود تا بحال جوش درآید بخارهایی که تشکیل می شود غنی از جزء سبک مخلوط می باشد پس از عبور از کندانسور (میعان کننده) تبدیل به مایع شده، از سیستم تقطیر خارج می گردد.

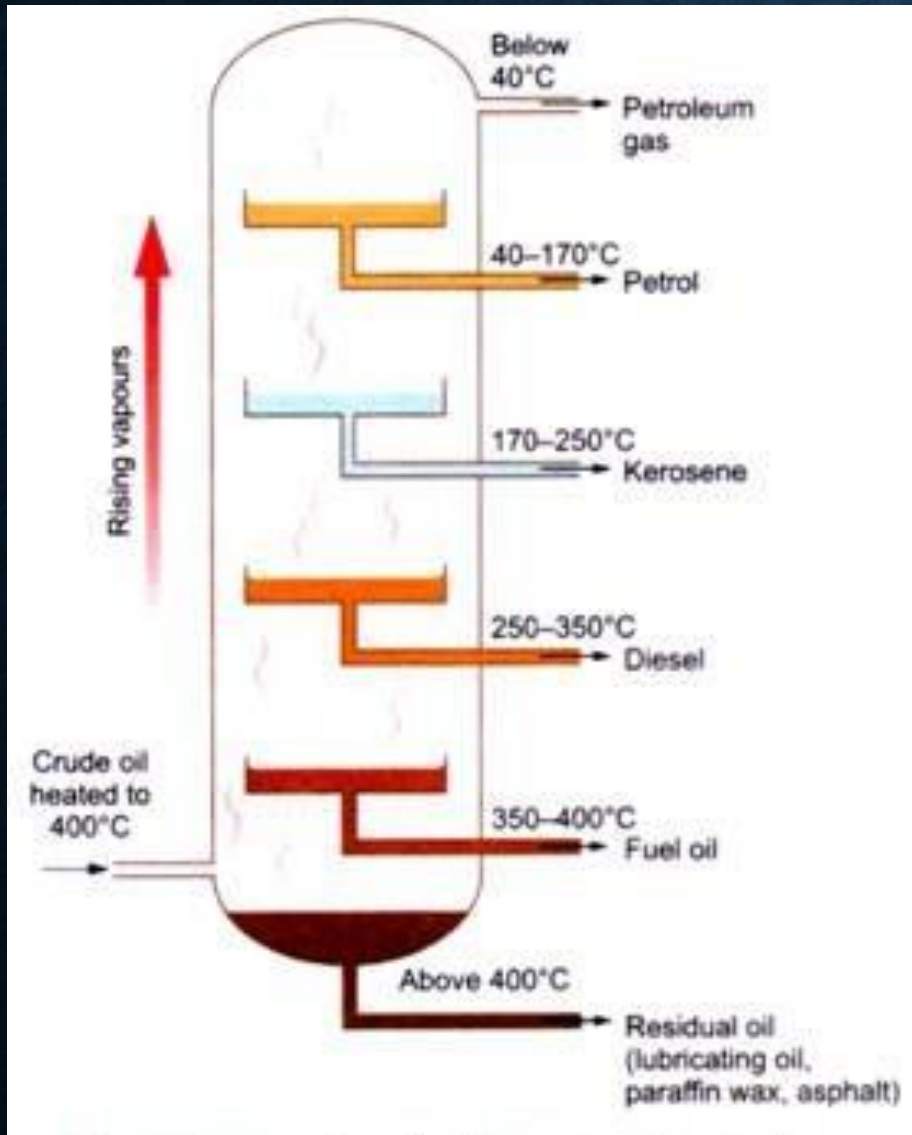
به تدریج که غلظت جزء سنگین مخلوط در مایع باقی مانده زیاد می شود، نقطه جوش آن بتدریج بالا می رود. به این ترتیب هر لحظه از عمل تقطیر، ترکیب فاز بخار حاصل و مایع باقی مانده تغییر می کند.

تقطیر ساده



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمک

تقطیر ساده



۲- تقطیر ساده مداوم :

در این روش، مخلوط اولیه (خوراک دستگاه) بطور مداوم با مقدار ثابت در واحد زمان، در گرم کننده گرم می‌شود تا مقداری از آن بصورت بخار درآید. به محض ورود در ستون تقطیر، جزء سبک مخلوط بخار از جزء سنگین جدا می‌شود و از بالای ستون تقطیر خارج می‌گردد و بعد از عبور از کندانسورها، به صورت مایع در می‌آید جزء سنگین نیز از ته ستون تقطیر خارج می‌شود. قابل ذکر است که همیشه جزء سبک مقداری جزء سنگین و جزء سنگین نیز دارای مقداری از جزء سبک است.

تقطیر ساده

در تقطیر یک ماده خالص چنانچه مایع زیاده از حد گرم نشود درجه گرماسنج یعنی درجه حرارت دهانه خروجی با درجه حرارت مایع جوشان در ظرف تقطیر یکسان است. درجه حرارت دهانه خروجی که به این ترتیب به نقطه جوش مایع مربوط می شود در طول تقطیر ثابت می ماند. اگر مایعی که تقطیر می شود دارای ناخالصی غیرفراری باشد درجه حرارت دهانه خروجی همان درجه حرارت مایع خالص است زیرا ماده ای که بر روی حباب گرماسنج متراکم می شود به ناخالصی آلوده نیست. ولی درجه حرارت ظرف به علت کاهش فشار بخار محلول بالا می رود. در جریان تقطیر درجه حرارت ظرف نیز افزایش می یابد، زیرا که غلظت ناخالصی با تقطیر جز فرار به تدریج زیاد می شود و فشار بخار مایع بیشتر پایین می آید، با وجود این درجه حرارت دهانه خروجی مانند مایع خالص ثابت می ماند. رابطه کمی موجود بین فشار بخار و ترکیب مخلوط همگن مایع (محلول) به **قانون راول** معروف است.

تقطیر ساده

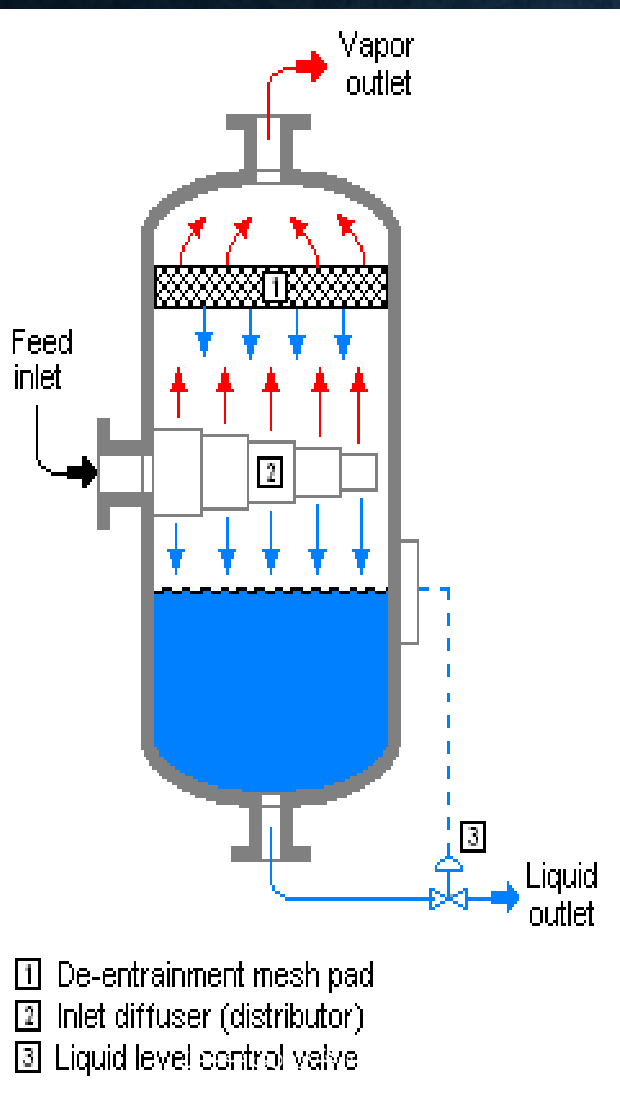
رعایت نکات زیر در انجام تقطیر ضروری است :

- ۱- حجم مایع تقطیر شدنی از $\frac{2}{3}$ حجم بالون نباید بیشتر باشد.
- ۲- انداختن چند عدد سنگ جوش ۳ عدد در بالون تقطیر به منظور توزیع یکنواخت گرما و جلوگیری از پريدن مایع ضروری است.
- ۳- مخزن جیوه دماسنج باید پایین تر از شاخه جانبی رابط قرار گیرد (محل جریان بخارها) تا دمای جوش مایع یا مخلوط مایعات مشخص شود.
- ۴- اتصال لوله ورود و خروج آب به مُبرد (کندانسور) بایستی صحیح باشد.
- ۵- از بالون‌های تقطیر بزرگ نباید استفاده کرد زیرا سبب از بین رفتن مایع می‌گردد.

تقطیر ساده

- ۶- برای گرم کردن معمولاً حمام‌های روغن یا وسایل گرم کننده الکتریکی ارجحیت دارد. اما چنانچه از شعله استفاده می‌شود، باید یک توری فلزی روی سه پایه و زیر بالون گذاشت تا شعله پخش شود.
- ۷- محل ارتباط و تماس شیشه‌آلات باید با گریس یا وازلین قبل از سوار کردن دستگاه چرب شود. این امر برای اجتناب از چسبندگی و قفل شدن آن‌ها در اثر حرارت ضروری است.
- ۸- انتخاب مبرد به نوع تقطیر، سرعت تقطیر و دمای جوش مایع مورد نظر بستگی دارد.
- ۹- سرعت تقطیر مناسب (تنظیم دمای لازم) هر ثانیه، یک تا دو قطره می‌باشد.
- ۱۰- بالون تقطیر را هیچگاه نباید تا خشک شدن و از بین رفتن کامل مایع تقطیر شدنی حرارت داد.

تقطیر تبخیر آبی (ناگهانی)



وقتی محلول چند جزئی را حرارت می‌دهیم، اجزای تشکیل دهنده آن به ترتیب که سبک‌تر هستند، زودتر بخار می‌شود. برعکس وقتی بخواهیم این بخارها را سرد و دوباره تبدیل به مایع کنیم، هر کدام که سبک‌تر باشد دیرتر مایع می‌گردد. با توجه به این خاصیت، می‌توانیم محلول را به این روش تقطیر نماییم.

در این روش محلول را چنان حرارت می‌دهیم که ناگهان همه اجزای آن تبدیل به بخار گردد و سپس آنها را سرد می‌کنیم تا مایع شود که بخارها به ترتیب سنگینی، مایع می‌شوند یعنی هرچه سنگین‌تر باشند، زودتر مایع می‌گردند و بدین گونه، اجزای محلول را با ترتیب مایع شدن از هم جدا می‌کنیم.

تقطیر در خلا

با توجه به اینکه نقطه جوش مواد سنگین نسبتاً بالاست و نیاز به دما و انرژی بیشتری دارد، و از طرف دیگر، مقاومت این مواد در مقابل حرارت بالا کمتر می‌باشد و زودتر تجزیه می‌گردند، لذا برای جدا کردن آنها از خلا نسبی استفاده می‌شود. در این حالت مواد با دمای پایین‌تر از نقطه جوش معمولی خود به جوش می‌آیند. تقطیر در خلاء دو فایده دارد:

I. فرآیند تقطیر به انرژی و دمای کمتری نیاز دارد.

II. مولکول‌ها تجزیه نمی‌شوند.

امروزه در بیشتر موارد در عمل تقطیر، از خلاء استفاده می‌شود. یعنی هم تقطیر جزء به جزء و هم تقطیر آبی را در خلا انجام می‌دهند.

تقطیر در خلا

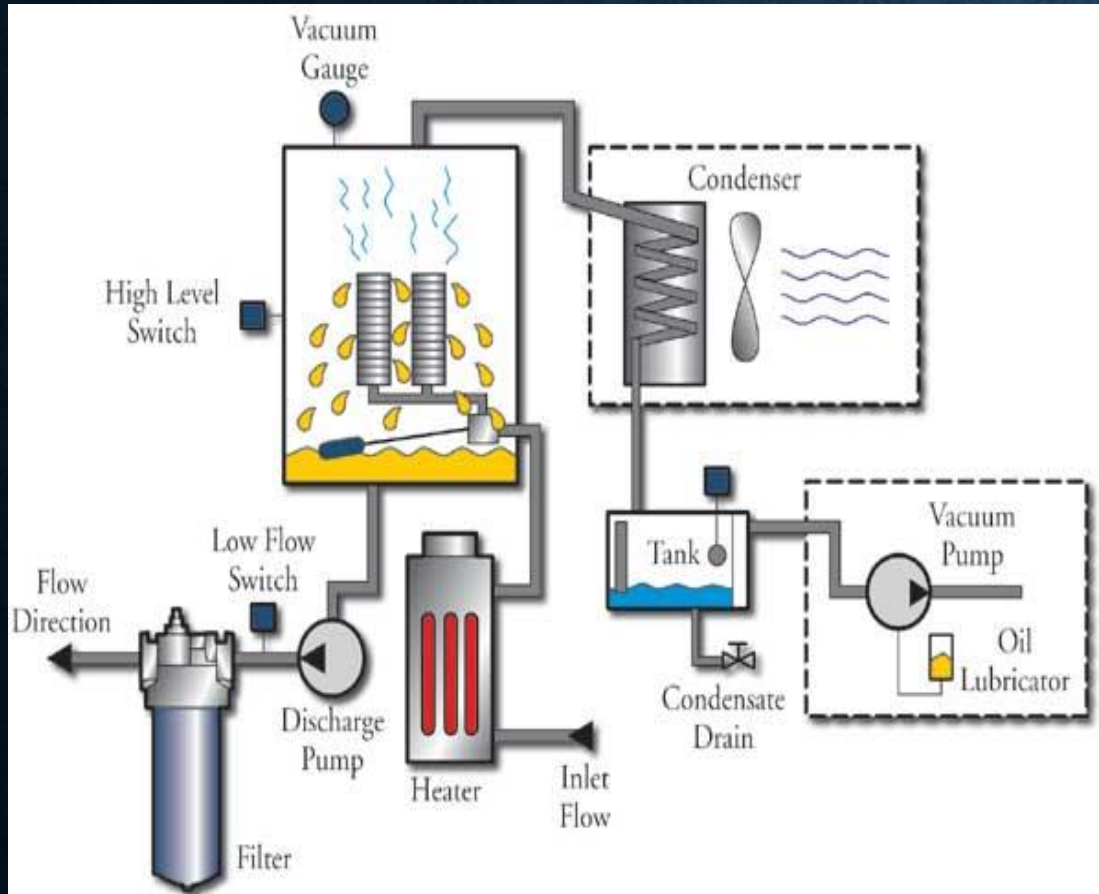


Figure 2. Process Circuit for Vacuum Distillation

محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان



تقطیر در خلا

معمولاً ترکیباتی که دمای جوش آنها از حدود ۱۸۰ درجه سانتیگراد بیشتر است را با روش تقطیر در خلا تقطیر می‌کنند. برای مثال، نقطه جوش یک ترکیب که در فشار ۷۶۰ میلیمتر جیوه ۲۰۰ درجه سانتیگراد است، در فشار ۲۰ میلیمتر جیوه حدود ۹۰ درجه سانتیگراد است. برای کم کردن فشار، معمولاً از خرطوم آبی یا پمپ روغنی استفاده می‌شود. مقدار کاهش فشار در هر یک از این دو وسیله به شرایط آنها و دستگاه تقطیر بستگی دارد.

نکات زیر در روش تقطیر در خلا باید مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- رعایت تمام موارد ذکر شد در مورد تقطیر ساده
- ۲- به جای سنگ جوش می‌توان از یک لوله موئین استفاده کرد. از راه لوله موئین، هوا و در صورت لزوم گازهای بی‌اثر (تقطیر نیتروژن و هلیوم) نیز می‌توان وارد دستگاه کرد.

تقطیر در خلا

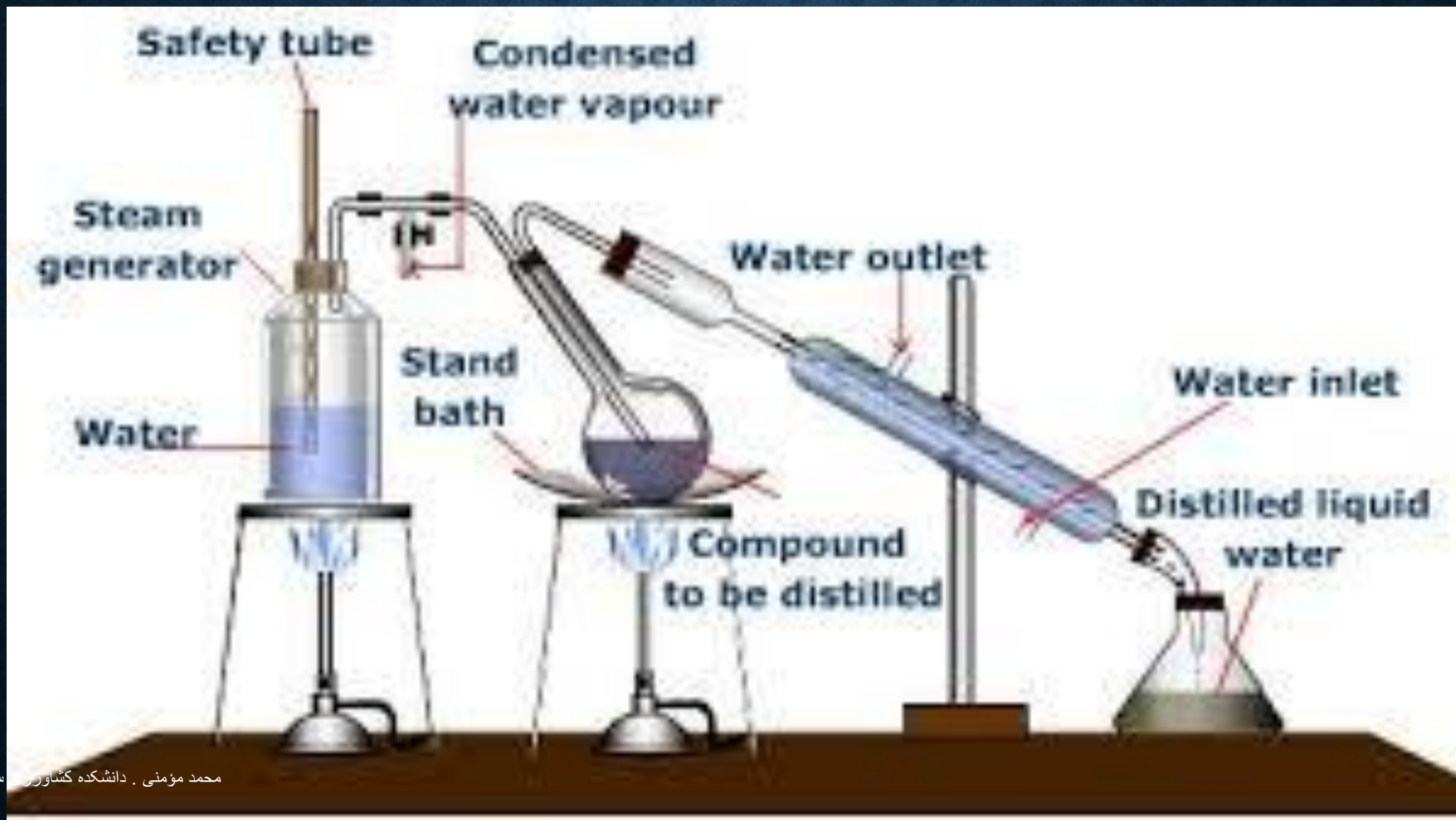
- ۳- در پایان تقطیر ابتدا منبع حرارت را قطع سپس لوله خلا را از دستگاه جدا نموده و بعد شیر آب را می‌بندیم. باید یک فشارسنج بین بالون دریافت کننده و دستگاه تقلیل فشار قرار داد.
- ۴- با به کار بردن یک تله جهت مقابله با شکستن خلا (تقلیل فشار) یا جلوگیری از ایجاد خلا معکوس از وارد شدن آب خرطوم آبی به درون دستگاه تقطیر جلوگیری می‌شود.
- ۴- چنانچه مایع مخلوطی از چند جزء باشد، می‌توان از رابط‌هایی که به چند بالون متصل می‌شوند (رابط عنکبوتی) استفاده کرد.
- ۵- چنانچه هنگام کار خلاء از بین رفت، فوراً منبع حرارتی را قطع کنید و لوله یا بست رابط بین تله و خلا (پمپ یا خرطوم آبی) را باز کنید تا از بروز خلا معکوس و ورود آب به بالون جلوگیری شود.

تقطیر به کمک بخار آب

یکی دیگر از طرق تقطیر آن است که بخار آب را در دستگاه تقطیر وارد می کنند. در این حالت بی آنکه خلأی ایجاد گردد، اجزای محلول در درجه حرارت کمتری تبخیر می شوند. غالباً به کمک تقطیر با بخار آب می توان ترکیبات آلی فراری را که با آب مخلوط نمی شوند یا تقریباً با آن غیرقابل اختلاط هستند تفکیک و تخلیص کرد.

این روش را می توان در مورد جداسازی ترکیبات طبیعی از بافت ها و سلول ها و گرفتن اسانس گیاهان و به طور کلی مواردی که با آب پیوند هیدروژنی تشکیل می دهند، به کار برد. دستگاه تقطیر با بخار در حقیقت یک دستگاه تقطیر ساده است که بخار به وسیله لوله ای به بالون تقطیر وارد می شود.

تقطیر به کمک بخار آب



تقطیر آزنوتروپی

از این روش تقطیر معمولاً در مواردی که نقطه جوش اجزاء مخلوط بهم نزدیک باشند استفاده می‌شود. جداسازی مخلوط اولیه، با افزایش یک حلال خاص که با یکی از اجزای مهم، آزنوتروپ تشکیل می‌دهد امکان‌پذیر است.

مثالی از تقطیر آزنوتروپی استفاده از بنزن برای جداسازی کامل اتانول از آب است، که آزنوتروپی با نقطه جوش پایین با ۹۵٪ وزنی الکل را تشکیل می‌دهد. برای از بین بردن نقطه آزنوتروپ، بنزن به آن اضافه می‌کنند که در نتیجه نقطه آزنوتروپ دیگری با درصد آب بیشتر ایجاد میشود که بدین ترتیب آب خارج شده، الکل و بنزن باقی میماند که بوسیله تقطیر جزء به جزء به راحتی از یکدیگر جدا می‌شوند.

تقطیر آزنوتروپی

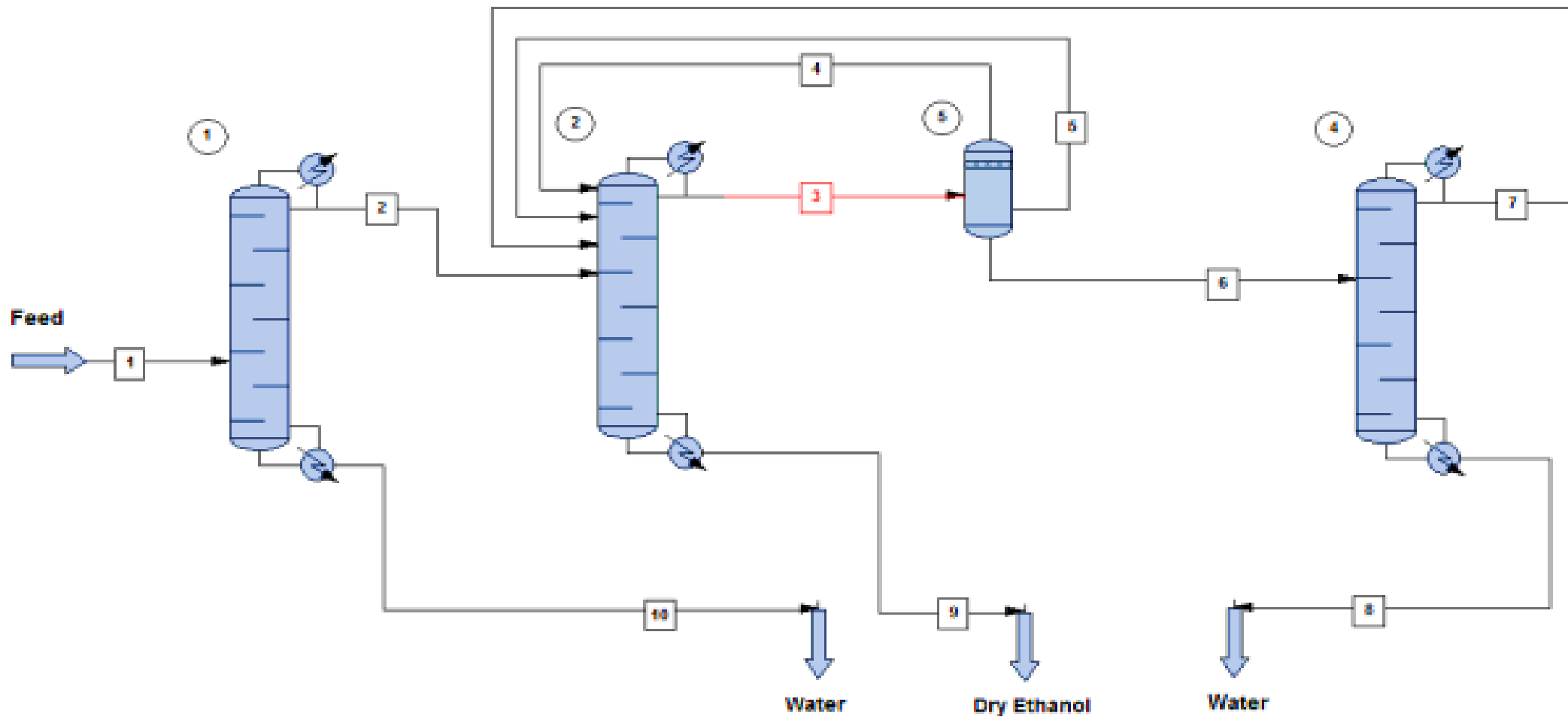


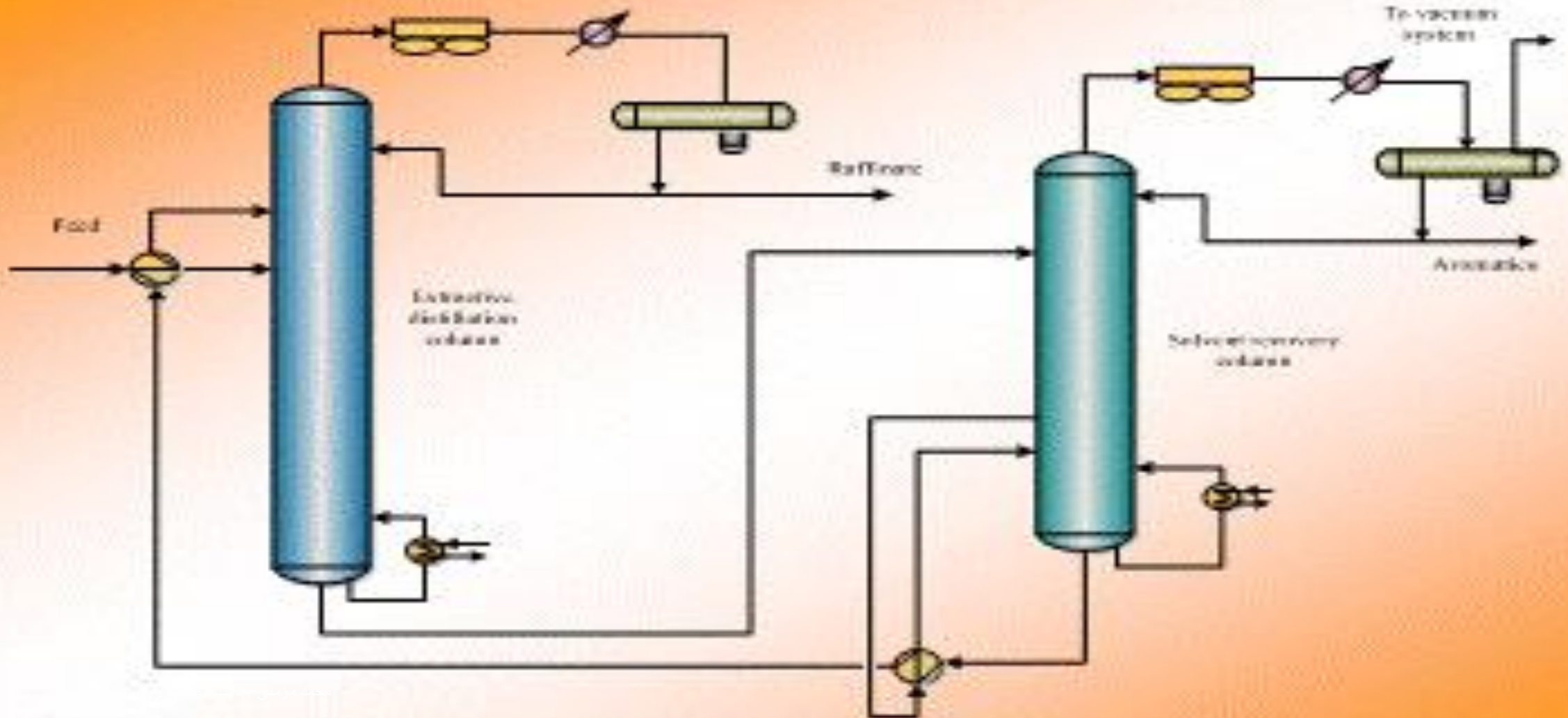
Figure 1 Flow sheet of azeotropic distillation

تقطیر استخراجی

جداسازی اجزای با نقطه جوش تقریباً یکسان از طریق تقطیر ساده مشکل است و به دلیل تشکیل آزنوتروپ جداسازی کامل آنها غیرممکن می‌باشد. برای چنین سیستم‌هایی با افزایش یک جزء سوم به مخلوط که باعث تغییر فراریت نسبی ترکیبات اولیه می‌شود جداسازی ممکن خواهد شد. جزء افزوده شده باید مایعی با نقطه جوش بالا باشد، قابلیت حل شدن در هر دو جزء کلیدی را داشته باشد و از لحاظ شیمیایی به یکی از آنها شبیه باشد. جزء کلیدی که به حلال بیشتر شبیه است ضریب فعالیت پایین‌تری از جزء دیگر محلول دارد در نتیجه جداسازی بهبود می‌یابد.

مثالی از تقطیر استخراجی، استفاده از فورفورال در جداسازی بوتادیان و بوتن است. فورفورال که حلالی به شدت قطبی است، فعالیت بوتادیان را بیشتر از بوتن و بوتان کم می‌کند. بوتادیان و فورفورال وارد قسمت فوقانی ستون تقطیر استخراجی می‌شود و با انجام تقطیر بوتادیان از فورفورال جدا می‌شود.

تقطیر استخراجی



تقطیر جزء به جزء

جدا کردن موادی که نقطه جوش آنها خیلی به هم نزدیک باشد توسط تقطیر جزء به جزء صورت می‌گیرد. اختلاف این روش با تقطیر ساده این است که در این حالت از یک ستون تقطیر جزء به جزء استفاده می‌شود. ستون‌های تقطیر جزء به جزء انواع متعددی دارند ولی در تمام آنها چند خصلت کلی مشاهده می‌شود. این ستون‌ها مسیر عمودی را به وجود می‌آورند که باید بخار در انتقال از ظرف تقطیر به مبرد از آن بگذرد، این مسیر به مقدار قابل ملاحظه‌ای از مسیر دستگاه تقطیر ساده طولی‌تر است.

هنگام انتقال بخار از ظرف تقطیر به بالای ستون مقداری از بخار متراکم می‌شود. مایع متراکم شده، در حالی که به پایین ستون می‌ریزد، دوباره در تماس با بخاری که از پایین به بالا در جریان است به طور جزئی تبخیر می‌شود و به سمت بالا می‌رود و طی این میعان و تبخیر شدن‌های متوالی بخار از جزء فرارتر غنی‌تر می‌شود.

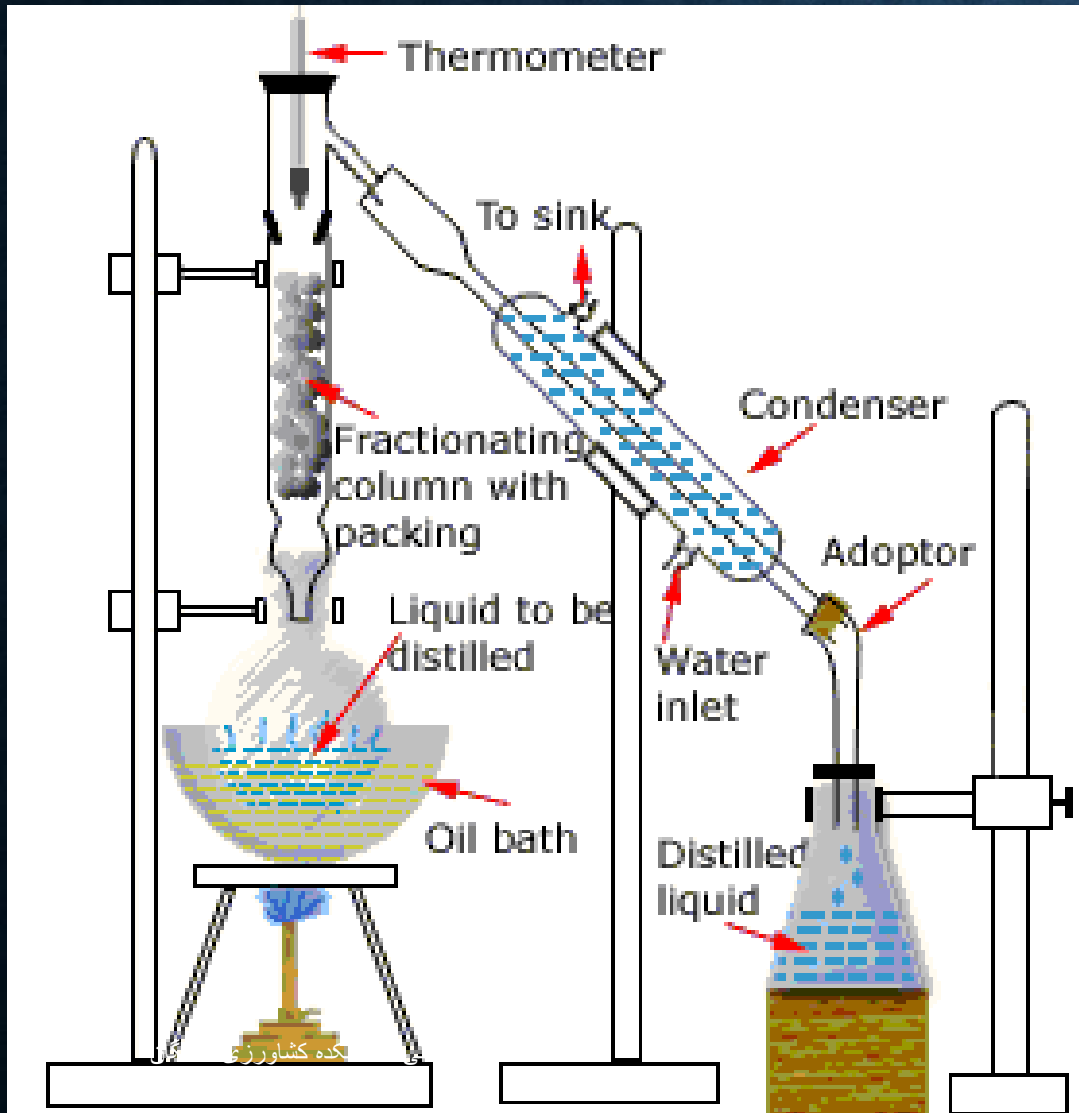
تقطیر جزء به جزء

یعنی هرچه به سمت بالای ستون پیش می‌رویم غلظت جزء فرارتر بیشتر و هر چه به سمت پایین می‌آییم غلظت جزء غیر فرار بیشتر می‌شود.

از نقطه نظر تئوری، جدا کردن دو ترکیب فرار به طور کامل، بوسیله تقطیر حتی زمانی که اختلاف در نقطه جوش آنها زیاد باشد امکان پذیر نیست زیرا همیشه جزء دارای نقطه جوش پایین‌تر، فشار بخارش را بر روی نقطه جوش جزء دیگر اعمال نموده و پاره‌ای از مولکول‌های با نقطه جوش بالاتر نیز تقطیر می‌گردند. اما بهر حال در امور تجربی، بوسیله تقطیر جزء به جزء می‌توان مخلوط این گونه مایعات را در حد مطلوبی جدا نمود.

تقطیر جزء به جزء به صورت مجموعه‌ای از تقطیرهای ساده و متوالی انجام می‌گیرد اما به جای داشتن چندین کندانسور و مخزن جمع‌کننده قطرات، تبخیر و چگالش همگی در یک ستون انجام می‌گیرد.

تقطیر جزء به جزء

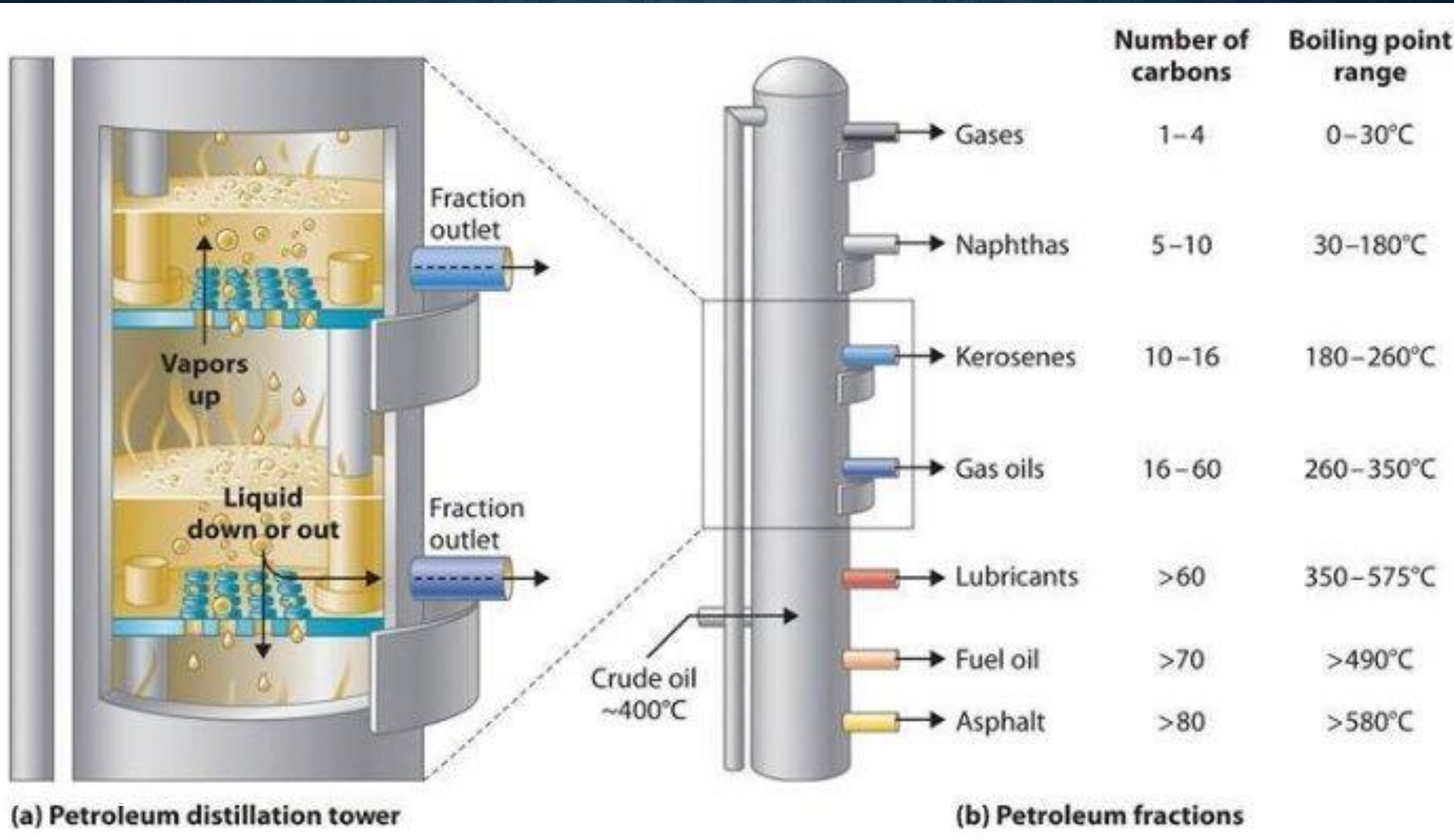


تقطیر جزء به جزء

فرایند تقطیر جزء به جزء:

تقطیر جزء به جزء در ستون تقطیر سینی‌دار و یا پر شده انجام می‌گیرد. به این ترتیب که بخارات حاصل شده از پایین به طرف بالای ستون حرکت می‌کند و با فاز مایعی که از میعان بخارات قبلی که در طول ستون تولید شده‌اند و به طرف پایین جریان دارند در تماس می‌باشد و به این صورت تماس کامل بین فاز گاز و مایع برقرار می‌شود. در ستون تقطیر، دما از پایین به بالا کاهش می‌یابد. بخارهایی که نقطه میعان آنها مساوی درجه حرارت سینی باشد، روی آن سینی به مایع تبدیل و جمع می‌گردد و به روی سینی پایینی می‌ریزد. در نتیجه این عمل فاز بخار (غنی از جزء سبک) از بالای ستون خارج می‌شود و فاز مایع (غنی از جزء سنگین) از پایین جمع‌آوری می‌گردد. بخارهای خارج شده از قسمت بالای ستون در کندانسورها به مایع تبدیل شده و به عنوان محصول جمع‌آوری می‌شود.

تقطیر جزء به جزء



ی سمنگان

تقطیر جزء به جزء

معمولا مقداری از مایع جمع آوری شده جهت کنترل دمای ستون تقطیر به عنوان مایع برگشتی به داخل آن برمی گردد. قسمت بالای ستون تقطیر تا سینی که خوراک روی آن می ریزد را **منطقه تفکیک ستون** و قسمت پایین ستون مربوط به خوراک را **منطقه عریان کننده** می نامند.

برای این که بین فازهای مایع و بخار در سراسر ستون تعادل برقرار باشد، شروط ذیل لازم است :

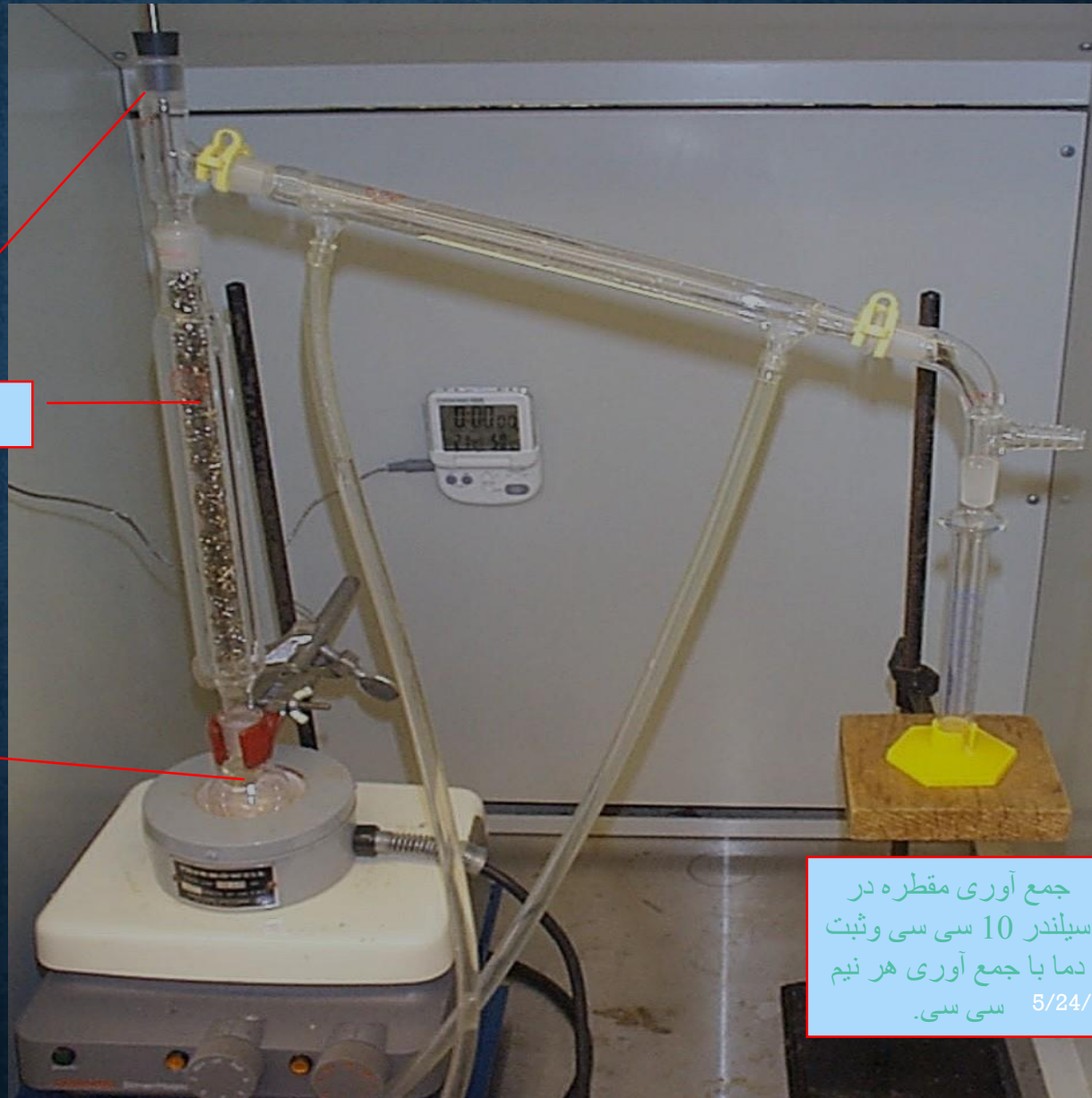
I. تماس کامل و مداوم بین فازهای بخار و مایع در ستون

II. حفظ افت مناسبی از درجه حرارت در طول ستون

III. طول کافی ستون

IV. اختلاف کافی در نقاط جوش اجزای مخلوط مایع

تقطیر جزء به جزء



سر تقطیر

ستون پر شده با استیل ضد زنگ

بالون تقطیر

جمع آوری مقطره در
سیلندر 10 سی سی و ثابت
دما با جمع آوری هر نیم
سی سی 5/24/2016

تقطیر جزء به جزء

تقطیر جزء به جزء مخلوط‌های دو جزئی و چند جزئی :

در سیستم‌های دو جزئی از یک مرحله به مرحله دیگر، به جز در نقطه آزنوتروپ، دما و منحنی تعادل تغییر می‌کنند و یک جزء در تمام ستون فرارتر است. اما در سیستم‌های چند جزئی یک جزء ممکن است در یک قسمت ستون فرارتر و در قسمت دیگر فراریت کمتری داشته باشد که ماهیت پیچیده غلظت اجزا را نشان می‌دهد.

تعادل فازی سیستم‌های چند جزئی نسبت به دو جزئی بسیار پیچیده است به دلیل اینکه تعداد اجزاء زیاد است. تعادل به دما بستگی دارد و دما از یک مرحله به مرحله دیگر تغییر می‌کند.

تقطیر با مایع برگشتی

در این روش تقطیر، قسمتی از بخارات حاصله در بالای برج، بعد از میعان به صورت محصول خارج شده و قسمت زیادی به داخل برج برگردانده می‌شود. این مایع به **مایع برگشتی** موسوم است.

مایع برگشتی با بخارات در حال صعود در تماس قرار داده می‌شود تا انتقال ماده و انتقال حرارت، صورت گیرد. از آنجا که مایعات در داخل برج در نقطه جوش خود هستند، لذا در هر تماس مقداری از بخار، تبدیل به مایع و قسمتی از مایع نیز تبدیل به بخار می‌شود.

نتیجه نهایی مجوعه این تماس‌ها، بخاری اشباع از بخش‌های با نقطه جوش کم و مایعی اشباع از مواد با نقطه جوش زیاد می‌باشد. در تقطیر با مایع برگشتی با استفاده از تماس بخار و مایع، می‌توان محصولات مورد نیاز را با هر درجه خلوص تولید کرد، مشروط بر اینکه به مقدار کافی مایع برگشتی و سینی در برج موجود باشد.

تقطیر با مایع برگشتی

بوسیله مایع برگشتی یا تعداد سینی‌های داخل برج می‌توانیم درجه خلوص را تغییر دهیم. لازم به توضیح است که ازدیاد مقدار مایع برگشتی باعث افزایش میزان سوخت خواهد شد. چون تمام مایع برگشتی باید دوباره به صورت بخار تبدیل شود.

امروزه به علت گرانی سوخت، سعی می‌شود برای بدست آوردن خلوص بیشتر محصولات، به جای ازدیاد مایع برگشتی از سینی‌های بیشتری در برج‌های تقطیر استفاده شود.

انواع مایع برگشتی :

۱- **مایع برگشتی سرد** : این نوع مایع برگشتی با درجه حرارتی کمتر از دمای بالای برج تقطیر برگردانده می‌شود. مقدار گرمای گرفته شده، برابر با مجموع گرمای نهان و گرمای مخصوص مورد نیاز برای رساندن

دمای مایع به دمای بالای برج است.

تقطیر با مایع برگشتی

۲- مایع برگشتی گرم : مایع برگشتی گرم با درجه حرارتی برابر با دمای بخارات خروجی برج مورد استفاده قرار می گیرد.

۳- مایع برگشتی داخلی : مجموع مایع های برگشتی داخل برج را که از سینی های بالا تا پایین در حرکت است، مایع برگشتی داخلی گویند.

۴- مایع برگشت دورانی : این نوع مایع برگشتی، تبخیر نمی شود. بلکه فقط گرمای مخصوص معادل با اختلاف دمای حاصل از دوران خود را از برج خارج می کند. این مایع برگشتی با دمای زیاد از برج خارج شده و بعد از سرد شدن با درجه حرارتی کمتر به برج برمی گردد. معمولاً این نوع مایع برگشتی در قسمتهای میانی یا درونی برج بکار گرفته می شود و مایع برگشتی جانبی هم خوانده می شود. اثر عمده این روش، تقلیل حجم بخارات موجود در برج است.

استخراج اسانس ہا

اسانس چیست



قسمت اعظم مواد معطره موجود در گیاهان را اسانس‌ها تشکیل می‌دهند.

اسانس‌ها (Essential oil) طبقه‌ای از روغن‌های فراری هستند که جنبه گیاهی دارند و شامل ترکیبات شیمیایی معطر سنگین، فرار و چرب می‌باشند.

به طور کلی بی‌رنگ هستند خصوصاً هنگامی که تازه تهیه شده باشند. ولی در اثر مرور زمان به علت اکسیداسیون و رزینی شدن، رنگ آنها تیره می‌گردد.

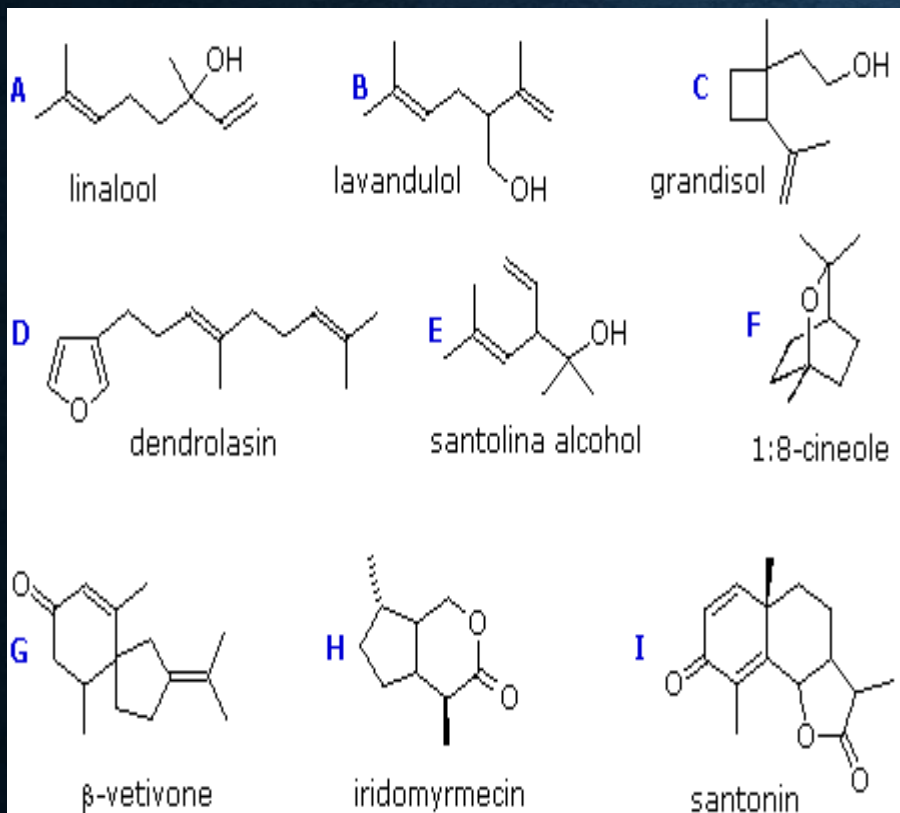
ساختار اسانس‌ها

اسانس‌ها عمدتاً از ترکیبات **ترپنوئیدی** و یا از ترکیب‌هایی که منشأ ترپنی دارند، تشکیل شده‌اند؛ اما برخی از اسانس‌ها نیز وجود دارند که از ترکیبات گوگرددار (اسانس پیاز، سیر و خردل) حاصل شده‌اند و بعضی دیگر هم از موادی نظیر فنل‌ها، آلدئیدهای معطر و کومارین‌ها بوجود آمده‌اند.

ترپن‌ها موادی هستند به فرمول کلی $C_{10}H_{16}$ که از واحدهای ساختمانی (ایزوپرن) ساخته شده‌اند. ترپن‌ها ممکن است به صورت **خطی** یا **حلقوی** باشند. در گیاهان، پنج اتم کربن (ایزوپرن) به عنوان مواد شیمیایی اولیه برای سنتز این گونه مواد به کار می‌رود که بر حسب تعداد و چگونگی اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر، مواد شیمیایی مختلف نظیر ترپن‌ها (با ۱۰ اتم کربن)، سزکویی ترپن‌ها (با ۱۵ اتم کربن)، دی ترپن‌ها (با ۲۰ اتم کربن) را به وجود می‌آورند.

ساختار اسانس‌ها

وجود **اکسیژن** در ساختمان شیمیایی این مواد، باعث به وجود آمدن مشتقات مختلفی از آنها می‌شود. یعنی بر حسب اینکه اتم اکسیژن در کدام بخش از مولکول مشتقات مذکور قرار گیرد، موادی چون الکل‌ها، استرها، آلدئیدها و کتون‌ها تشکیل می‌شود.



معمولاً مجموعه‌ای از ترپنوئیدهای مختلف، اسانس یک گیاه یا اندام گیاهی را می‌سازند. لذا هر ماده ترپنی نقطه جوش متفاوتی دارد. به طور مثال **ترین هیدروکربون‌ها** از نقطه جوش معادل ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه، **ترین الکل‌ها** ۲۰۰ تا ۲۳۰ درجه، **سزکوئی ترین‌ها** و مشتقات آنها از نقطه جوشی معادل ۲۶۰ تا ۲۹۰ درجه سانتیگراد برخوردارند.

ویژگی‌های فیزیکی اسانس‌ها

- I.** اسانس‌ها دارای بوی مشخصند که به علت ترکیبات متشکله مختلف، بوی اسانس به طور محسوس در مجاورت هوا و نور عوض می‌شود.
- II.** طعم اسانس‌ها متفاوت است. برخی شیرین و ملایم و برخی ملس، تلخ و یا سوزاننده‌اند.
- III.** از نظر حالیت، اسانس‌ها در آب نامحلولند ولی با آب تا حدودی مخلوط شده و بوی خود را به آب منتقل می‌کنند (آب‌های آروماتیک).
- IV.** وزن مخصوص روغن‌های اسانس‌دار اغلب از آب کمتر بوده و از آب سبک‌ترند.
- V.** اکثر اسانس‌ها به صورت تازه و خالص، بصورت بی‌رنگ هستند.
- VI.** اسانس‌ها در مجاورت هوا رنگی می‌شوند مثل رنگ زرد نعنای یا قهوه‌ای در اسانس دارچین.

محل اسانس در گیاهان

اسانس‌ها بسته به نوع تیره‌های گیاهی ممکن است در اندام‌های زیر تجمع یابند:

I. اندام‌های ترش‌حی مانند کرک‌های غده‌ای (در تیره نعناعیان)

II. سلول پارانشیم تغییر یافته (در تیره فلفل)

III. لوله‌های اسانسی به نام **Vittae** (در تیره چتریان)

IV. کانال‌های لیزوژن (در تیره کاج و مرکبات)

V. گلبرک‌ها (در گل سرخ)

VI. تمام سلول‌ها (در گیاهان تیره کاج)

تفاوت اسانس‌ها با روغن غیر فرار (ثابت)

I. اسانس‌ها قابل تبخیرند و می‌توان آنها را از قسمت‌های مختلف گیاه بوسیله تقطیر بدست آورد.

II. اسانس‌ها فاقد ترکیب استرهای گلیسرول و اسیدهای چرب می‌باشند و به همین خاطر تولید لکه روغنی ثابت روی کاغذ نمی‌کنند و بوسیله قلیایی‌ها هم صابونی نمی‌گردند.

III. اسانس‌ها بر خلاف روغن‌های ثابت، طعم تند پیدا نمی‌کنند ولی در اثر مجاورت با هوا اکسیده و رزینی می‌گردند.



اثرات اسانس‌ها

۱- استعمال خارجی :

- I. اثر بر جریان خون اسانس‌ها باعث تحریک و بهبودی جریان خون می‌شوند
- II. اثر ضد التهاب مثل ماتریسین در گیاه بابونه
- III. اثر ضد عفونی کنندگی اسانس‌ها
- IV. اثر ضد بوی اسانس‌ها مانند عصاره بابونه، آویشن و ...
- V. اثر تحریک کنندگی مانند اسانس بابونه
- VI. اثر حشره کشی و دفع حشرات مانند اسانس‌های سیترونلا، اکالیپتوس و میخک

اثرات اسانس‌ها

۲- استعمال داخلی:

- I. اثرات آرام بخش مانند اسانس سنبل الطیب
- II. اثرات اسپاسمودیک مانند اسانس زیره سیاه، پرتقال، نعناع
- III. تحریک ترشحات غدد دستگاه گوارشی مانند اسانس‌های رازیانه، نعناع، دارچین، بابونه، گشنیز، ریحان
- IV. اثر دیورتیک (داروهای ادرار آور یا مدر) مانند میوه نوعی ارس (Berry Juniper)
- V. اثرات محرک جریان خون
- VI. اثر خلط آور مانند اسانس آنیسون، کاج، اکالیپتوس، رازیانه و صنوبر
- VII. اثرات ضد التهابی و آنتی سپتیک مانند اسانس بابونه

استخراج اسانس‌ها

روش استخراج اسانس با توجه به **گونه و اندام گیاه و نوع ماده موثره و سرانجام درجه خلوص محصول** نهایی در نظر گرفته می‌شود. که انواع روش‌های استخراج به شرح ذیل می‌باشد:

1. روش تقطیر
2. روش خراش، فشار و تیغ زدن
3. روش استخراج با حلال
4. استخراج با استفاده از آنزیم‌های هیدرولیزکننده
5. استخراج اسانس به روش سیال فوق بحرانی (دی اکسید کربن)
6. استخراج اسانس با استفاده از انرژی مافوق صوت

استخراج اسانس‌ها

شایان ذکر است که در کل در انتخاب روش استخراج مواد موجود در گیاه بایستی بدانیم استخراج چه ترکیبی در گیاه مورد نظر می‌باشد و یا کدام ترکیب خاص از یک گیاه مورد نیاز است؟ مثلاً اگر **Mandenol** ترکیب مطلوب مورد نظر ما باشد بایستی از روش استخراج با حلال استفاده کرد زیرا در روش تقطیر با آب درصد این ترکیب حدود ۲ درصد اما در استخراج با حلال درصد آن حدود ۱۰ درصد می‌باشد و در روش مایکروویو صفر درصد است.

بنابراین هر چند هر یک از روش‌های استخراج ممکن است فواید و معایبی نسبت به یکدیگر داشته باشند، ولیکن نوع ماده مؤثره و یا یک ترکیب خاص در آن ماده در روش استخراج ما مؤثر است.

تفاوت بین تقطیر و استخراج

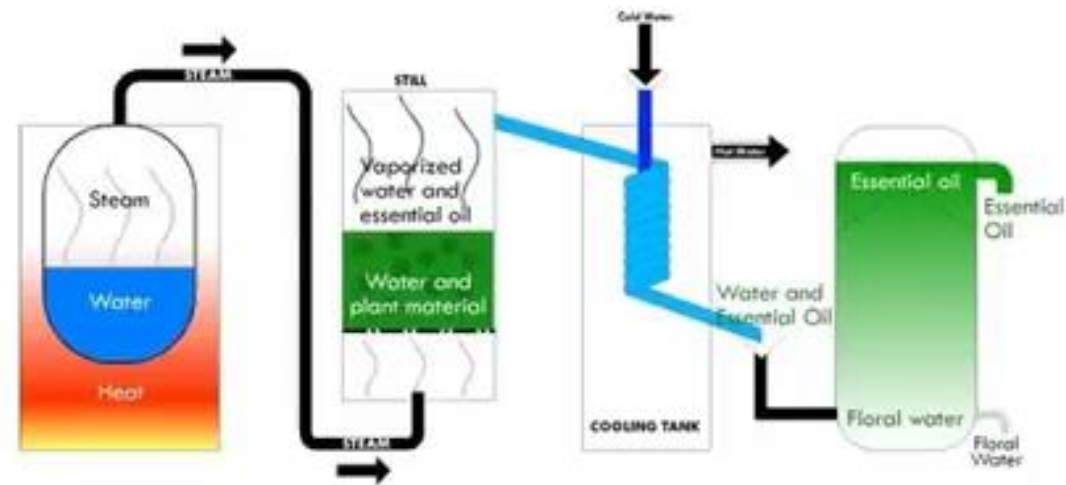
اگر چه تقطیر و استخراج دو روش جداسازی فیزیکی هستند که در صنعت برای به دست آوردن مواد شیمیایی خالص (مواد مؤثره) در بسیاری از برنامه‌های کاربردی بیشتر مورد استفاده قرار دارند ولیکن تفاوتی بین تقطیر و استخراج براساس روش‌های مورد استفاده در آنها وجود دارد.

تفاوت کلیدی بین تقطیر و استخراج این است که :

تقطیر به دنبال حرارت دادن یک مخلوط مایع و جمع‌آوری بخار مایع حاصل در نقطه جوش آنها و سپس تغلیظ بخار برای استحصال ماده خالص است.

استخراج، در حالی است که یک حلال مناسب برای فرآیند جداسازی استفاده می‌شود.

تفاوت بین تقطیر و استخراج



روش تقطیر

روش تقطیر به چندین شکل مورد استفاده قرار می‌گیرد:

VIII. تقطیر نوبتی

IX. تقطیر در دیگ‌های متحرک

X. تقطیر تجزیه‌ای

XI. تقطیر جزء به جزء

I. تقطیر با آب

II. تقطیر با آب و بخار

III. تقطیر با بخار آب

IV. استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان با یک حلال الی

V. تقطیر سیار صحرائی و اسانس‌گیری قابل حمل

VI. تقطیر در خلاء

VII. تقطیر دائمی

روش تقطیر

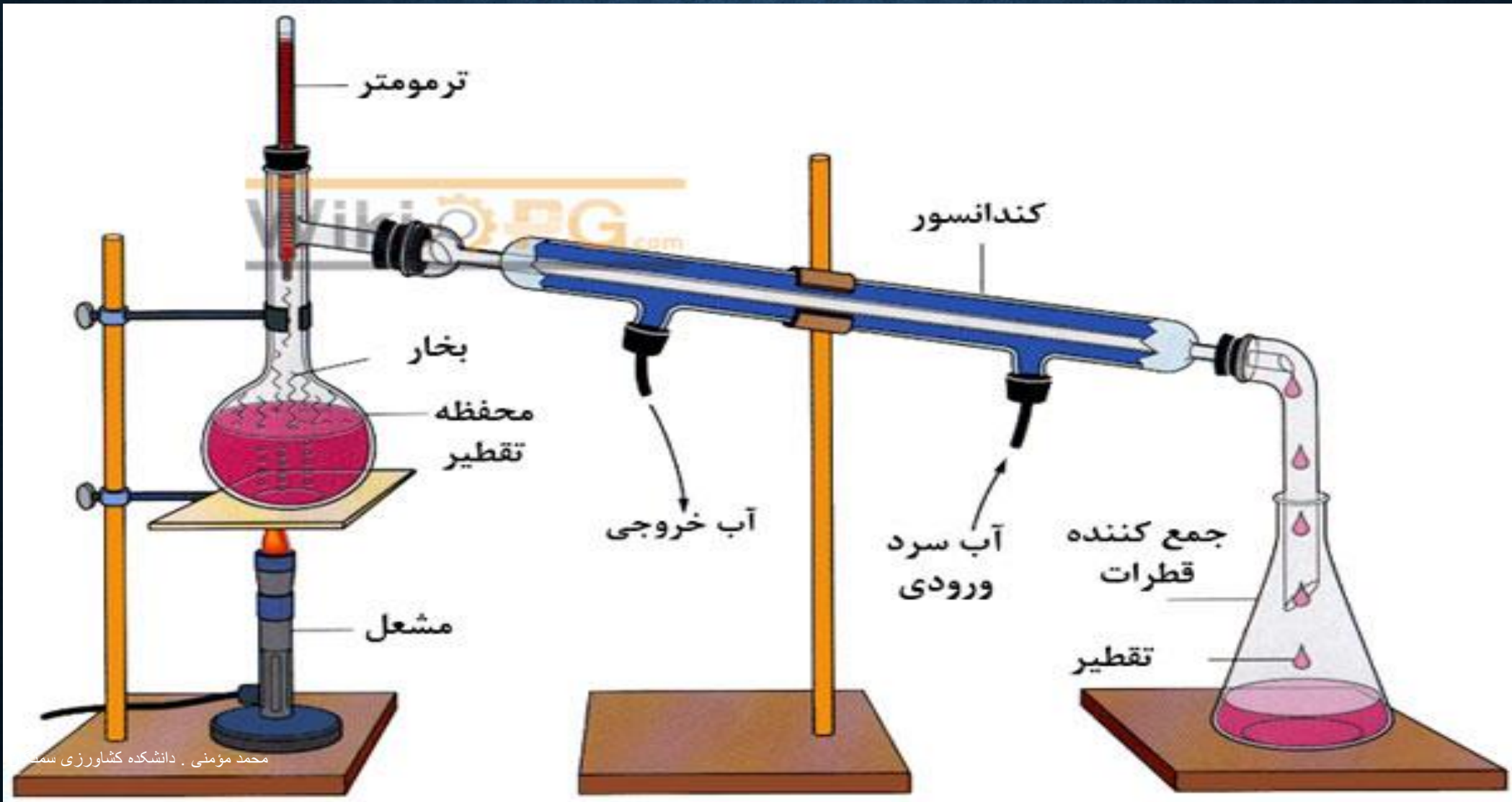
۱- تقطیر با آب (تقطیر ساده) :

از این روش در مورد گیاهانی استفاده می‌شود که خشک باشند. بدین منظور اندام مورد نظر گیاه را داخل محفظه دستگاه تقطیر می‌ریزند و حرارت لازم را می‌دهند تا تمام مواد فرار (آب و اسانس) از بالن محتوی آب و گیاه به قسمت سردکننده دستگاه رفته و پس از سرد شدن در محل مورد نظر جمع‌آوری گردند.


اسانس در اثر حرارت تجزیه نمی‌شود. در صورتی که وزن مخصوص اسانس بیشتر یا نزدیک به آب باشد جداسازی اسانس توسط حلال مناسب که به ظرف جمع‌آوری اضافه خواهد شد، موجب می‌شود که اسانس در حلال حل شده و سپس روی فاز آبی به حالت شناور درآمده و جداسازی صورت می‌گیرد.

دستگاه تقطیر با آب **طرح کلونجر** یک نمونه از این نوع تقطیر می‌باشد.

روش تقطیر



روش تقطير



Experiment #1:
Making an
essential oil

روش تقطیر

۲- تقطیر با آب و بخار :

در این روش گیاه را در محفظه جداگانه‌ای ریخته می‌شود و مخزن آنرا در بالای بالون محتوی آب جوش قرار می‌دهند، به طوری که گیاه درون آب نیست بلکه در مجاورت بخار آب اشباع قرار دارد.

تقطیر با آب و بخار در مورد گیاهانی (خشک و تازه) بکار می‌رود که ممکن است در اثر غوطه‌ور شدن در آب جوش امکان استخراج اسانس از آنها کم باشد مانند (دارچین و میخک). ابتدا مواد خام را آسیاب و با آب مخلوط می‌کنند به طوری که در داخل آب قرار نگیرند. سپس جریان بخار را از داخل مواد گیاهی رطوبت دار عبور می‌دهند، با عبور بخار از میان گیاه، بخار وارد مبرد شده و پس از سرد شدن تبدیل به عرق و اسانس می‌شود که در نهایت توسط قیف جداساز، اسانس را از عرق جداسازی می‌کنند.

روش تقطير



روش تقطیر

۳- تقطیر با بخار (SD) :

روش تقطیر با بخار مستقیم جهت استخراج اسانس از گیاهان تازه بکار می‌رود. گیاهان را داخل محفظه مخصوص گیاه در دستگاه تقطیر جای می‌دهیم. گیاهان تازه دارای مقدار قابل توجهی آب می‌باشند که احتیاج به رطوبت دادن به آنها در موارد ضروری نیست.

پس از جایگزینی گیاه بخار با فشار مناسب از میان گیاه عبور می‌کند و اسانس بدین وسیله همراه با بخار آب در قسمت سردکننده جمع می‌شود. باید توجه نمود که در هنگام 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 این است که فشار بخار با شدت زیاد به داخل بافت‌ها و سلول‌های گیاهی نفوذ کند تا تجزیه مواد اسانس به حداقل ممکن برسد.

روش تقطير

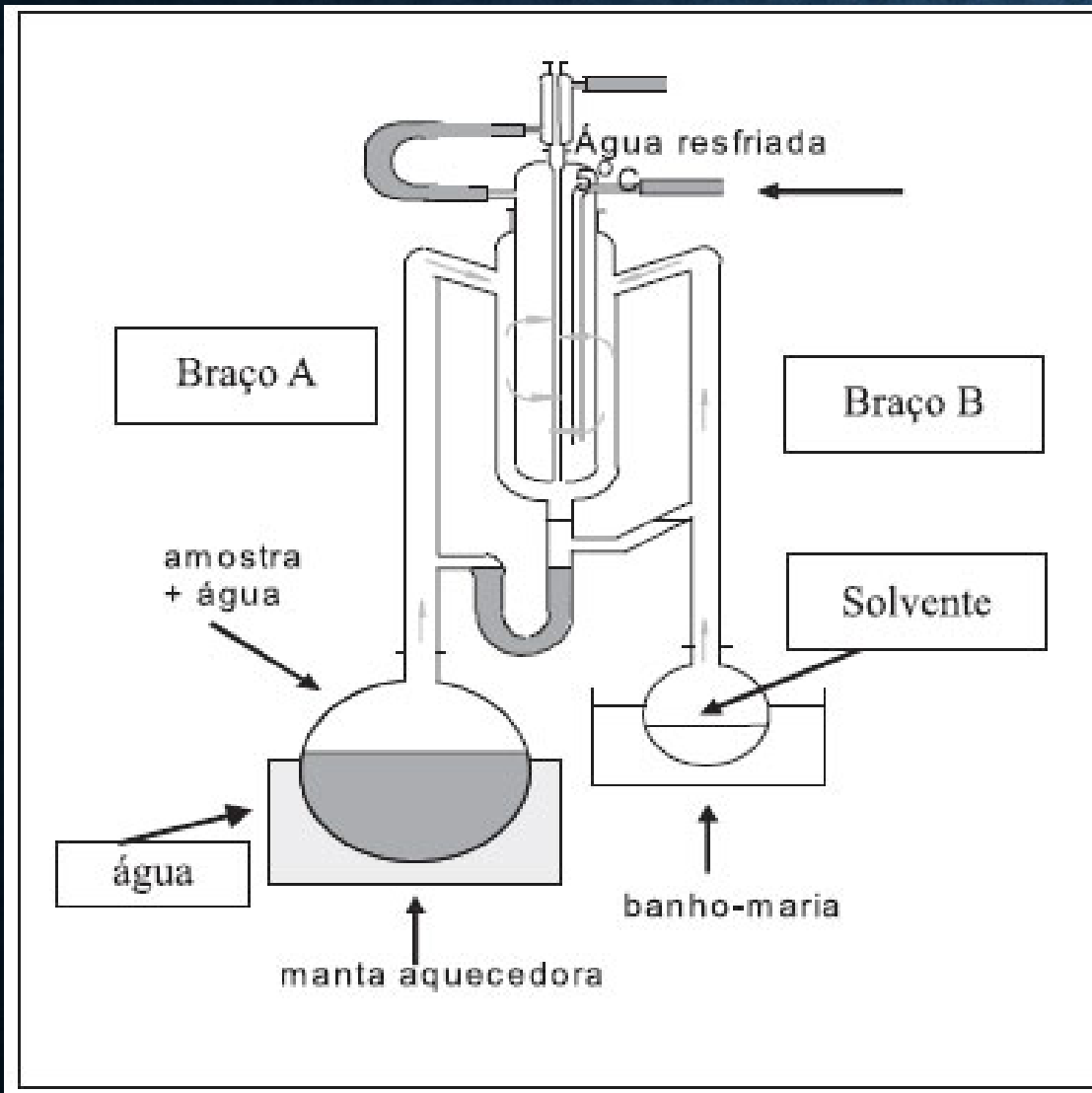


روش تقطیر

۴- تقطیر با بخار به طور همزمان با یک حلال (SDE):

روش تقطیر با بخار آب (SD) یکی از روش‌های عمومی تقطیر برای استخراج اسانس‌ها است، اما بسیار زمان‌بر است به طوری‌که گاهی به ۶ تا ۸ ساعت زمان یا بیشتر نیاز دارد تا فرآیند استخراج تکمیل شود.

روش SDE، ترکیب روش SD و استخراج همزمان اسانس‌ها به داخل مقداری حلال آلی غیرقابل امتزاج با آب است.



روش تقطیر

در این روش مخزن حاوی نمونه توسط یک سیستم گرمایشی و مخزن حاوی حلال توسط حمام آب گرم با توجه به نقطه جوش حلال گرم می‌شوند. هنگامی که حرارت داده شد، اسانس از طریق بازو به سمت کندانسور منتشر می‌شود و حلال نیز تبخیر، از طریق بازوی دیگر به سمت کندانسور حرکت می‌کند که پس از تغلیظ مواد فرار نمونه و حلال جمع‌آوری می‌شوند که این فرآیند بین ۴۰ تا ۱۲۰ دقیقه ممکن است طول بکشد.

سپس مخزن حاوی حلال توسط آب یخ به مدت ۱۰ دقیقه سرد شده و عصاره تغلیظ‌شده با اضافه نمودن حدود ۱ گرم سولفات سدیم به یک مخزن دیگر منتقل و با ۰/۵ میلی‌لیتر گاز نیتروژن شدت تغلیظ افزایش داده می‌شود و توسط پارافیلیم مهر و موم و برچسب‌زنی شده و در فریزر جهت آنالیز نگهداری می‌شود.

آنالیز و جداسازی توسط فناوری‌هایی نظیر **کروماتوگرافی جرمی** انجام می‌شود.

روش تقطیر

۵- روش تقطیر با آب به روش سنتی (عرق یا گلاب‌گیری) :

لوازم مورد نیاز :

I. دیگ (مخزن آب و گلاب) که معمولاً از جنس مس است

II. کلاهک دیگ از جنس مس می‌باشد ولی در گذشته سفالی بوده است

III. نیچه یا دو عدد لوله انتقال دهنده بخار از جنس آلومینیوم که در گذشته از جنس نی بوده است

IV. پارچ (مخزن ذخیره گلاب) که از جنس مس می‌باشد

V. سیستم گرمایش گلاب‌گیری از نوع چراغ کوره‌ای و یا شعله گازی

روش تقطیر

کار عرق و یا گلاب‌گیری سنتی با ریختن گیاه مورد نظر مانند گل محمدی به میزان لازم (۳۰-۱۲ کیلوگرم برای گل محمدی) و آب به میزان ۶۰-۳۰ لیتر بسته به عرق و یا گلاب مورد نظر در دیگ آغاز می‌شود؛ سپس سرپوش دیگ گذاشته شده و آن را محکم می‌کنند. در مرحله بعد نیچه‌ها (لوله‌های الومینیومی) در جای خود قرار داده شده و لوله‌ها را به مخزن جمع‌آوری (پارچ‌ها) که در درون حوضچه‌های آب قرار دارند متصل می‌نمایند.

با روشن نمودن سیستم گرمایشی زیر دیگ پس از حدود ۱۰ دقیقه آب و ماده گیاهی داخل دیگ به جوش می‌آید و بخارات حاصل از آن از طریق نیچه‌ها به داخل پارچ مسی منتقل شده و با تماس با دیواره‌های سرد پارچ تقطیر شده و تبدیل به گلاب یا عرقیات گیاهی می‌گردد.

معمولاً پس از ۵-۴ ساعت پارچ مسی پر از گلاب یا عرق گیاهی می‌شود.

روش تقطير



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان
<http://negahmedia.ir>

گلاب گیری

روش تقطير



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

<http://negahmedia.ir>

گلاب گیری

روش تقطير



نگاه

<http://negahmedia.ir>

محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

گلاب گیری

روش تقطير



نگاه

<http://negahmedia.ir>

محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

گلاب گیری

روش تقطیر

با توجه به توسعه روز افزون سطح زیر کشت و مصرف فرآورده های گل محمدی، دستگاه های سنتی به تنهایی جوابگویی لازم را نداشته و نیاز به وجود **دستگاه های صنعتی** با ظرفیت بیشتر مشهود می باشد. قسمت های مختلف دستگاه های صنعتی علاوه بر دستگاه های گلاب گیری سنتی شامل:

I. دستگاه سختی گیر

II. ترموستات

III. پرکن

IV. پاستوریزاتور

V. دستگاه بسته بندی و آزمایشگاه کنترل کیفی مواد

روش تقطير



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

روش تقطير



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان



azPariaz.com

روش تقطیر

۶- تقطیر سیار صحرائی :

طرز عمل در این روش طبق روش‌های معمول در اسانس‌گیری یا تولید عرقیات است و جهت گونه‌های معطری که امکان استخراج مواد معطر از آنها پس از گذشت زمان کوتاهی وجود ندارد و دارای ترکیباتی حساس و قابل تجزیه هستند بکار گرفته می‌شود.

با ایجاد بخار و هدایت آن به محفظه گیاه، بخار همراه ترکیب‌های فرار به مبرد هدایت می‌شود. بخار تقطیر شده در ظرف‌های مختلف جهت جدا کردن عرق و اسانس جمع‌آوری می‌شوند.

در این روش امکان تولید بخار به طور جداگانه وجود دارد.

روش تقطير



روش تقطیر

۷- تقطیر در خلاء:

با توجه به اینکه نقطه جوش مواد سنگین نسبتا بالاست و نیاز به دما و انرژی بیشتری دارد، و از طرف دیگر، مقاومت این مواد در مقابل حرارت بالا کمتر می‌باشد و زودتر تجزیه می‌گردند، لذا برای جدا کردن آنها از خلا نسبی استفاده می‌شود. در این حالت مواد با دمای پایین‌تر از نقطه جوش معمولی خود به جوش می‌آیند. تقطیر در خلاء دو فایده دارد:

I. فرآیند تقطیر به انرژی و دمای کمتری نیاز دارد.

II. مولکول‌ها تجزیه نمی‌شوند.

روش تقطیر

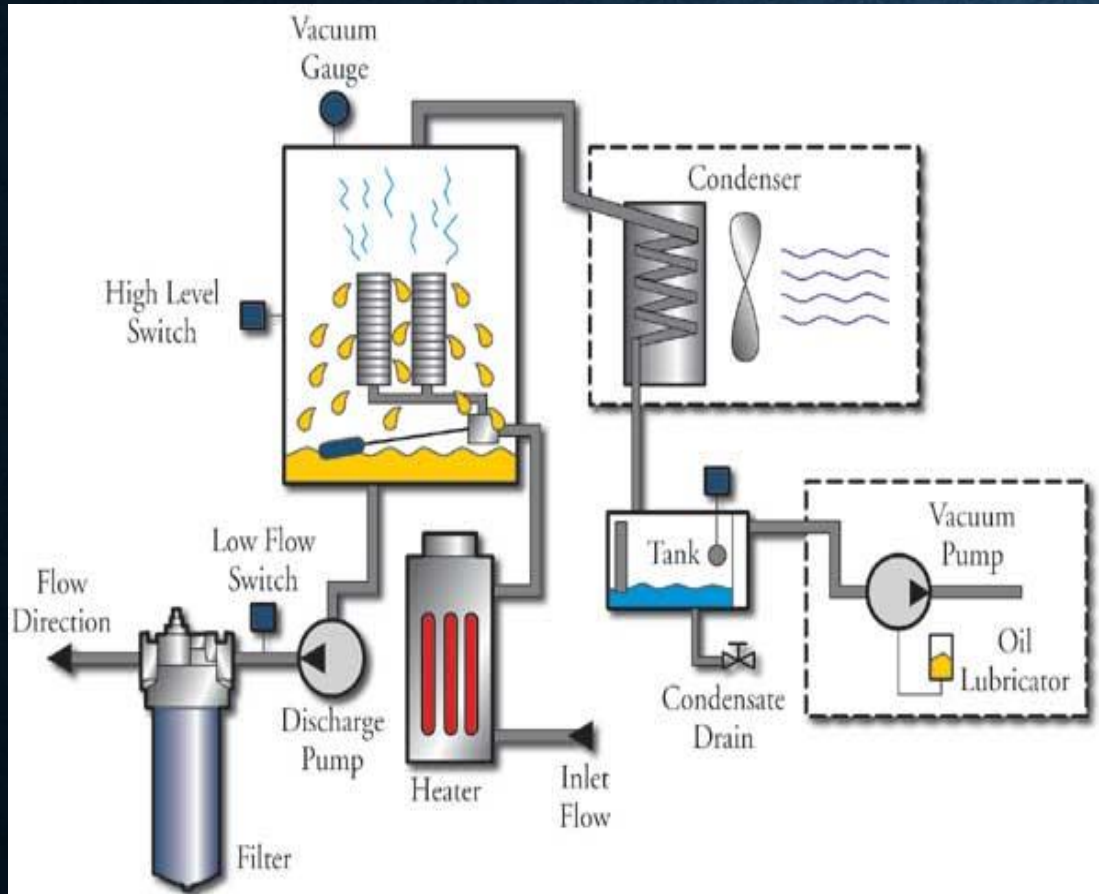


Figure 2. Process Circuit for Vacuum Distillation

محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان



روش تقطیر

still For
vacuum distillation of
essential oils

stainlessstuff.net

روش تقطیر

۸- تقطیر جزء به جزء :

جدا کردن موادی که نقطه جوش آنها خیلی به هم نزدیک باشد توسط تقطیر جزء به جزء صورت می‌گیرد. اختلاف این روش با تقطیر ساده این است که در این حالت از یک **ستون تقطیر** جزء به جزء استفاده می‌شود.

ستون‌های تقطیر جزء به جزء انواع متعددی دارند ولی در تمام آنها چند خصلت کلی مشاهده می‌شود. این ستون‌ها مسیر عمودی را به وجود می‌آورند که باید بخار در انتقال از ظرف تقطیر به مبرد از آن بگذرد، این مسیر به مقدار قابل ملاحظه‌ای از مسیر دستگاه تقطیر ساده طویل‌تر است.

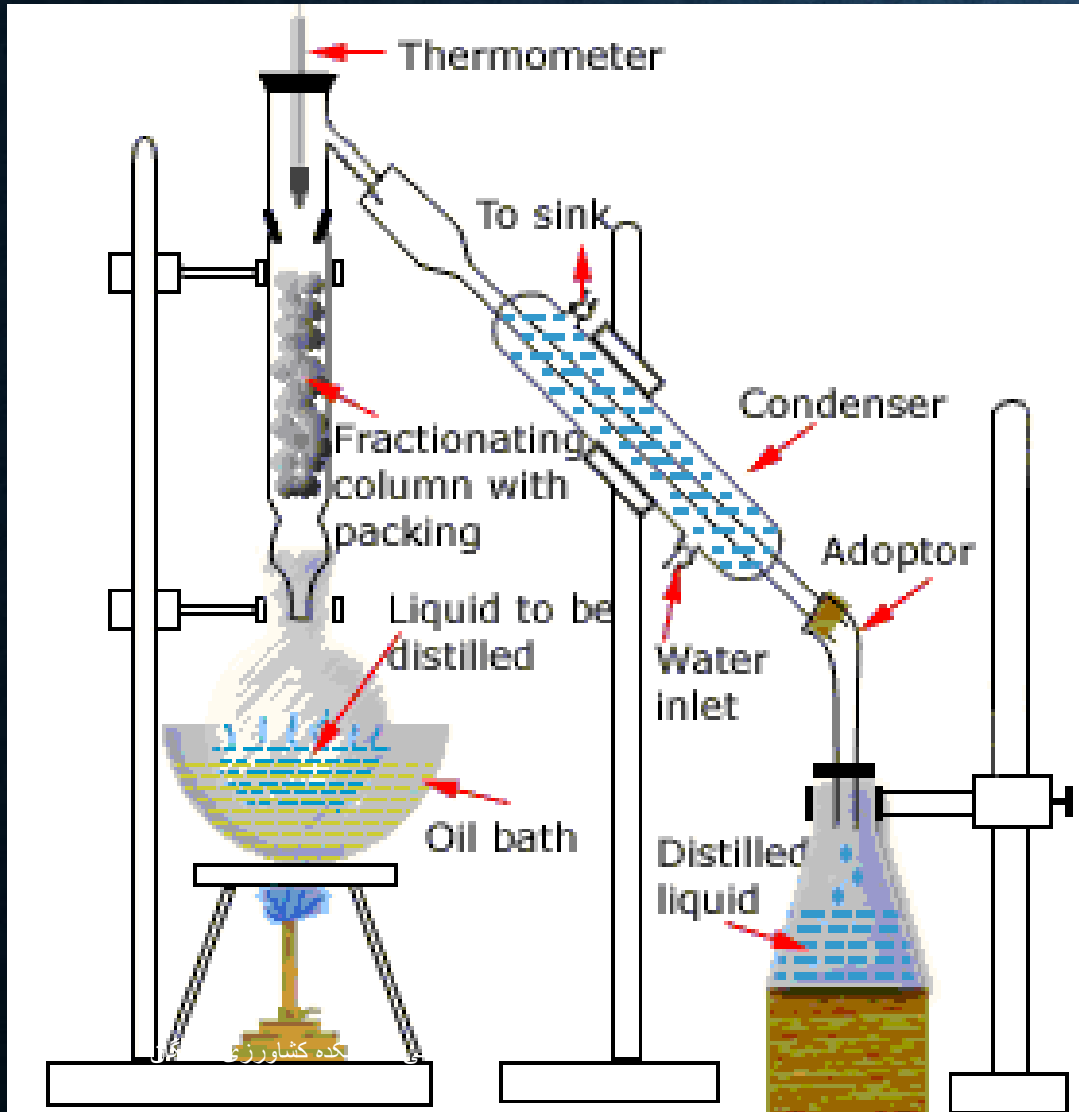
روش تقطیر

هنگام انتقال بخار از ظرف تقطیر به بالای ستون مقداری از بخار متراکم می‌شود. مایع متراکم شده، در حالی که به پایین ستون می‌ریزد، دوباره در تماس با بخاری که از پایین به بالا در جریان است به طور جزئی تبخیر می‌شود و به سمت بالا می‌رود و طی این میعان و تبخیر شدن‌های متوالی بخار از جزء فرارتر غنی‌تر می‌شود.

یعنی هرچه به سمت بالای ستون پیش می‌رویم غلظت جزء فرارتر بیشتر و هر چه به سمت پایین می‌آییم غلظت جزء غیر فرار بیشتر می‌شود.

تقطیر جزء به جزء به صورت مجموعه‌ای از تقطیرهای ساده و متوالی انجام می‌گیرد اما به جای داشتن چندین کندانسور و مخزن جمع‌کننده قطرات، تبخیر و چگالش همگی در یک ستون انجام می‌گیرد.

روش تقطیر



روش تقطیر

۹- استخراج اسانس (تقطیر) در دیگ‌های متحرک :

استخراج اسانس به روش تقطیر در **دیگ‌های متحرک** نوعی استخراج به روش **تقطیر نوبتی** است. در این روش گیاهان را پس از جمع‌آوری با ماشین‌های مخصوص به قطعات مناسبی تقسیم می‌کنند.

پس از آن قطعات مذکور را داخل **دیگ بخار چرخدار و متحرک** که به وسیله تراکتور حرکت داده می‌شود، می‌ریزند. گنجایش این نوع دیگ‌ها معمولاً ۲۵ تا ۳۵ مترمکعب می‌باشد.

دیگ بخار پس از تکمیل ظرفیت به وسیله تراکتور و یا هر وسیله نقلیه‌ای به مکان مخصوص تقطیر حمل می‌شود. پس از پیچ کردن لوله ورودی بخار به دیگ و لوله تقطیر به سردکن (کندانسور) اقدام به استخراج اسانس می‌گردد.

روش خراش. فشار و تیغ زدن

بعضی از اسانس‌ها زمانی که حرارت می‌بینند تجزیه می‌شوند که برای استخراج آنها باید از روش خراش دادن، فشار و تیغ زدن استفاده شود که شامل ۵ روش به شرح ذیل می‌باشد:

1. روش اسفنجی

2. تیغ زدن و سوراخ کردن

3. روش رنده‌ای یا سوهانی

4. روش‌های ماشینی

5. فشار سرد

روش خراش. فشار و تیغ زدن

۱- روش اسفنجی :

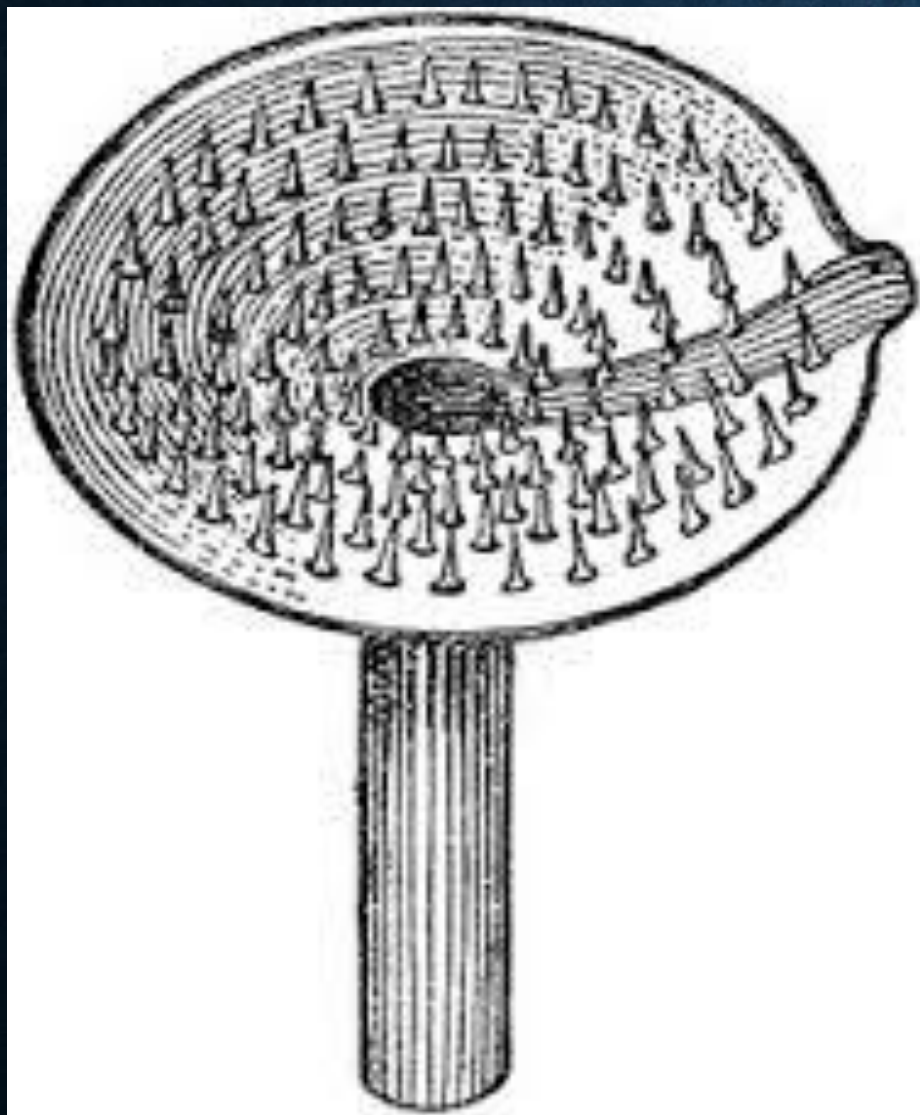
این روشی قدیمی است. میوه را از عرض نصف و محتویات آن را با قاشق خارج می کنند. پوست میوه باید مرطوب نگهداشته شود و یا به منظور سهولت خروج اسانس پوست را در آب قرار می دهند. در مرحله بعد پوستها بین اسفنج قرار داده می شود و با عمل فشردن اسانس را خارج و پس از صاف کردن آن را جمع آوری می کنند مثلا در بیشتر مرکبات.

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 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 تولید شده با استفاده از اسفنج است.

روش خراش. فشار و تیغ زدن



روش خراش. فشار و تیغ زدن



۲- روش تیغ زدن و سوراخ کردن :

بطور کلی این روش برای گونه‌های گیاهی انتخاب می‌شود که اندام‌های گوشتی دارند.

در این روش با مالش میوه (پوست) بر روی صفحاتی با تیغه‌های تیز (تیغه‌ها به داخل لایه اپیدرم نفوذ می‌کند) باعث متلاشی شدن غده‌های اسانس‌دار می‌شوند. بدین ترتیب قطره‌های اسانس به داخل ظرف ریخته و جمع‌آوری می‌شوند.

روش خراش. فشار و تیغ زدن

۳- روش رنده‌ای یا سوهانی :

در این روش پوست خارجی مرکبات را که حاوی غده‌های اسانسی است به وسیله رنده کردن یا سوهان زدن جدا می‌کنند. سپس آنها را داخل کیسه‌های مخصوص می‌ریزند و تحت فشار خیلی سخت قرار می‌دهند که اسانس‌های فرار و برخی مواد دیگر جدا شوند و به همین دلیل رنگ اسانس به دست آمده کدر می‌باشد. این محلول به دست آمده را در یک مکان ثابت می‌گذارند و به وسیله عمل **دکانته کردن** اسانس را جدا می‌کنند.



روش خراش. فشار و تیغ زدن

۴- روش‌های ماشینی :

زمانی که میزان اسانس زیاد باشد از تیغ‌زنی ماشینی و از دستگاه **سانتریفوژ** جهت جداسازی امولسیون‌های آب و اسانس از هم استفاده می‌شود.

۵- روش فشار سرد :

در خانواده مرکبات (پرتقال، لیمو و نارنج) معمولاً پوست گیاهان را به منظور استخراج اسانس تحت تاثیر فشار مکانیکی، کوبیدن و له کردن، متلاشی کردن غده‌های محتوی اسانس قرار داده و سپس مخلوط اسانس و سایر ترکیبات پوست مرکبات را داخل سانتریفوژ ریخته و در سرعت بالا و دمای پایین اقدام به جدا کردن اسانس می‌نمایند.

روش خراش. فشار و تیغ زدن



روش استخراج با حلال

استخراج با حلال، همچنین به عنوان **استخراج مایع-مایع** نیز شناخته شده است، یک روش برای جداسازی ترکیبات براساس **حلالیت نسبی** آنها از هم در دو مایع غیر قابل امتزاج مختلف است که معمولاً آب و یک حلال آلی است.

استخراج اسانس‌ها به وسیله حلال‌ها در موارد زیر استفاده می‌شود:

- I. استخراج اسانس‌های فراری که در اثر تبخیر **تجزیه** می‌شوند
- II. استخراج مواد مؤثره گیاهانی که میزان اسانس فرار آنها جزئی باشد و استفاده از روش‌های قبلی در مورد آنها امکان پذیر نباشد.

از این روش بیشتر برای **گلبرگ** یا **گل** گیاهانی که حاوی اسانس فرار است استفاده می‌شود.

روش استخراج با حلال

حلال مورد استفاده باید دارای خصوصیات زیر باشد :

- I. حلال غیر قابل امتزاج با آب باشد**
- II. فرار باشد تا به راحتی بتوان آنرا از ترکیب یا ترکیبات آلی استخراج شده، تقطیر نمود**
- III. قدرت حل کنندگی آن برای حل نمودن جسم استخراج شونده باید بیشتر از آب باشد**
- IV. حلال استخراج کننده هیچ نوع واکنشی با آب یا مواد قابل استخراج نباید بدهد**
- V. حلال از نظر سمیت، آتش گیری، انفجار، تشکیل کمتر محصولات جانبی مناسب باشد**

روش استخراج با حلال

انواع حلال‌های استخراج:

مهمترین حلالی که در استخراج به کار گرفته می‌شود **دی‌اتیل‌اتر** است که توانائی حل کردن تعداد زیادی از ترکیبات را در خود دارد.

دی‌اتیل‌اتر نسبت به اکثر ترکیبات بی‌اثر بوده و به راحتی به وسیله یک تقطیر ساده از مخلوط بازیابی می‌شود. اما **اشکال مهم** آن این است که آتش‌گیر بوده و خیلی زود در هوا محترق می‌شود.

از مهمترین حلال‌های دیگر که جهت استخراج استفاده می‌شود، می‌توان به **هگزان، پنتان، بنزن، تولوئن** و ... اشاره نمود.

روش استخراج با حلال

فرآیند استخراج:

- I. دیگ استخراج از گیاه مورد نظر پر و حلال مورد نظر روی آن ریخته می‌شود.
- II. در مرحله بعد، درجه حرارت تا نقطه جوش حلال‌ها (۶۰-۸۰ درجه سانتیگراد) تنظیم می‌گردد و یا مخلوط حلال و گیاه درون دیگ را به مدت چند ساعت تا چند روز در دمای محیط به حال خود رها می‌کنیم تا حلال از مواد موثره گیاه مورد نظر اشباع شود.
- III. سپس حلال حاوی اسانس را صاف و از بقایای گیاه جدا نموده و وارد **دیگ تغلیظ** می‌شود.
- IV. ترکیب در دیگ تغلیظ در محیط خلاء، تحت تاثیر حرارت قرار می‌گیرد تا مقداری حلال خارج و نسبت مواد حل شده گیاهی به حلال ۱ به ۱۰ برسد که محلول حاصل **کانکریت** نام دارد که کم و بیش

محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

غلیظ است.

روش استخراج با حلال

V. عمل استخراج با اضافه کردن الکل اتیلیک تکرار می‌شود و با کاهش درجه حرارت موم‌ها و سایر مواد نامناسب رسوب می‌کنند.

VI. محلول الکلی صاف و سانتریفوژ می‌گردد تا بقایای مواد نامناسب از محلول جدا شود.

VII. پس از آن الکل در دمای محیط و در خلاء از محیط خارج می‌شود.

VIII. حلال مجدداً تقطیر شده و حاصل آن یک ماده غلیظ نیمه جامد به نام **رزینوئید** می‌باشد.

با توجه به نوع اسانس از دو نوع حلال استفاده می‌شود:

1. استخراج اسانس با حلال‌های فرار

2. استخراج اسانس با حلال‌های غیر فرار

روش استخراج با حلال

۱- استخراج اسانس با حلال‌های فرار:

برای گیاهانی که میزان اسانس‌های فرار آنها زیاد است از حلال‌های فرار که نقطه جوش پایینی دارند مانند **بنزن** یا **هگزان** استفاده می‌شود. سپس حلال‌ها را که حاوی اسانس‌های فرار می‌باشند به روش تقطیر در خلاء و در حرارت‌های کم، از اسانس جدا می‌کنند.

روش استخراج با حلال

مزیت ها :

I. یکنواخت بودن درجه حرارت در هنگام استخراج (۵۰ درجه سانتیگراد)

II. اسانس های فرار به دست آمده با این روش دارای بوی بهتر و مطبوع تری نسبت به استخراج به روش تقطیر است، بنابراین از این روش در صنعت عطرسازی استفاده می شود.

معایب :

تنها اشکال این روش نسبت به روش تقطیر این است که **هزینه بالاتری** دارد. بنابراین از این روش در عطرسازی هنگامی می توان استفاده کرد که مقدار تولید کم باشد.

روش استخراج با حلال

۲- استخراج اسانس با حلال‌های غیر فرار :

از این روش برای گیاهانی که میزان اسانس فرار آنها زیاد نباشد، به ویژه برای گیاهان تازه مثل گلبرگ گل‌ها استفاده می‌شود. همچنین هنگامی از این روش بهره می‌برند که استفاده از روش‌هایی که قبلاً اشاره شد ممکن نباشد.

شیوه استخراج اسانس‌های فرار از گل به وسیله حلال‌های غیر فرار به سه روش انجام می‌گیرد :

I. روش انفوراژ

II. روش هوایی یا بادی

III. روش خیساندن

روش استخراج با حلال

I. روش انفلوراژ (Enfleurage):

استخراج اسانس از گلبرگ‌های گیاه است که اولین بار این روش در **فرانسه** به کار گرفته شد.

قالب‌هایی که از جنس شیشه و چوب هستند در این روش استفاده می‌شود. قالب‌های مورد استفاده به شکل مستطیل به ابعاد (طول ۵۰، عرض ۴۰، ارتفاع ۵ سانتیمتر) که این قالب‌ها از میانه ارتفاع توسط صفحه شیشه‌ای به دو قسمت تقسیم می‌شوند، چربی که قدرت جذب بالا، حداقل بو را دارند مثل چربی خوک و نهنگ و یا روغن‌های گیاهی مثل روغن بادام، روغن زیتون را ابتدا ذوب و سپس روی سطح صفحه‌های شیشه‌ای به صورت یک ورقه نازک می‌کشند. گل‌ها را روی لایه چربی و قالب‌ها را روی هم قرار داده و برای ۲۴ ساعت ثابت می‌گذارند تا در این مدت اسانس‌ها از گیاه آزاد شده و وارد چربی شوند.

روش استخراج با حلال

پس از ۲۴ ساعت گل‌های قبلی را خارج کرده و گل‌های جدید را جایگزین می‌کنند. این عمل را برای مدت چند هفته و چندین بار انجام می‌دهند تا لایه‌های چربی از اسانس‌های فرار اشباع شود.

پس از اینکه لایه‌های چربی اشباع شدند، گل‌ها را برداشته و روغن‌های ثابت حاوی اسانس فرار را با الکل مطلق مخلوط تا الکل، اسانس‌های فرار را در خود حل کند؛ سپس عصاره الکل را سرد نموده و به وسیله عمل صاف کردن، چربی‌ها را از آن جدا می‌کنند. این عمل استخراج را در سه نوبت با الکل انجام می‌دهند.

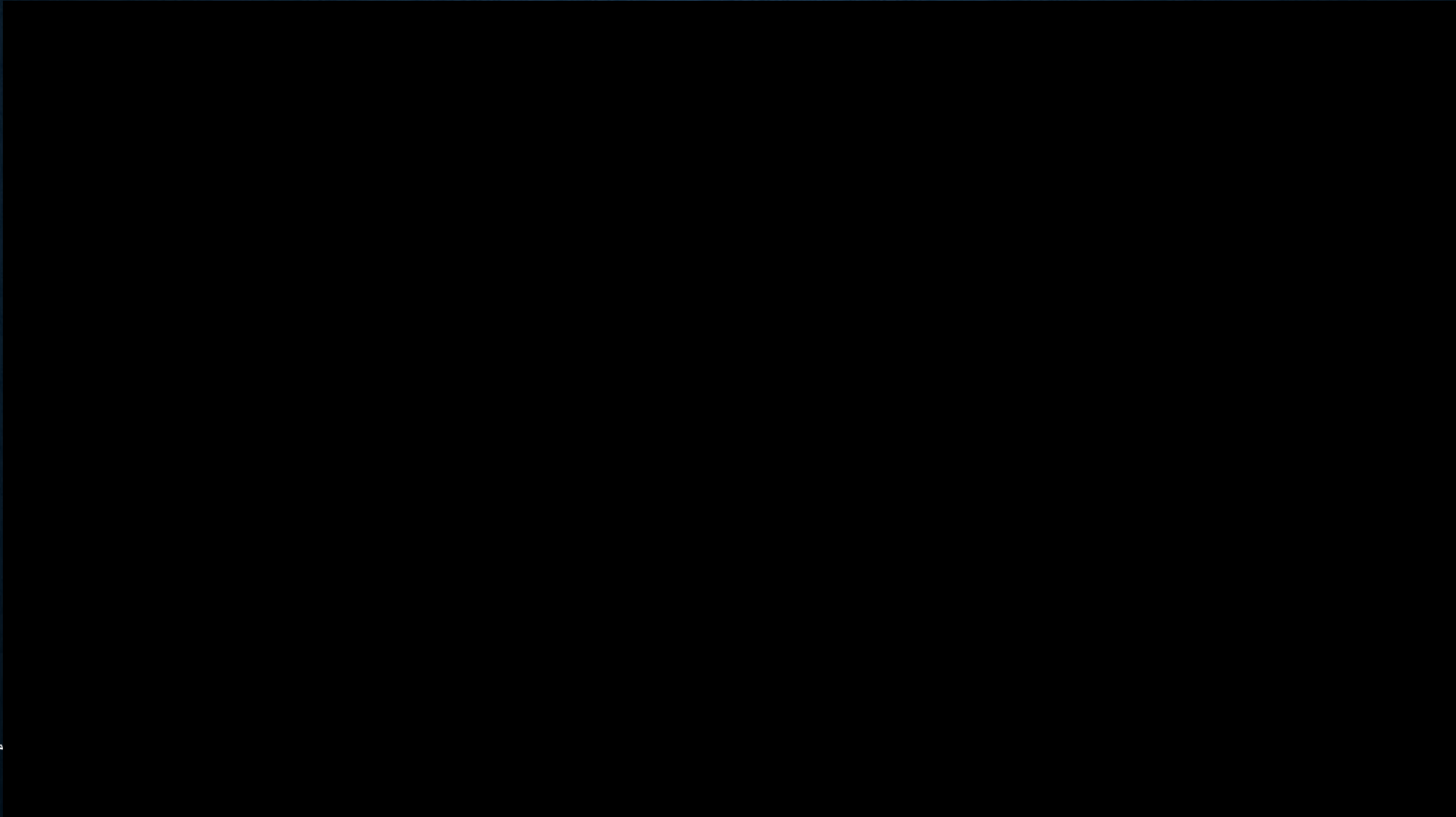
برای به دست آوردن اسانس فرار خالص، عصاره الکلی را در حرارت صفر درجه در خلا تبخیر نموده و یا عصاره الکلی را با آب رقیق کرده و مقداری کلرور سدیم در حد اشباع به آن اضافه می‌کنند، سپس اسانس فرار را به وسیله دکانتور از الکل و آب جدا می‌نمایند.

روش استخراج با حلال



در انتخاب چربی‌ها به عنوان حلال باید توجه داشت که اگر چربی سفت باشد سطح تماس کاهش می‌یابد که منجر به جذب کم ترکیبات معطر در روغن می‌شود و اگر چربی روان باشد، گلبرگ‌ها در روغن غرق و پلاسیده می‌شوند و خارج کردن آنها از درون روغن سخت‌تر می‌شود، همچنین بخشی از روغن به گلبرگ‌ها چسبیده می‌ماند.

روش استخراج با حلال



روش استخراج با حلال

II. روش هوایی یا بادی :

این روش، شبیه روش انفلوراژ است با این تفاوت که :

در این روش با عبور دادن جریان هوای گرم از روی گل باعث می‌شوند تا اسانس را از گیاه جدا و با خود حمل کند سپس این هوای گرم را که با اسانس فرار متراکم شده است به صورت افشانه وارد روغن ثابت مذاب می‌کنند.

پس از آنکه روغن ثابت مذاب از اسانس فرار اشباع شد، اسانس فرار را مطابق روش انفلوراژ استخراج می‌کنند.

روش استخراج با حلال

III. روش خیساندن (Maceration):

در این روش گل‌ها را با روغن ثابت یا چربی با دقت و ملایمت حرارت داده و به صورت یک خیسانده غلیظ درآورده و مرتب به هم می‌زنند.

بعد از آن که روغن ثابت از اسانس فرار اشباع شد، گل‌ها را خارج نموده و فشار می‌دهند تا چربی‌ها کاملاً از آن جدا گردند، سپس صبر می‌کنند تا چربی‌های حاوی اسانس فرار سرد شوند و در نهایت، اسانس فرار را با الکل در سه نوبت متوالی از چربی ثابت استخراج می‌نمایند.

روش استخراج با حلال



استخراج به روش سوکسله :

عصاره گیر سوکسله دستگاه آزمایشگاهی است که در سال ۱۸۷۹ توسط فرانتس فون سوکسلت اختراع شد. این روش در اصل برای استخراج چربی از مواد جامد طراحی شده بود، با این حال کاربرد سوکسله به استخراج لیپیدها محدود نشده است.

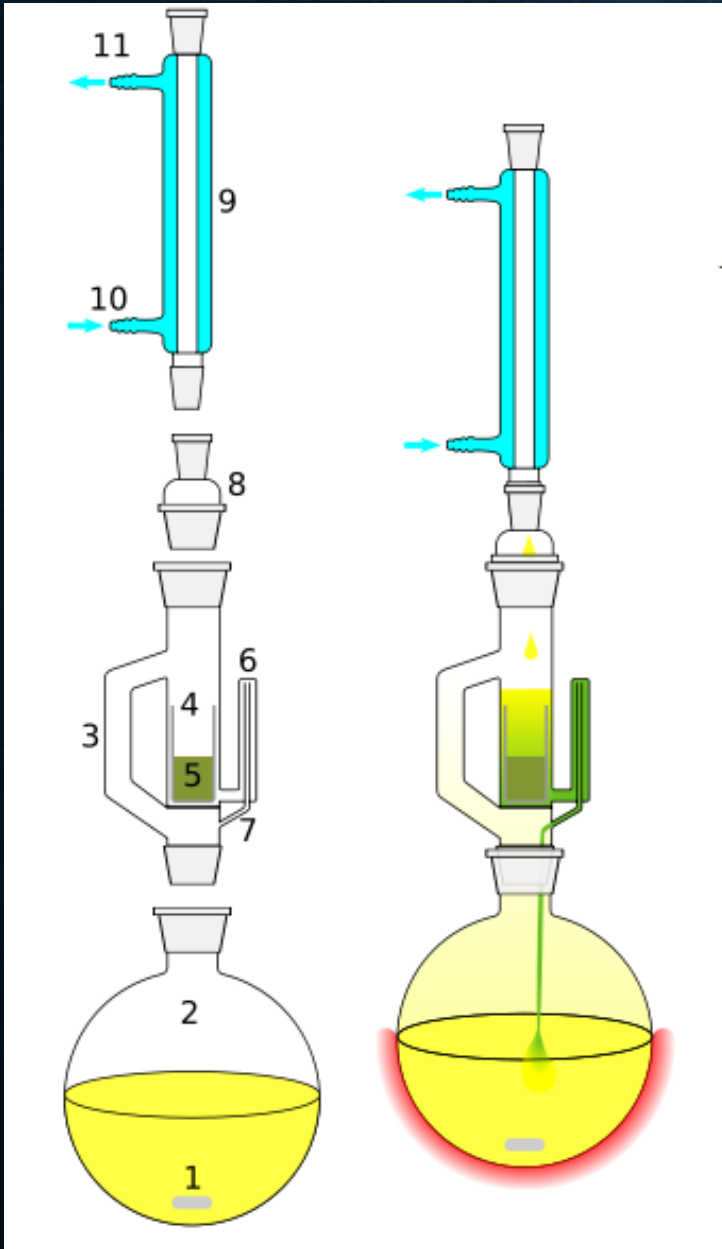
قسمت های مختلف دستگاه :

گرم کننده، بالن حلال، محفظه استخراج، انگستانه، کندانسور

روش استخراج با حلال

فرآیند کار:

روش استخراج بدین شکل است که، نمونه در مخزن سوکسله و یک حلال که معمولا هگزان است، در بالن ریخته می‌شود. درجه حرارت سیستم گرم کننده را در نقطه جوش حلال تنظیم نموده و در اثر حرارت حلال بخار شده و روی نمونه ریخته می‌شود، این چرخه وقتی که مخزن سوکسله پر شد از طریق سیفون نازک شیشه‌ای دوباره به بالن بر می‌گردد و به این ترتیب این چرخه انجام می‌شود.



روش استخراج با حلال



روش‌های نوین استخراج ترکیبات گیاهی

تقطیر و استخراج با حلال متداولترین روش استخراج در گذشته بوده‌اند که از معایب این روش‌ها:

I. طولانی بودن زمان استخراج و مصرف مقادیر زیادی حلال است که مستلزم مراحل اضافی و صرف هزینه و وقت برای بازیافت حلال و تغلیظ عصاره می‌باشد.

II. گاهی باعث آسیب به محیط زیست می‌گردد.

III. استفاده از حرارت منجر به تجزیه گرمایی برخی ترکیبات می‌گردد.

روش‌های نوین استخراج باید غیرسمی، سریع، مکانیزه و قابل اتوماسیون، دارای حساسیت بالا، از لحاظ هزینه به صرفه و از لحاظ محیطی ایمن باشند. هر چند روشی وجود ندارد که همه شرایط را داشته باشد اما

روش‌های نوین بسیار امید بخشند و می‌توانند به صورت موثر و کارا در استخراج ترکیبات موثره بکار روند.

استخراج اسانس با سیال فوق بحرانی

سیالی که فشار و دمای آن در بالاتر از نقاط بحرانی قرار می‌گیرد **سیال فوق بحرانی** نامیده می‌شود. یک سیال فوق بحرانی از نظر خواص فیزیکی مانند دانسیته، مشابه مایعات و از نظر خواص انتقالی مانند نفوذپذیری و ویسکوزیته شبیه به گازها رفتار می‌نماید.

سیال فوق بحرانی به دلیل فرار بودن بسیار بالای خود به راحتی از ماده استخراج شده، قابل جداسازی است و با تغییر مناسب دما می‌توان قدرت حلالیت آن را در دامنه وسیعی تغییر داد.

اهمیت CO_2 به عنوان سیال فوق بحرانی به دلیل **عدم اشتعال، سمیت پایین، دما و فشار فوق بحرانی پایین** (دما و فشار دی اکسید کربن برای رسیدن به بالای نقطه بحرانی ۳۱ درجه سانتیگراد و ۷۲ بار می‌باشد) است.

استخراج اسانس با سیال فوق بحرانی

اصول استخراج روش سیال فوق بحرانی :

اصول این روش بر پایه نقطه میعان گاز CO_2 در حوالی نقطه بحرانی است. دی اکسید کربن در حالت مایع قادر است مواد معطر را در خود حل نماید و در حالت گازی تشکیل دو مرحله دهد. بنابراین در حوالی نقطه بحرانی طی دو عمل متناوب (۱) **فشردن** که طی آن دی اکسید کربن بصورت مایع در می آید و با پمپ شدن به محفظه استخراج عمل انحلال ماده مؤثره در آن رخ می دهد و (۲) **انبساط** که در سپراتور همراه با تغییر دی اکسید کربن از حالت مایع به حالت گازی در اثر کاهش فشار و یا افزایش دما، اسانس ها و مواد معطر رسوب نموده و از دی اکسید کربن جدا می شوند.

در این روش امکان استفاده مجدد از گاز دی اکسید کربن مصرف شده وجود دارد.

استخراج اسانس با سیال فوق بحرانی

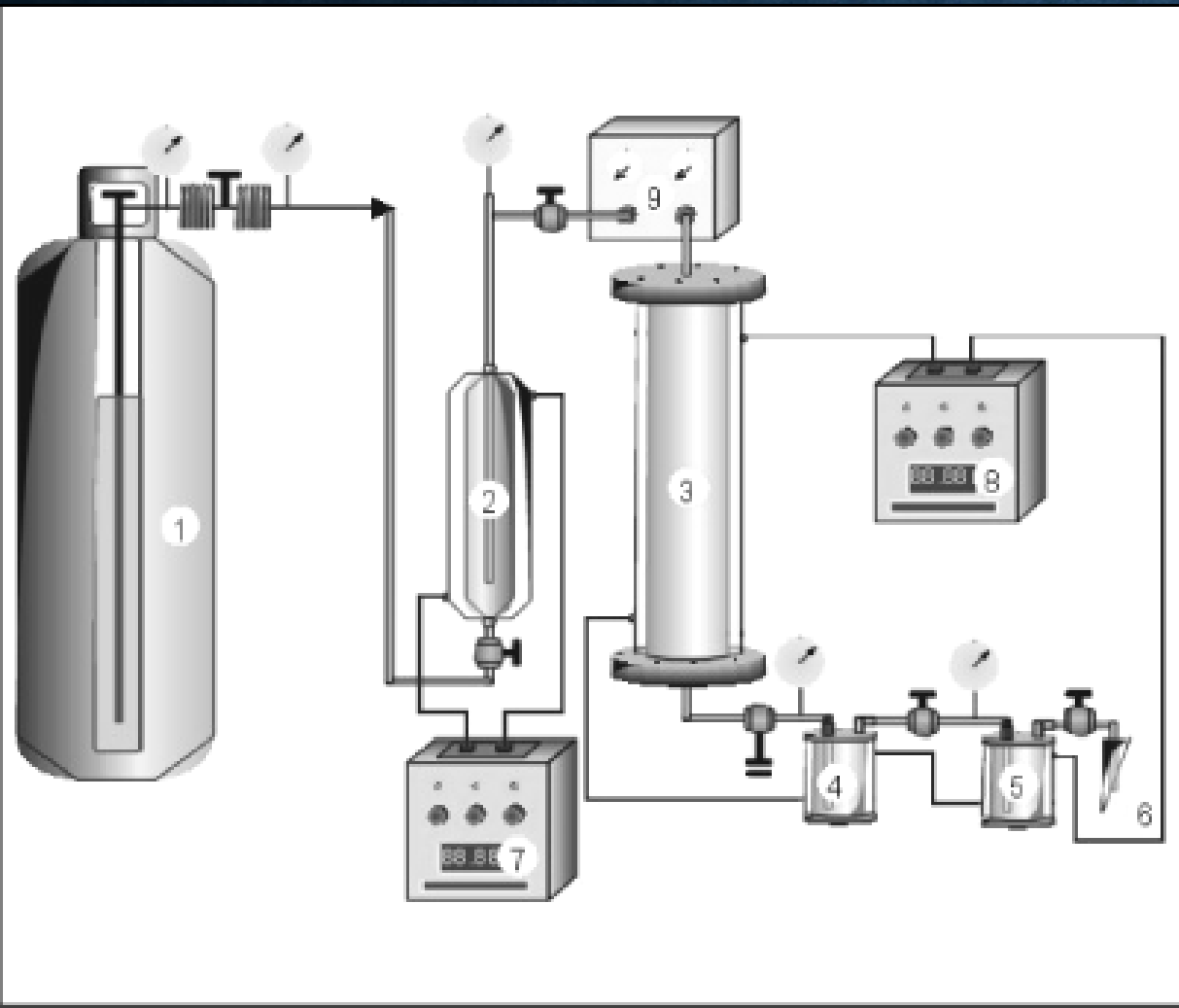


Figure 1: SFE unit

1. سیلندر CO_2
2. تانک فوق بحرانی
3. استخراج کننده
4. تفکیک کننده
5. تفکیک کننده
6. جمع کننده
7. 8. ترموستاتها
9. پمپ ایزوکراتیک یا پمپ سیال

استخراج اسانس با استفاده از انرژی مافوق صوت

مکانیسم استخراج در این روش شامل دو نوع پدیده فیزیکی است :

1. انتشار امواج از طریق دیواره‌های سلولی

2. شستن محتویات سلول هنگامی که دیواره‌ها شکسته می‌شوند.

هر دو پدیده با تابش امواج مافوق صوت ایجاد می‌شود. بعضی سلول‌ها به شکل غده‌های (داخلی و خارجی) پر از اسانس می‌باشند. ویژگی چنین غده‌هایی هنگامی که خارجی‌اند این است که پوست آنها بسیار نازک است و به آسانی با ایجاد امواج مافوق صوت تخریب می‌شوند. کاهش اندازه ذرات مواد گیاهی تعداد سلول‌هایی را که به طور مستقیم در معرض استخراج با حلال قرار می‌گیرند را افزایش می‌دهد. بنابراین امواج مافوق صوت سطح سلول‌ها را زیاد می‌کند. این سطح با آسیاب کردن مواد گیاهی

نیز افزایش می‌یابد.

استخراج اسانس با استفاده از انرژی مافوق صوت

اصول و مکانیسم استخراج :

مکانیسمی کمکی برای استخراج با حلال است که باعث افزایش سطح استخراج مواد مؤثره در گیاهان و نفوذ بیشتر حلال به درون مواد سلولی می‌گردد که با عنوان **سونیکاسیون** نیز شناخته می‌شود.

امواج صوتی که فرکانس‌های بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز دارند، در یک ماده جامد، مایع و گاز نوسان‌های مکانیکی ایجاد می‌کنند. بر خلاف امواج الکترومغناطیسی، امواج صوتی باید در یک ماده پخش شوند و دارای چرخه‌های انبساط و انقباض در طی پخش در محیط می‌باشند. انبساط، باعث افزایش فاصله مولکولی شده و انقباض، آنها را با هم تحت فشار قرار می‌دهد. در حالت انبساط، حباب‌هایی در یک مایع ایجاد می‌شود و فشار منفی تولید می‌کند. حباب‌های تشکیل شده رشد می‌کنند و در نهایت متلاشی می‌شوند.

استخراج اسانس با استفاده از انرژی مافوق صوت



استخراج با مایع تحت فشار

استخراج با مایع تحت فشار (PLE) یا استخراج با سیال تحت فشار (PFE) یک روش جدید استخراج نمونه است که حلال‌های مایع در دما و فشار بالا برای آماده‌سازی مواد گیاهی بکار برده می‌شوند که آنالیز نوع مواد و استخراج توسط گاز کروماتوگرافی و یا کروماتوگرافی مایع انجام می‌شود. **این روش شبیه به سوکسله است**، به جز این که در طول فرآیند استخراج، وضعیت حلال داخل سلول PLE با نزدیک شدن به منطقه فوق بحرانی، منجر به استخراج کارآمدتر می‌شود.

درجه حرارت بالا اجازه می‌دهد تا نمونه بیشتر قابل حل شود و یک میزان انتشار بالاتر مواد مؤثره صورت گیرد، در حالی که فشار بالا، حلال را زیر نقطه جوشش نگه می‌دارد. در فشار و دمای بالا، حلال‌ها می‌توانند خیلی مؤثرتر به نمونه‌های جامد نفوذ کنند که باعث کاهش مصرف حلال می‌شود.

استخراج با مایع تحت فشار

مقایسه استخراج با مایع تحت فشار با استخراج به روش سوکسله :

I. کاهش زمان استخراج از ۱۸ ساعت به ۲۵ دقیقه

II. کاهش مصرف حلال از ۳۰۰ به ۸۰ میلی لیتر

برای انجام استخراج مایع تحت فشار به طور اتومات، بین ۵ تا ۱۰۰ گرم نمونه همراه با سولفات سدیم را در سلول استخراج قرار داده که به سیستم فیلتراسیون متصل است. سیستم **PLE** سپس به طور خودکار نمونه را تحت فشار و حرارت (فشار ۱۵۰۰-۳۰۰۰ psi ، دمای ۲۰۰-۷۰ درجه سانتیگراد) قرار می‌گیرد. حلال استخراج حاوی مواد مؤثره سپس به طور خودکار به یک سلول یا ظرف غلظت/تبخیر ارسال می‌شود که در آن به حجم نهایی رسیده و به طور مستقیم به یک گاز کروماتوگرافی یا کروماتوگرافی مایع برای آنالیز و استخراج نهایی منتقل می‌شوند.

استخراج با مایع تحت فشار



استخراج با مایع تحت فشار

PLE
Pressurized Liquid
Extraction



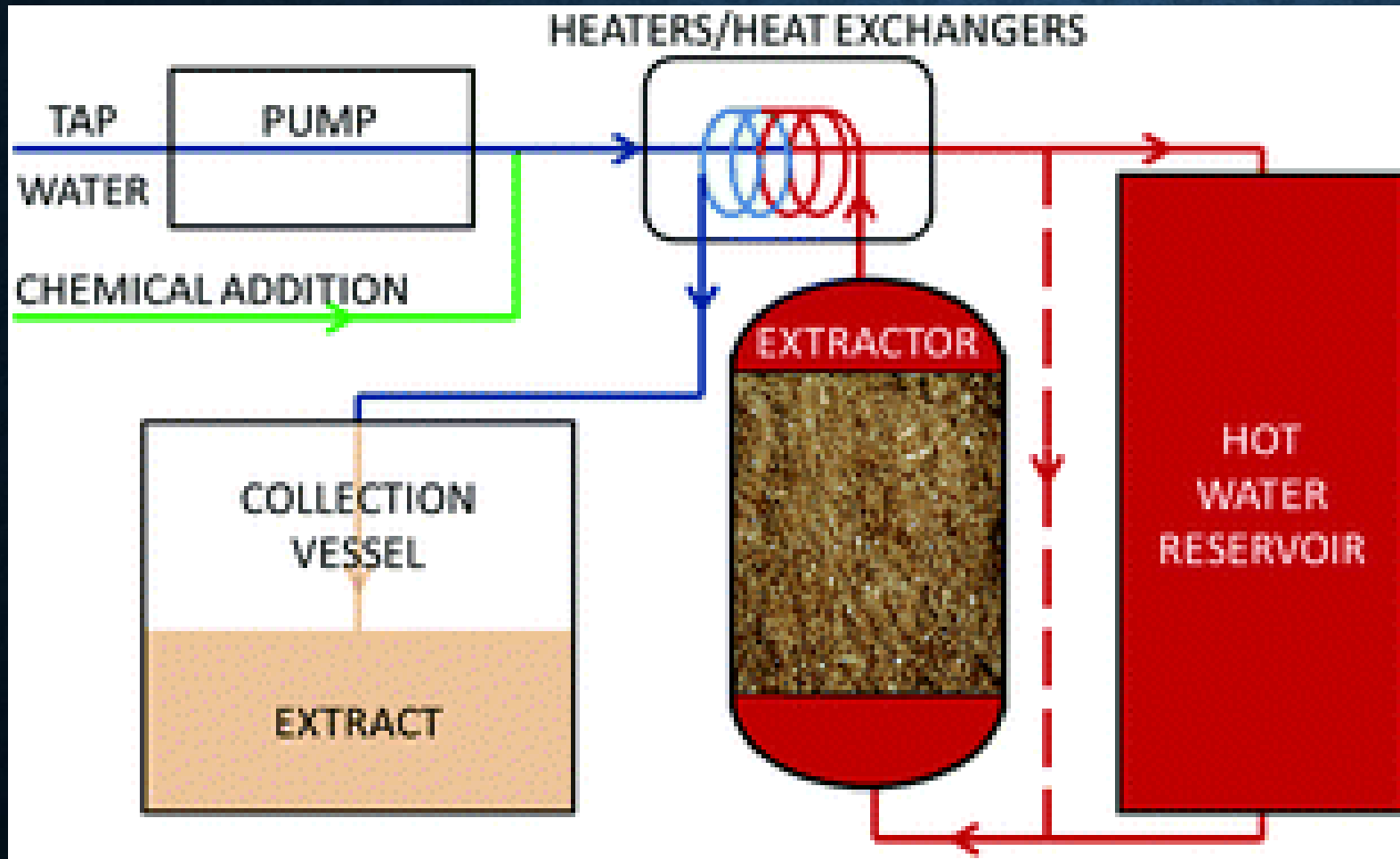
استخراج با آب داغ تحت فشار

استفاده از آب با دماهای بالا به عنوان حلال در استخراج ترکیبات قطبی یا نیمه قطبی عملی می‌باشد.

در دمای بین ۱۰۰ و ۳۷۵ درجه سانتیگراد در سیستم تحت فشار، آب زیر نقطه بحرانی حاصل می‌گردد و در دمای بالای ۳۷۵ درجه و فشار ۲۲۰ اتمسفر فوق بحرانی می‌گردد. در این روش از آب مایع با دمای بالا ۱۰۰ درجه و فشار نسبتاً پایین حدود ۲۰ اتمسفر استفاده می‌گردد.

اصول PHWE مانند استخراج با مایع تحت فشار (PLE) می‌باشد. اما در اینجا از آب به عنوان حلال استفاده می‌گردد. آب یک حلال ویژه است، زیرا خصوصیات فیزیکی آن با افزایش دما تغییر می‌کند و در دماهای بالا شبیه یک حلال آلی عمل می‌کند. در این سیستم محفظه تحت فشار قرار می‌گیرد تا آب به صورت مایع باقی بماند.

استخراج با آب داغ تحت فشار



آب حلالی سازگار با محیط زیست،
با خلوص بالا و هزینه کم می باشد.
این استخراج در عرض یک ساعت
انجام می گیرد و سیستم توسط
 CO_2 تحت فشار قرار می گیرد.

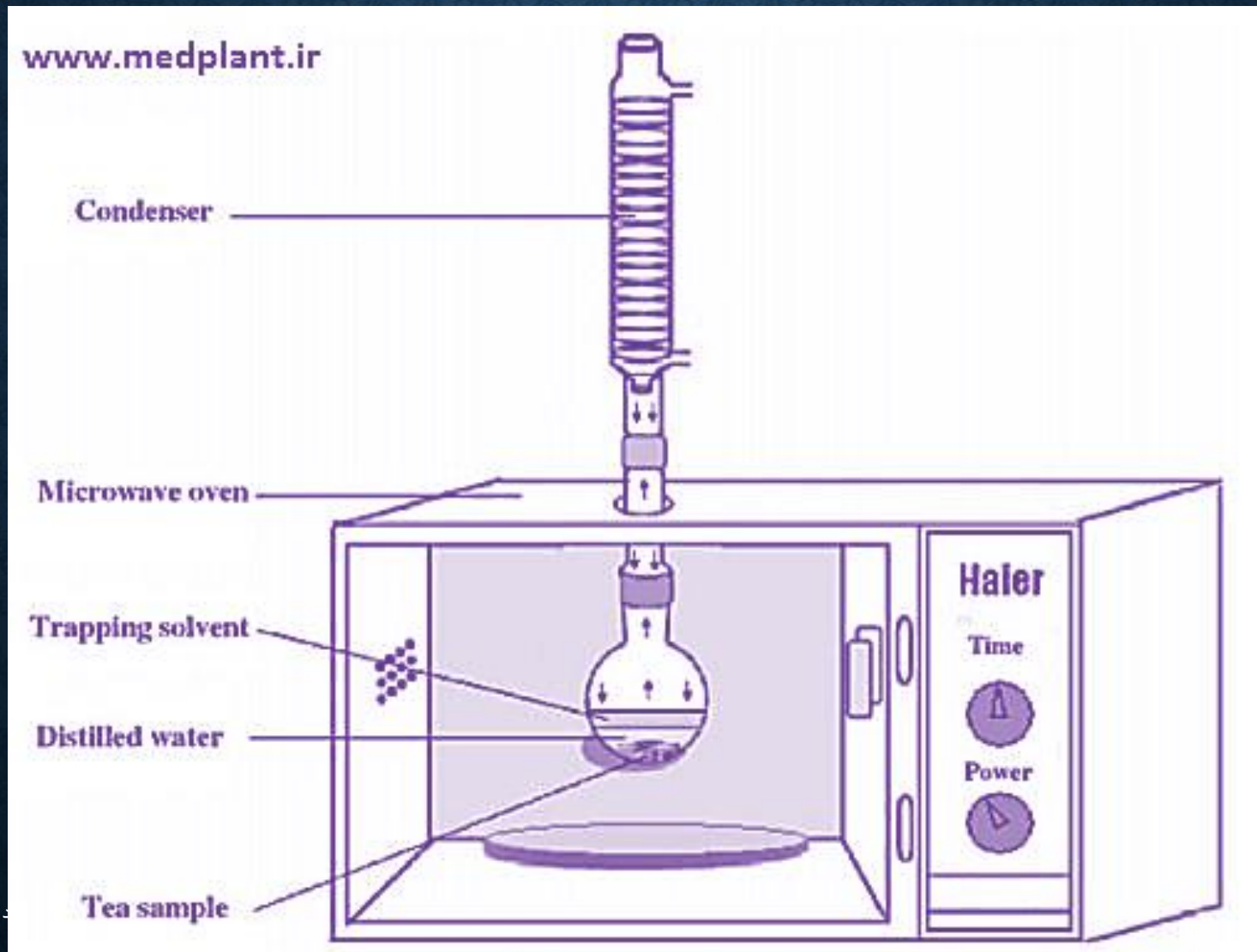
استخراج با کمک امواج مایکروویو

امواج مایکروویو، تشعشعاتی الکترومغناطیسی با فرکانس حدود ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز هستند. این امواج برای تسریع فرآیند استخراج استفاده می‌شوند. مایکروفرهای خانگی و صنعتی بطور کلی در فرکانس ۴۵/۲ گیگاهرتز کار می‌کنند.

امواج مایکروویو مستقیماً به داخل ماده گیاهی نفوذ کرده و با ایجاد سایش و اصطکاک بین مولکول‌ها سبب ایجاد گرمای درونی می‌شود. این عمل، گرمایی سریع و انتخابی را در سرتاسر مواد گیاهی ایجاد می‌کند بدون این که نیاز به گرم کردن بیش از حد هوا داشته باشد.

این تکنیک می‌تواند با سیستم‌های مختلف استخراج با حلال‌ها ترکیب شود.

استخراج با کمک امواج مایکروویو



استخراج با کمک امواج مایکروویو

فرآیند استخراج:

در این فرآیند ماده گیاهی تازه یا خشک شده در داخل یک حلال که امواج مایکروویو را از خود عبور می‌دهد، غوطه‌ور شده و سپس این مخلوط ماده گیاهی و حلال داخل یک مخزن استخراج که در معرض امواج مایکروویو قرار دارد ریخته می‌شود. هنگامی که گیاه دارویی حاوی اسانس در معرض امواج مایکروویو قرار می‌گیرد، این امواج به طور انتخابی فقط توسط قسمت مایع سلول‌های گیاه (اسانس، مولکول‌های آب) جذب می‌شوند. در این حالت دمای مایعات موجود در مواد گیاهی سریعاً بالا رفته و باعث می‌شود که دیواره غدد حاوی اسانس از هم پاشیده شود و به اسانس اجازه می‌دهد که از گیاه خارج شده و وارد حلال گردد. عصاره بدست آمده سپس تصفیه شده و با فرآوری‌های بعدی به اسانس خالص تبدیل می‌شود.

استخراج با کمک امواج مایکروویو

مزایای استخراج به کمک امواج مایکروویو :

- I. زمان عملیات فرآوری و میزان مصرف انرژی و هزینه سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهد
- II. در بسیاری از موارد میزان محصول و کیفیت آن را افزایش می‌دهد
- III. میزان مصرف حلال را کاهش می‌دهد
- IV. امکان استخراج هم از مواد گیاهی خشک و همچنین از مواد گیاهی تازه را فراهم می‌کند
- V. بهینه‌سازی این روش آسان است
- VI. این تکنولوژی هم در سطح مطالعاتی و تحقیقاتی و هم در سطح صنعتی قابل استفاده است

استخراج با کمک امواج مایکروویو

خصوصیات حلال‌های مورد استفاده در این روش :

کارایی گرم شدن حلال‌های مختلف تحت تاثیر امواج مایکروویو به ضریب پراکنش آنها بستگی دارد که در واقع، شاخصی از توانایی حلال برای جذب انرژی امواج مایکروویو و انتقال آن به محیط اطراف به شکل حرارت می‌باشد. خود ضریب پراکنش نیز برابر است با نسبت اتلاف دی الکتریکی به ثابت دی الکتریک. اتلاف دی الکتریکی بیانگر راندمان تبدیل انرژی امواج مایکروویو به حرارت بوده و ثابت دی الکتریک، شاخصی از توانایی ماده در جذب انرژی امواج مایکروویو می‌باشد.

بطور مثال اتانول و متانول نسبت به آب، مقدار کمتری از انرژی امواج مایکروویو را جذب می‌کنند چرا که ثابت دی الکتریک پایین‌تری دارند. از طرف دیگر، هگزان و سایر حلال‌های با قطبیت کمتر مانند کلروفرم در مقابل امواج مایکروویو خنثی هستند و در نتیجه، هیچ حرارتی ایجاد نمی‌کنند.

کروماٹوگرافی

مقدمه

کروماتوگرافی یکی از پر کاربردترین روش‌های فیزیکی برای جدا کردن و خالص سازی مواد است، که در تمام شاخه‌های علوم کاربرد دارد. کروماتوگرافی گروه گوناگون و مهمی از روش‌های جداسازی مواد را شامل می‌شود و امکان می‌دهد تا اجزای سازنده نزدیک به هم مخلوط‌های کمپلکس را تفکیک و شناسایی کند. حرکت غیریکنواخت اجسام جدا شونده به دلیل نابرابری برآیند دو نیروی متقابل محرکه و بازدارنده از طرف عامل جداکننده اساس کروماتوگرافی است، که مجموعه نیروی محرکه و بازدارنده به نام **عامل تفکیک کننده** یا **جداکننده** نامیده می‌شود.

کروماتوگرافی متکی بر حرکت نسبی دو فاز است که یکی از فازها بدون حرکت است و **فاز ساکن** نامیده می‌شود و دیگری را **فاز متحرک** می‌نامند. اجزای یک مخلوط به وسیله جریانی از یک فاز متحرک از داخل فاز ساکن عبور داده می‌شود. جداسازی‌ها بر اساس **اختلاف در سرعت مهاجرت** اجزای مختلف نمونه استوارند.

روش‌ها و انواع کروماتوگرافی

روش‌های کروماتوگرافی :

1. بر حسب ماهیت فاز متحرک : گاز یا مایع
2. بر حسب ماهیت فاز ساکن : جامد (کروماتوگرافی جذب سطحی) یا مایع (کروماتوگرافی تقسیمی)

انواع کروماتوگرافی :

1. کروماتوگرافی مایع - جامد
2. کروماتوگرافی جذب سطحی
3. کروماتوگرافی لایه نازک

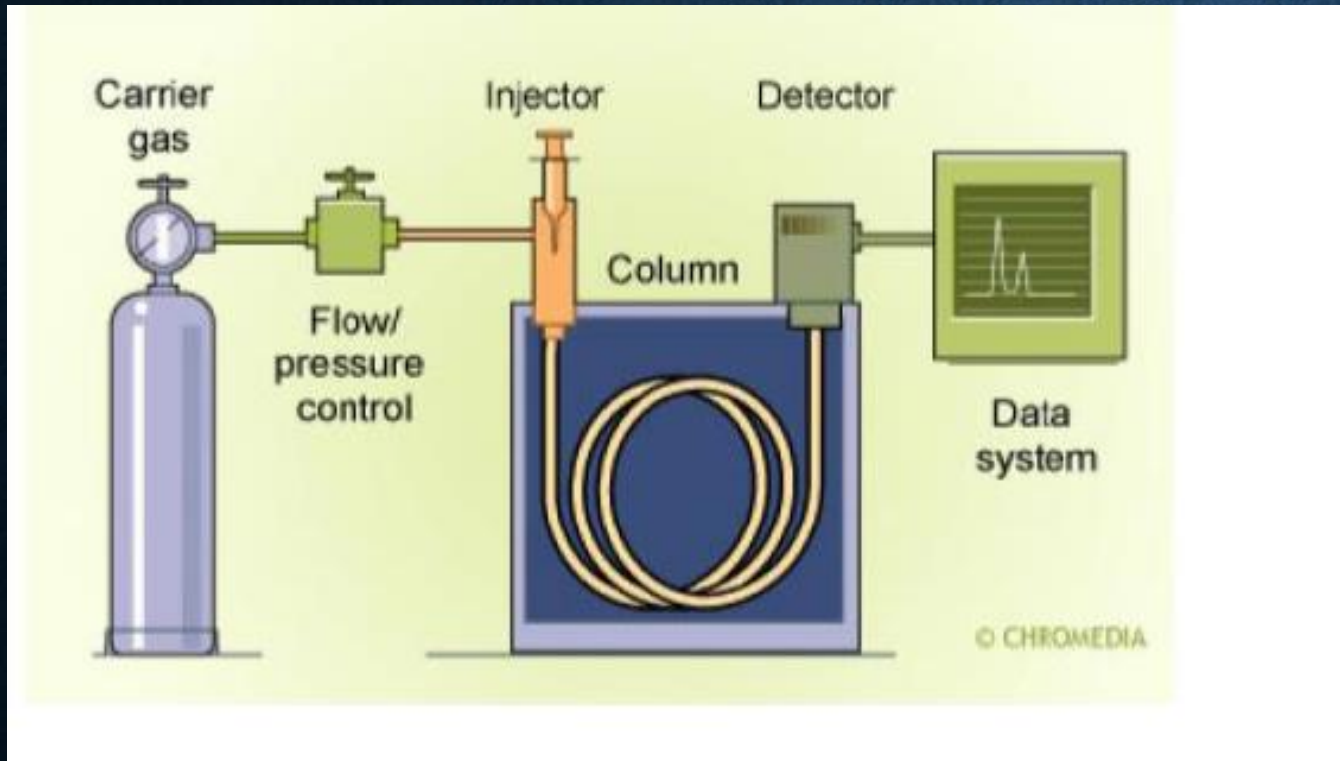
کروماتوگرافی گازی

در کروماتوگرافی گازی، فاز متحرک یک گاز می‌باشد که معمولاً گاز حامل یا **Carrier Gas** نامیده می‌شود. کروماتوگرافی گازی که امروزه کاربرد گسترده‌ای دارد روشی است که برای جداسازی و اندازه‌گیری اجزای فرار در یک مخلوط به کار می‌رود.

کروماتوگرافی گازی امکان جداسازی ترکیبات بسیار پیچیده را در حداقل زمان فراهم می‌کند و یک تکنیک بسیار قوی به شمار می‌رود. **گازی** که به عنوان گاز حامل در کروماتوگرافی گازی (GC) به کار می‌رود در سیلندرهای گاز ذخیره می‌گردد و باید زمان ورود به دستگاه GC فشار و سرعت جریان ثابتی داشته باشد.

کروماتوگرافی گازی

قسمت های گوناگون دستگاه GC :



I. سیلندر گاز حامل

II. ادوات تنظیم فشار و جریان

III. محل تزریق نمونه

IV. ستون

V. آشکارساز

VI. محفظه های گرمکن

VII. داده پرداز و نمایشگر

کروماتوگرافی گازی

عملکرد دستگاه GC :

نمونه‌های مورد آنالیز توسط سیستم تزریق (Injector) به درون ستون وارد می‌گردند. عمل جداسازی اجزاء توسط ستون انجام می‌گیرد و سپس این اجزاء شسته شده (Elute) و توسط دتکتور تشخیص داده می‌شوند. علایم خروجی از دتکتور که به صورت mv بر حسب زمان ترسیم می‌شود، یک کروماتوگرام (Chromatogram) نامیده می‌شود.

سرعت حرکت هر جزء، به میزان جذب سطحی آن بر روی ماده داخل ستون بستگی دارد. به این ترتیب، ماده‌ای که کم جذب شده سریع‌تر از ماده‌ای که زیاد جذب شده است، حرکت می‌کند. اجزایی که قابلیت جذب بالاتری دارند، در قسمت بالای ستون و اجسامی که کمتر جذب می‌شوند در قسمت‌های پایین ستون، جذب خواهند شد.

کروماتوگرافی گازی

آنالیز دستگاه :

آنالیز کیفی (Qualitative Analysis) یا شناسائی پیک‌ها، براساس **زمان بازداری** یعنی زمانی که طول می‌کشد تا ترکیب از محل تزریق شسته شود و در نهایت از ستون خارج شود، استوار است و **آنالیز کمی** براساس اندازه یا سطح زیر پیک (**Area**) به دست می‌آید. سطح پیک‌ها به موارد زیر وابسته است :

i. مقدار ترکیبات

ii. فاکتور پاسخ

iii. حجم سلول دکتور

iv. زمان بودن در دکتور

کروماتوگرافی گازی

سیستم گاز در دستگاه‌های کروماتوگرافی :

گازها با فشاری در حدود ۲۰۰ بار آماده می‌شوند و باید به قدر کافی خالص باشند.

حضور اکسیژن باعث اکسیداسیون شده و با تغییر در حجم‌های بازداری، تفکیک پذیری را کاهش می‌دهد.

آب به دلیل عمل هیدروژناسیون، به فاز ساکن و اجزای نمونه صدمه می‌زند و در برخی فازهای ساکن

جامد، وجود آب مانعی برای تحریک یک ستون می‌باشد و باعث ایجاد مشکلاتی در دتکتور می‌شود.

نه تنها گاز حامل، بلکه گازهای دتکتور (2Air, H) نیز باید تمیز باشند. تمیز نبودن این گازها به ویژه هوای

فشرده، در حضور ترکیبات آلی ایجاد نویز می‌کند.

کروماتوگرافی گازی

ستون کروماتوگرافی :

برای جداسازی مواد یک مخلوط، می‌توان از ستون استفاده کرد. داخل این ستون با جامد فعالی مانند آلومین (فاز ساکن) پر شده است و با حلالی مانند هگزان (فاز متحرک) پوشیده شده است. هرگاه نمونه کوچکی از مخلوط در بالای ستون قرار گیرد، نواری از ماده جذب شده تشکیل می‌شود، حلال با عبور خود از میان ستون اجزای مخلوط را با خود حمل می‌کند.

آشکارسازها (DETECTORS) :

دکتور به عنوان چشم سیستم کروماتوگرافی است. دکتور در برابر حضور اجزاء موجود در گاز حامل شسته شده از ستون، یک پاسخ الکتریکی می‌دهد.

کروماتوگرافی گازی



کروماتوگرافی مایع

اساس کار HPLC:

بر اساس میزان حل شدن و جذب ماده است. ماده مورد آزمایش در فاز متحرک حل می شود و جذب آن در فاز ساکن صورت می گیرد. اجزاء ترکیب به ترتیب میزان جذب وارد دتکتور شده و پس از شناسایی، کروماتوگرام آنها بر روی نمایشگر نمایش داده می شود.

عموما فاز متحرک حاوی مخلوطی از حلال های قطبی نظیر الکل و غیرقطبی نظیر هیدروکربن ها است. با کنترل ترکیب و قطبیت فاز متحرک می توان زمان و حجم بازداری مواد را در ستون HPLC کنترل نمود. معمولا مخلوط های **متانول، اتانول یا پروپانول با هپتان و کلروفرم با هپتان** را به عنوان فاز متحرک در HPLC مورد استفاده قرار می دهند.

کروماتوگرافی مایع

اجزاء و قسمت‌های مختلف دستگاه HPLC :

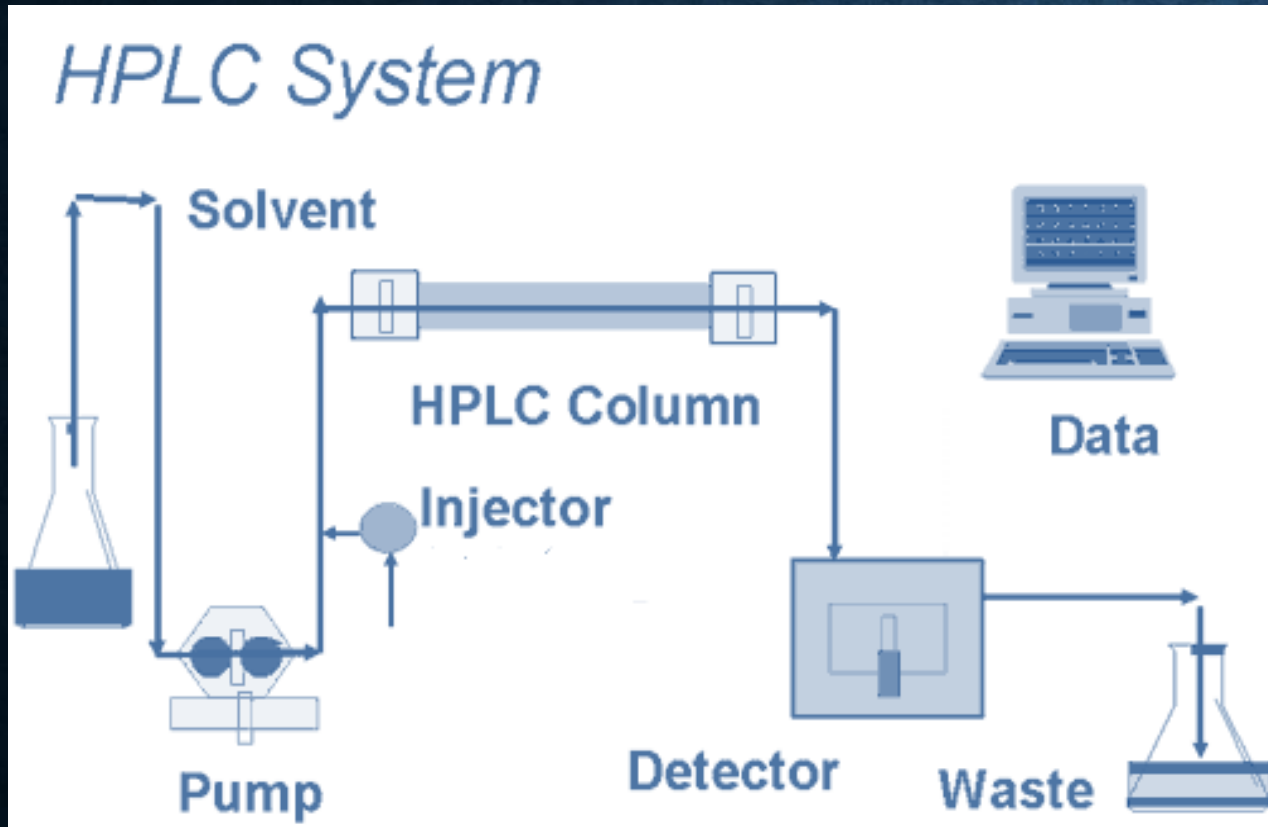
I. مخزن حلال (فاز متحرک)

II. پمپ

III. قسمت تزریق

IV. ستون آشکارساز

V. قسمت محاسبه گر



کروماتوگرافی مایع



تفاوت کروماتوگرافی گازی با مایع

1. کروماتوگرافی گازی بیشتر برای مواد فرار و **HPLC** اغلب برای مواد آلی ناپایدار و کم فرار مورد استفاده قرار می گیرند.
2. در **HPLC** دو فاز ثابت و متحرک بطور رقابتی عمل می کنند و جداسازی بوسیله دو فاز انجام می شود در صورتی که در **GC** یک فاز یعنی فاز ثابت عمل جداسازی را انجام می دهد.
3. تنوع دتکتورها در **HPLC** بیشتر از **GC** است.
4. مدت آنالیز در **HPLC** کمتر است.
5. مواد بسیار قطبی را با **GC** نمی توان آنالیز کرد، در صورتی که با **HPLC** می شود.

تفاوت کروماتوگرافی گازی با مایع

6. در **HPLC** به سبب دو فاز رقابتی، پیک‌ها معمولاً بصورت متقارن هستند در صورتی که در **GC** اغلب نامتقارن می‌باشند و محاسبه مساحت زیر منحنی یا **AUC** با اشکال و خطا است؛ ولی در **HPLC** به علت وجود تقارن محاسبه **AUC** دقیق انجام می‌شود.
7. وجود آب در نمونه‌های آزمایش در **HPLC** اشکال ایجاد نمی‌کند در صورتی که در **GC** وجود اندک آب سبب تخریب دتکتور می‌شود.
8. وجود ناخالص‌ها بخصوص ناخالصی‌های بسیار قطبی و یا با وزن مولکولی بالا در **HPLC** قابل تشخیص ولی در **GC** قابل تشخیص نیست.

فرآوری مکانیکی

اهداف فرآوری مکانیکی

فرآوری مکانیکی دربرگیرنده عملیات مختلف پس از برداشت گیاهان دارویی و معطر است که شامل اهداف و عملیات مختلفی است.

اهداف:

- I. حذف اجزای نامطلوب مواد گیاهی
- II. حذف بخش‌های زائد همراه مواد گیاهی مانند گل و لای
- III. خالص‌سازی و تنظیم مواد گیاهی برای مراحل بعدی فرآوری مانند استخراج
- IV. کاهش اندازه قطعات گیاهی
- V. جداسازی و بسته‌بندی مواد گیاهی

عملیات فرآوری مکانیکی

فرآوری مکانیکی شامل عملیات مختلفی است که به دو مرحله کلی تقسیم می‌شود:

1. فرآوری قبل از خشک کردن:

i. تمیز کردن و شستشوی مواد گیاهی

ii. جداسازی و درجه‌بندی قبل از خشک کردن.

2. فرآوری پس از خشک کردن:

i. حذف قطعه‌های گیاهی و بوجاری

ii. کاهش اندازه قطعات گیاهی

iii. جداسازی و دسته‌بندی

فرآوری قبل از خشک کردن

1. تمیز کردن و شستشو :

این مرحله شامل تمیز کردن مواد گیاهی برداشت شده به ویژه ریشه‌ها و غده‌ها است که توسط روش‌ها و ابزارها و دستگاه‌های مختلف و بطور کلی به دو حالت انجام می‌شود :

I. تمیز کردن خشک : جداسازی بقایای خاک با برس‌ها، پره‌های دنداندار، غربال‌های لرزشی

II. شستن : مواد گیاهی توسط آب که بهتر است مواد در داخل آب حرکت کنند، صورت می‌گیرد و برای این منظور از دستگاه‌های شوینده استفاده می‌شود که انواع آن شامل : شوینده‌های استوانه‌ای، آب‌فشان‌دار، برس‌دار و شناور می‌باشد.

برای گیاهان دارویی اغلب از سیستم شوینده آب‌فشان‌دار استفاده می‌شود.

فرآوری قبل از خشک کردن



فرآوری قبل از خشک کردن

2. جداسازی و درجه‌بندی قبل از خشک کردن:

در این عملیات برای خشک کردن جداگانه قسمت‌های مختلف مواد گیاهی مانند برگ‌ها، نسبت به جداسازی و یا قطعه‌قطعه کردن مواد گیاهی بدون جداسازی و در صورت نیاز نسبت به درجه‌بندی نیز اقدام می‌شود. سیستم‌هایی که معمولاً برای این کار استفاده می‌شود دارای قسمت‌های زیر است:

i. نقاله تغذیه کننده دستگاه

ii. برش دهنده‌های مخصوص

iii. جداکننده‌های جریان هوا

جداسازی گاهی توسط نیروی انسانی که در دو طرف نقاله می‌ایستند صورت می‌گیرد.

فرآوری قبل از خشک کردن



فرآوری پس از خشک کردن



فرآوری پس از خشک کردن شامل عملیات مختلفی است که با هدف تولید محصول نهایی و بسته‌بندی و یا تصفیه ماده خام برای فرآوری نهایی انجام می‌شود. در بیشتر موارد، اولین عملیات زردون قطعه‌های گیاهی و پوست کردن آنها است.

درجه‌بندی قسمت‌های مطلوب گیاهی براساس ویژگی‌های مورد نظر، مخلوط کردن، فشردن و موارد مشابه دیگر از سایر اقدامات در فرآوری پس از خشک کردن است.

فرآوری پس از خشک کردن

1. حذف قطعه‌های گیاهی و بوجاری :



مواد گیاهی نباید حاوی قطعات گیاهان فاقد مواد مؤثره و یا قسمت‌های دارای مواد مؤثره بسیار پایین باشند و میزان مواد خارجی در محصول بایستی براساس استانداردهای ملی و بین‌المللی باشد. مثلاً این عملیات برای **گیاهان علفی** اغلب زدودن ساقه و شاخه‌ها از برگ است.

بوجاری و زدودن قسمت‌های اضافی می‌تواند توسط دستگاه و هم دستی انجام شود و یکی از قدیمی‌ترین این نوع عملیات، فرآیند خرمن‌کوبی است.

فرآوری پس از خشک کردن

قسمت‌های اصلی دستگاه‌های بوجاری :

- I. بدنه (چارچوب)
- II. محل ورود مواد گیاهی
- III. بخش بوجار کننده
- IV. موتور
- V. غربال
- VI. جمع کننده محصول

انواع دستگاه‌های بوجاری :

- I. دستگاه بوجاری تماسی
- II. دستگاه بوجاری محوری
- III. دستگاه بوجاری افقی
- IV. دستگاه بوجاری میله دوار

فرآوری پس از خشک کردن

2. کاهش اندازه‌های قطعه‌های گیاهی :

به طور کلی سه روش برای کاهش اندازه مواد گیاهی وجود دارد :

I. برش

II. خرد کردن و شکستن

III. آسیاب کردن

فرآوری پس از خشک کردن

I. برش :

برش فرآیند قیچی کردن محصول است که توسط تیغه‌های متحرک و قرارگیری مواد گیاهی بر روی سطحی صاف انجام می‌شود.

دو نوع دستگاه برش وجود دارد :

i. **برش آزاد** : طول مواد گیاهی که با تیغه برش در تماس قرار می‌گیرند، قابل تنظیم نیستند.

ii. **برش دقیق** : این نوع دستگاه‌های برش دارای قسمت‌های کمکی جهت کنترل و تنظیم میزان تغذیه دستگاه هستند که موجب تنظیم طول برش مواد گیاهی می‌شود.

فرآوری پس از خشک کردن

II. خرد کردن و شکستن :

در خرد کردن، قطعه گیاهی بین دو قطعه ثابت و متحرک قرار می‌گیرد که هیچکدام لبه ندارند.

هدف از خرد کردن گیاهان دارویی بدست آوردن اجزایی با اندازه یکنواخت و تا حد امکان عاری از غبار است که این نکته در فرایندهای بعدی اهمیت بالایی دارد. مثلاً ممکن است گیاهان جمع‌آوری شده برای عصاره‌گیری مورد استفاده قرار گیرند که در این صورت غبار اضافی باعث مسدود شدن قسمت‌های مختلف سیستم استخراج می‌شود و عصاره‌گیری بدست می‌آید که به سختی شفاف می‌شود.

از سوی دیگر اگر اجزاء گیاه دارویی از نظر اندازه تفاوت زیادی با هم داشته باشند روی زمان عصاره‌گیری تأثیر می‌گذارد و باعث طولانی شدن زمان عصاره‌گیری می‌شود.

فرآوری پس از خشک کردن

روشی که برای خرد کردن گیاهان دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد بسیار مهم است و معمولاً شامل یک فرایند چند مرحله‌ای است :

1. **مرحله اول :** الک کردن مقدماتی که باعث جداسازی خاک و جداسازی مغناطیسی فلزات می‌شود.
2. **مرحله دوم :** قطعه قطعه کردن است که اندام گیاهی مورد نظر بر روی برشگرها به اندازه مناسب برای ورود به مرحله بعد تبدیل می‌شوند. قطعه قطعه کردن گیاهان هم با تولید غبار همراه است که غبار حاصله با الک کردن ثانویه جدا می‌شود.
3. **مرحله سوم :** خرد شدن است که طی سومین مرحله الک شدن غبار حاصل از خورد کردن گیاه جدا می‌شود.

فرآوری پس از خشک کردن



محمد مؤمنی . دانشکده کشاورزی سمنگان

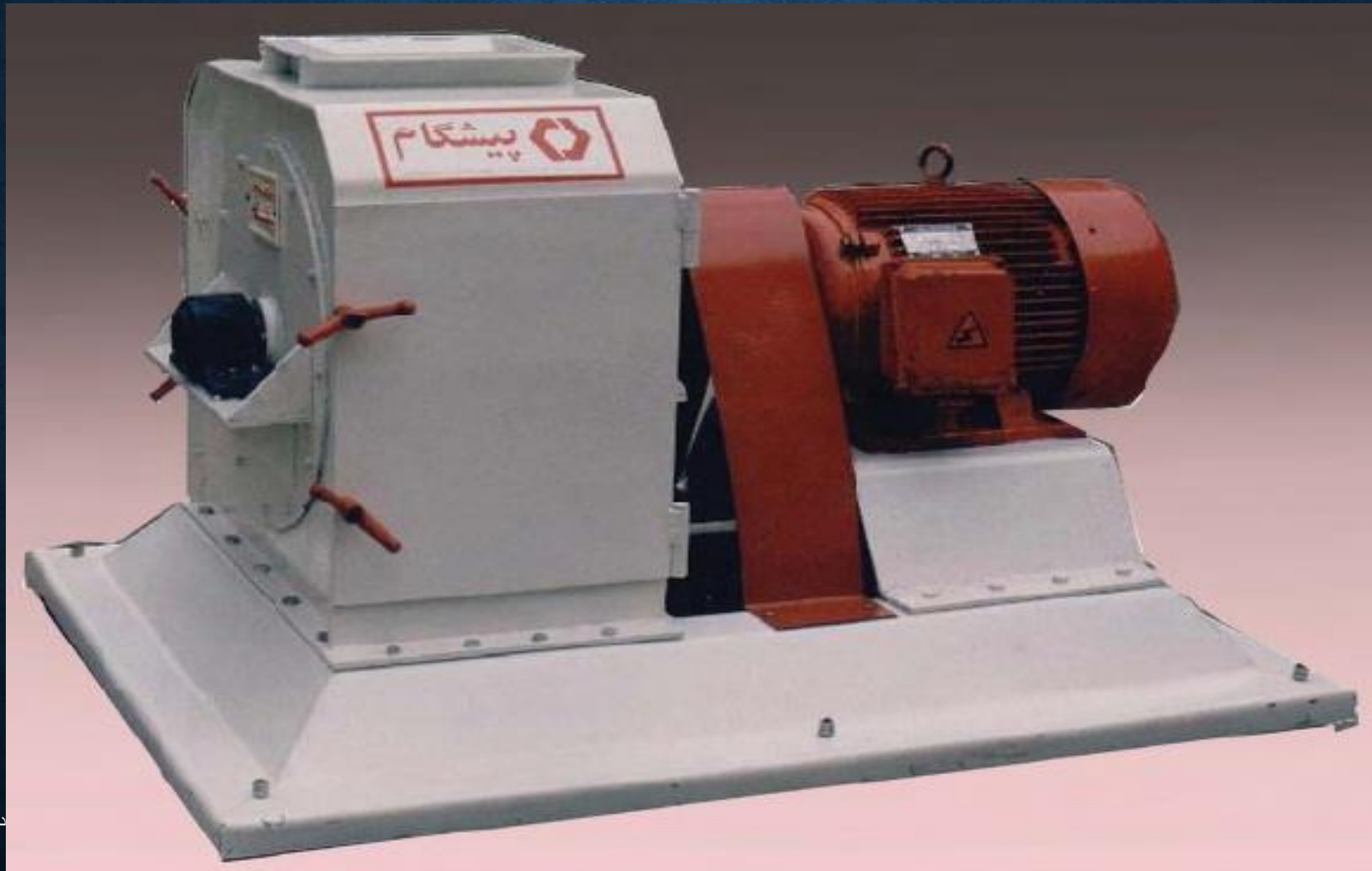
فرآوری پس از خشک کردن

III. آسیاب کردن :

روش آسیاب کردن براساس **مالش مواد** بین دو سطح ساینده است که برای بدست آوردن آرد و پودرها از دانه‌های گیاهی و سایر قسمت‌های گیاه انجام می‌شود.

برای **گیاهان دارویی** اغلب به جای آسیاب‌های مالشی از نوع **چکشی** استفاده می‌شود که شامل چکشی است که با سرعت زیاد می‌چرخد و مواد گیاهی را به کمک نیروی مقاومت غربال، پودر می‌کند. برای آسیاب نمودن مواد گیاهی، بایستی آنها به اندازه کافی خشک، ترد و شکننده باشند.

فرآوری پس از خشک کردن



فرآوری پس از خشک کردن

3. جداسازی و درجه‌بندی مواد گیاهی پس از خشک کردن:

جداسازی و درجه‌بندی یکی از مهمترین مراحل خالص‌سازی و تمیز کردن مواد گیاهی است که در گذشته به صورت دستی انجام می‌گرفته و اکنون اغلب توسط دستگاه‌های خاص صورت می‌گیرد.

لازمه جداسازی و درجه‌بندی این است که برخی از خصوصیات مواد گیاهی به خوبی از قسمت‌های دیگر متمایز باشد.

خصوصیات فیزیکی مختلفی را می‌توان برای انجام عملیات جداسازی مکانیزه استفاده کرد، از قبیل:

اندازه و ابعاد (غربال‌ها)، مقاومت در برابر جریان هوا (دمنده‌های هوا)، شکل و نسبت طول به عرض،

ضریب اصطکاک (جداسازی کاه و کلش از بذر)، مقاومت به لغزیدن، چگالی، خصوصیات الکتریکی، رنگ

فرآوری پس از خشک کردن

4. سایر انواع فرآوری‌های مکانیکی:

انواع دیگری از عملیات فرآوری نیز وجود دارد که بسته به نوع ماده گیاهی می‌تواند به صورت اختصاصی انجام شود، از قبیل:

I. بسته‌بندی چای کیسه‌ای

II. بسته‌بندی و انبار گیاهان دارویی و معطر در کیسه‌های بزرگ جهت حمل و نقل و نگهداری رایج.

III. مخلوط کردن انواع مواد گیاهی مانند چایی با سایر گیاهان دارویی دیگر

حسٹک کردن کیا ہن داروپی

هدف از خشک کردن گیاهان دارویی

منظور از خشک کردن گیاهان دارویی کاهش میزان رطوبت آنها است. برای خشک کردن گیاهان دارویی، گیاهان باید به صورت یکنواخت پراکنده شوند زیرا اگر پراکندگی گیاه یکنواخت نباشد رطوبت از جای پر تراکم به جای کم تراکم حرکت می کند و از توده های گرم تر به توده های خنک تر منتقل می شود.

1. کاهش وزن محصولات گیاهی و در نتیجه سهولت در حمل و نقل
2. غیر فعال شدن آنزیم های گیاهی و جلوگیری از تغییرات آنزیمی مواد موثره گیاهی
3. خشک کردن باعث غیر فعال شدن باکتری ها و قارچ ها و جلوگیری از فساد گیاه می شود

مراحل خشک کردن گیاه

1. **خشک شدن سریع** مرحله اول است که دارای یک مرحله آماده‌سازی مقدماتی بوده و شامل حذف رطوبت مکانیکی گیاه و قسمت اعظم رطوبت پیوسته بوده و با سرعت زیاد انجام می‌شود.
 2. **خشک شدن کند** مرحله دوم است و در این مرحله مقداری از رطوبت پیوسته که در گیاه باقی مانده به کندی خارج می‌شود.
- گیاهان دارویی باید پس از خشک شدن بین ۱۰ تا ۱۴ درصد رطوبت داشته باشند تا بتوان گیاه را بدون احساس خطر از رشد میکروب و فاسد شدن، آن را به مدت طولانی نگهداری نمود.
- در صورتی که گیاه کاملاً خشک شود :**

1. ترکیبات شیمیایی موجود در گیاه تخریب و با تغییر شکل مواد موثره اثر دارویی گیاه کاهش می‌یابد.
2. کاهش بیش از حد وزن گیاه و مصرف بالای انرژی که توجیه اقتصادی ندارد و مقرون به صرفه نیست.

سرعت خشک کردن گیاه

به طور کلی سرعت خشک کردن گیاه بستگی به نوع اندام گیاه، دما و سرعت تهویه دارد.

در دمای و سرعت تهویه بالا، عمل خشک کردن سریع تر صورت می گیرد. اگر از دمای بسیار بالا و سرعت تهویه خیلی زیاد استفاده کنیم رطوبت قسمت های خارجی گیاه حذف شده اما در قسمت های میانی رطوبت باقی می ماند به طوری که قسمت های خارجی به سرعت خرد شده و به صورت قهوه ای و برشته درآمده و رطوبت در قسمت های میانی باقی می ماند که باعث فاسد شدن گیاه و از بین رفتن ماده موثره می شود.

درجه حرارت مطلوب برای خشک کردن :

1. گیاهان حاوی اسانس بین ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد
2. گیاهان حاوی آلکالوئید تا دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد
3. گیاهان حاوی گلیکوزید بین ۵۰ تا ۶۰ درجه

تأثیر خشک کردن بر گیاه دارویی

خشک کردن روی کمیت و کیفیت ماده موثره تأثیر می‌گذارد که این اثر ممکن است گاهی مثبت و گاهی منفی باشد.

گیاهان اسانس‌دار اغلب درصد اسانس‌شان پس از خشک کردن کاهش می‌یابد.

استثنائاتی وجود دارد مانند **برگ چای، بابونه رومی و نوعی اکالیپتوس** که درصد اسانس آن پس از خشک کردن به علت تولید اسانس در فرایند خشک کردن، افزایش می‌یابد. این افزایش اسانس در هنگام خشک شدن به این علت است که این ترکیبات ضمن خرد شدن به ترکیبات فرار تبدیل می‌شوند.

در گیاهی به نام **سیاه توسه** (از تیره زغال اخته) پوست تازه گیاه حاوی ترکیبات پروتئینی تهوع‌آور است که در اثر خشک شدن این ترکیبات تجزیه شده و یک ماده گیاهی ملین و مسهل باقی می‌ماند.

روش‌ها و دستگاه‌های خشک کردن گیاهان دارویی

1. روش طبیعی (خشک کردن در هوای آزاد) :

روش طبیعی در گذشته مرسوم بوده و براساس **نوع و اندام گیاهی** می‌تواند در برابر نور مستقیم و یا غیر مستقیم انجام شود. اندام چوبی و سرشاخه‌ها، ریشه و ریزوم را می‌توان در معرض نور آفتاب خشک کرد. به طور کلی زمانی از نور آفتاب استفاده می‌شود که تغییری در مواد موثره و رنگ و بوی آن صورت نگیرد.

برای این که همه قسمت‌های گیاه به طور یکنواخت خشک شود حداکثر ضخامت توده گیاهی را پنج سانتیمتر در نظر می‌گیرند و هر چند وقت باید گیاه را زیر و رو کرد، بطوری که باعث خرد شدن اندام گیاهی و کاهش کیفیت محصول نشود.

برای خشک کردن طبیعی گیاهان در حجم زیاد از نرده‌ها و پایه‌های خشک کن استفاده می‌شود.

روش‌ها و دستگاه‌های خشک کردن گیاهان دارویی

2. خشک کردن مصنوعی (خشک کردن با دستگاه خشک کن):

بر اساس میزان درجه حرارت و میزان تهویه سه دسته خشک کن وجود دارد:

- I. خشک کن با جریان هوای خنک
- II. خشک کن با جریان هوای گرم
- III. خشک کن با جریان هوای داغ



خشک کن با جریان هوای خنک

منظور از هوای خنک همان جریان هوای معمولی در درجه حرارت محیط است، که از آن زمانی استفاده می‌شود که بقیه خشک کن‌ها در دسترس نباشند. استفاده از تهویه تنها در روزهای گرم و خشک لازم است و در روزهایی که رطوبت هوا بالای ۵۰٪ باشد استفاده از این نوع تهویه‌ها به هیچ وجه مناسب نیست و رطوبت داخل خشک کن بالا می‌رود.

طول زمان لازم برای خشک کردن اندام‌ها به شرایط آب و هوایی محل بستگی دارد و معمولاً بین ۸ تا ۲۰ روز است. اساس کار این دستگاه‌ها وجود سیستم‌های تهویه قوی است که قادر به جابجایی مقادیر عظیمی از هوا، تقریباً معادل ۲۰ تا ۳۰ هزار متر مکعب بر ساعت می‌باشد.

این روش شباهت زیادی به روش طبیعی دارد (به جهت نیاز به زمان زیاد)، معمولاً مقرون به صرفه نیست.

خشک کن با جریان هوای گرم

این خشک کن ها بیشترین کاربرد را دارند و اغلب از این دستگاهها استفاده می شود. از مزایای این دستگاه می توان موارد زیر را برشمرد :

- i.** درجه حرارت و رطوبت دستگاه قابل تنظیم است.
- ii.** سرعت خشک شدن زیاد است و اندامهای گیاهی در مدت کوتاهی آماده بهره برداری می شوند.
- iii.** علاوه بر جریان مناسب هوا در داخل دستگاه، اندامهای گیاهی در دستگاه جابجا می شوند (جهت جابجایی خلاف جهت جریان هوا می باشد که این خود سبب افزایش سرعت خشک شدن می شود).

خشک کن با جریان هوای گرم

انواع خشک کن های جریان هوای گرم :

1. خشک کن کابینتی :

اندازه دستگاه کوچک می باشد و جای کمی اشغال می کند.

مزایا : قابل تنظیم بودن سرعت تهویه و درجه حرارت و جابجایی اندام گیاهی در فواصل زمانی مناسب.

معایب : خرد شدن اندام های گیاهی مانند ساقه ها و انشعابات شاخه دار به دلیل جابجایی در زمان خشک کردن و در نتیجه کاهش کیفیت اندام دارویی و از سوی دیگر نیاز به نیروی انسانی برای پر کردن ظروف یا طبقات و قرار دادن آنها در دستگاه و خارج نمودن گیاهان خشک شده که هزینه بر است.

خشک کن با جریان هوای گرم



خشک کن با جریان هوای گرم

2. خشک کن تسمه‌ای (کانتیئوس) :

از جدیدترین خشک کن‌های دارای جریان هوای گرم است و کاربرد زیادی دارد. این دستگاه‌ها دارای ۳ تا ۵ تسمه محرک هستند.

مزایا:

- i. برای خارج کردن اندام‌های خشک شده نیاز به متوقف کردن دستگاه نیست
- ii. درجه حرارت، سرعت تهویه و میزان رطوبت این دستگاه‌ها قابل تنظیم است
- iii. دارای بازدهی بالا، عدم نیاز به کارگر زیاد

معایب: مصرف زیاد انرژی، گران بودن دستگاه‌های خشک کن

خشک کن با جریان هوای گرم



خشک کن با جریان هوای گرم



3. خشک کن های خورشیدی پلاستیکی با خاصیت جذب نور :

برای گرم کردن این خشک کن ها از انرژی خورشیدی استفاده می شود. سقف آن توسط پلاستیک مخصوص گلخانه ای پوشیده شده و در ماه های گرم مثل ماه مرداد، زمانی که گردش هوا مطلوب باشد دمای خشک کن به ۷۰ درجه سانتیگراد هم می رسد.

این خشک کن شبیه به خشک کن با جریان هوای طبیعی است ولی اگر این سیستم را به سیستم گرم کننده طبیعی مجهز کنیم کارایی و بازدهی بیشتری خواهد داشت.

خشک کن با جریان هوای داغ

از این خشک کن ها معمولاً برای خشک کردن محصولات کشاورزی و عمدتاً علوفه دامی استفاده می شود. از بین گیاهان دارویی گیاهانی را می توان با این روش خشک کرد که به حرارت حساس نباشند مثل قاتوره و پروانش (*Visca rosa*). مواد موثره این گیاهان جزء آلكالوئیدها که به حرارت مقاوم هستند، می باشد. **دما** در سیستم های دارای جریان هوای گرم بین ۴۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد است در صورتی که در سیستم های دارای جریان هوای داغ بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد است و محصول در فاصله ۲ تا ۵ دقیقه خشک می شود.

عیب این دستگاه این است که گرم کننده این دستگاهها به وسیله نفت یا گازوئیل کار می کند و دود حاصل از این سوختها روی اندام گیاهی تأثیر منفی می گذارد.

دستگاه خشک کن تحت خلاء

کاربرد این نوع دستگاهها خشک کردن انواع میوهجات سبزیجات و گیاهان دارویی و مواد حساس به گرما است.

مزایا:

i. دارای سرعت بالا در خشک کردن

ii. مصرف انرژی بسیار پایین

iii. کنترل دقیق شرایط خلاء و دما

ظرفیت تولید این دستگاه خشک کن ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلو محصول تازه در هر بار استفاده می باشد.

