



پژوهشکده توسعه منابع طبیعی ایران



جهاد دانشگاهی واحد استان همدان

تدوین دانش فنی و راه اندازی واحد نیمه صنعتی تولید مواد موثره گیاه سیر

گزارش پیشرفت پروژه

گروه پژوهشی بیوتکنولوژی صنعتی



تابستان ۱۴۰۱



پژوهشکده
توسعه صنایع شیمیایی



واحد همدان



معاونت پژوهش و فناوری



پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی ایران

تدوین دانش فنی و راه اندازی واحد نیمه صنعتی

تولید مواد موثر گیاه سیر

گزارش پیشرفت پروژه

محل اجرای پروژه:

جهاد دانشگاهی واحد استان همدان

مجری:

پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی

گروه پژوهشی بیوتکنولوژی صنعتی

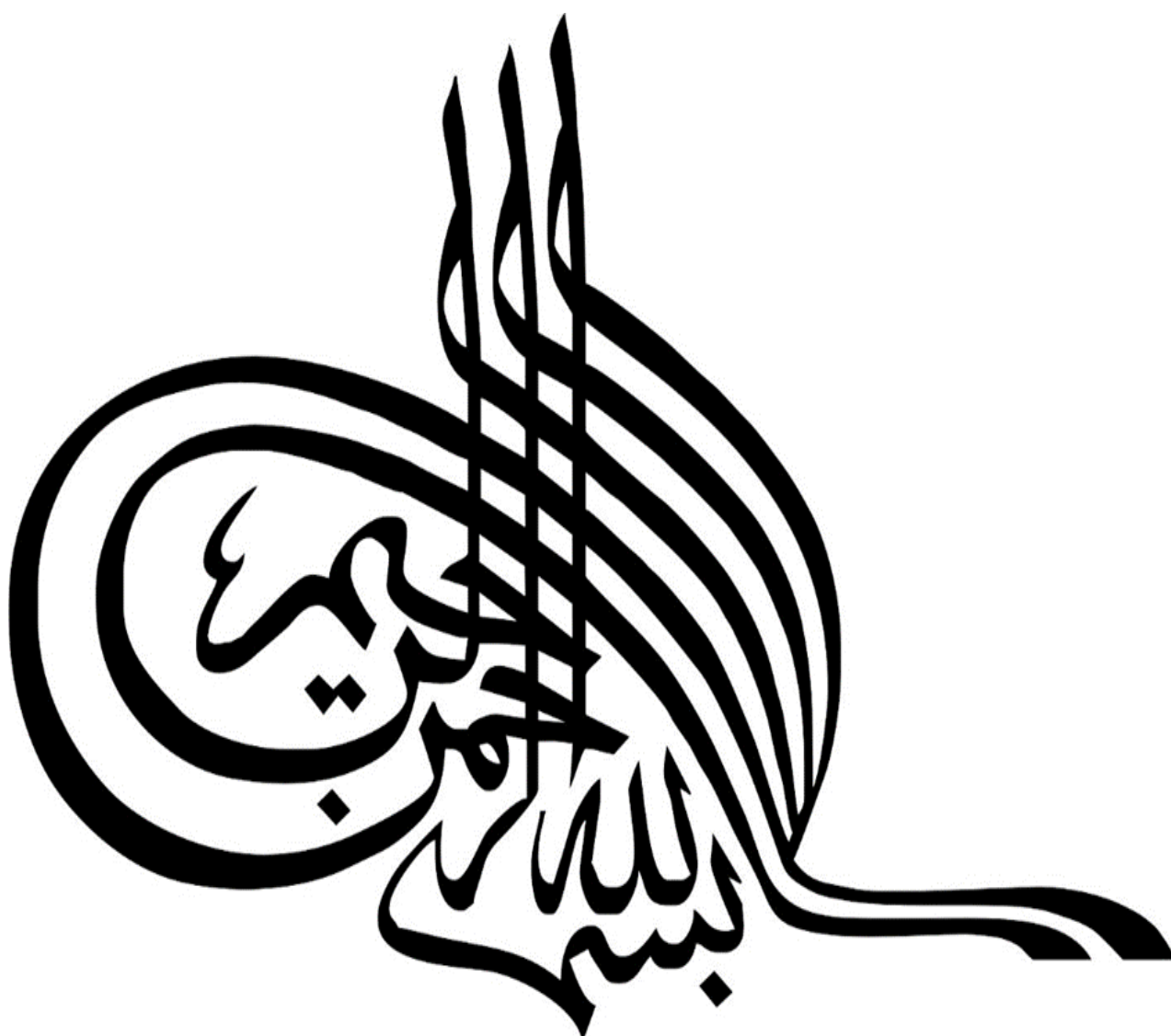
تابستان ۱۴۰۱



پژوهشگاه
توسعه صنایع شیمیایی



واحد همدان





شناسنامه گزارش

عنوان پروژه :

تدوین دانش فنی و راه اندازی واحد نیمه صنعتی تولید مواد موثر گیاه سیر

گزارش : اول

نام مجری و همکاران:

محبوب حبیب زاده، عباس جعفری جید، محمدتقی رئیسی، عباس بایگان، مرتضی لشکری

مشاور: مسعود کمبرانی

نام ناظر: علیرضا امیرصادقی، الهه پور فخرایی

نهاد های همکار : -

محل اجرا : جهاد دانشگاهی استان همدان

گروه پژوهشی ذیربط : گروه بیوتکنولوژی صنعتی

تیم پژوهشی ذیربط : تیم مواد موثره گیاهی

تاریخ شروع بر اساس قرارداد : اردیبهشت ۱۴۰۰

تاریخ اتمام بر اساس قرارداد : اردیبهشت ۱۴۰۱

درصد پیشرفت پروژه با ارائه این گزارش :

نام ناظر :

تهیه کننده گزارش : گروه بیوتکنولوژی صنعتی

ویرایش : چهارم

چکیده

گیاهان دارویی یکی از گنجینه های بزرگ طبیعت و نعمت های الهی است که برای درمان بیماری ها سابقه طولانی دارد و هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای پیشرفته به عنوان یک راه اصلی درمان به شمار می رود. باتوجه به گزارش های سازمان بهداشت جهانی ۸۰ درصد جمعیت جهان از عصاره یا ترکیبات فعال گیاهان به عنوان دارو استفاده می کنند و بیش از ۵۰ درصد داروهای بالینی مدرن منشاء گیاهی دارند. گزارش پیش رو، اولین گزارش پیشرفت پروژه در خصوص راه اندازی واحد نیمه صنعتی تولید مواد موثره گیاهی در مقیاس نیمه صنعتی می باشد. فصل اول این گزارش به کلیاتی در خصوص انواع مواد موثره گیاهی و نحوه استحصال آن می پردازد. فصل دوم گزارش مشخصا به گیاه سیر، مواد موثره آن و روش های استخراج آن می پردازد و فصل سوم به ارائه داده های فاز آزمایشگاهی و افزایش مقیاس این داده ها می پردازد.

کلمات کلیدی: سیر، اسانس سیر، مواد موثره، استخراج، گیاه دارویی، تقطیر.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات

۲	۱-۱ گیاهان دارویی
۲	۲-۱ گیاهان دارویی معطر
۳	۳-۱ گیاهان دارویی و معطر در دنیا
۳	۴-۱ مواد موثره گیاهان دارویی
۴	۱-۴-۱ ترکیب‌های ثانویه
۵	۲-۴-۱ طبقه بندی مواد موثره
۵	۵-۱ اسانس‌ها
۶	۱-۵-۱ خواص اسانس‌ها
۷	۲-۵-۱ نگه داری اسانس‌ها
۸	۳-۵-۱ ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها
۹	۴-۵-۱ انواع اسانس‌ها
۹	۵-۵-۱ کاربرد اسانس‌ها
۱۰	۶-۵-۱ کاربرد اسانس‌ها در صنایع مختلف
۱۰	۷-۵-۱ کاربرد اسانس‌ها در پزشکی
۱۱	۸-۵-۱ اثرات درمانی اسانس‌ها بر روی بدن
۱۱	۹-۵-۱ عوارض جانبی استفاده از اسانس‌ها
۱۲	۶-۱ روش‌های مختلف فرایند استخراج اسانس سیر
۱۳	۱-۶-۱ تقطیر با آب HD (Hydrodistillation)
۱۶	۱-۱-۶-۱ مزایای روش تقطیر با آب
۱۶	۲-۱-۶-۱ معایب روش تقطیر با آب
۱۷	۲-۶-۱ تقطیر با بخار SD (Steam Distillation)
۱۸	۱-۲-۶-۱ روش‌های مختلف تقطیر با بخار

صفحه

عنوان

- ۱-۶-۲-۲ تقطیر با بخار مستقیم ۱۸
- ۱-۶-۲-۳ مزایای روش تقطیر با بخار ۲۰
- ۱-۶-۲-۴ معایب روش تقطیر با بخار ۲۰
- ۱-۶-۳ روش تقطیر با آب و بخار آب ۲۱
- ۱-۶-۳-۱ مزایا روش تقطیر با آب و بخار آب ۲۳
- ۱-۶-۳-۲ معایب روش تقطیر با آب و بخار آب ۲۳
- ۱-۶-۴ استخراج با حلال ۲۳
- ۱-۶-۴-۱ کانکریت ۲۵
- ۱-۶-۴-۲ اَبسولوت ۲۵
- ۱-۶-۵ تقطیر با اولتراسونیک (Ultra Sound Assisted Hydrodistillation) US-HD ۲۶
- ۱-۶-۶ ترکیب تقطیر با امواج اولتراسونیک (Sono Hydrodistillation) SHD ۲۶
- ۱-۶-۷ تقطیر با امواج ماکروویو (Microwave Assisted Hydrodistillation) MWHD ۲۸
- ۱-۶-۸ استخراج با سیال فوق بحرانی (Super Critical Fluid Extraction) SCFE ۲۸
- ۱-۶-۹ استخراج به روش آنزیمی ۳۰
- ۱-۶-۱۰ استخراج به روش فشردن ۳۰
- ۱-۶-۱۱ تقطیر تجزیه‌ای ۳۰
- ۱-۷ عوامل موثر بر ترکیب‌های موجود در روغن‌های فرار ۳۲
- ۱-۷-۱ اثر زمان تقطیر ۳۲
- ۱-۷-۲ اثر درجه حرارت و pH به طور هم زمان در عمل تقطیر ۳۳
- ۱-۷-۳ اثر درجه خردی گیاه ۳۳
- ۱-۷-۴ تاثیر فشار و دما ۳۵
- ۱-۸ روش‌های دستگاهی جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس ۳۶

فصل دوم: سیر و مواد موثره سیر

- ۱-۲ گیاه شناسی سیر ۳۸

صفحه

عنوان

- ۴۰ ۱-۱-۲ نام‌های مختلف گیاه سیر
- ۴۰ ۲-۱-۲ ترکیبات سیر
- ۴۲ ۲-۲ خواص درمانی سیر
- ۴۳ ۳-۲ وضعیت بازار سیر
- ۴۳ ۱-۳-۲ بازار سیر در ایران
- ۴۴ ۲-۳-۲ بازار سیر در دنیا
- ۴۴ ۴-۲ فرآورده‌های سیر
- ۴۵ ۱-۴-۲ اسانس سیر
- ۴۵ ۱-۱-۴-۲ ترکیبات موثره اسانس سیر
- ۴۶ ۲-۱-۴-۲ خواص فیزیوشیمیایی اسانس سیر
- ۴۶ ۳-۱-۴-۲ عوامل محیطی تأثیرگذار روی اسانس سیر
- ۴۶ ۴-۱-۴-۲ خواص اسانس سیر
- ۴۶ ۵-۱-۴-۲ روش‌های مختلف آنالیز اسانس سیر
- ۴۷ ۲-۴-۲ پودر سیر
- ۴۷ ۱-۲-۴-۲ روش‌های مختلف آنالیز پودر سیر
- ۴۸ ۳-۴-۲ عصاره سیر
- ۴۹ ۴-۴-۲ عرق سیر
- ۴۹ ۵-۲ مرور مطالعات انجام شده در زمینه استخراج مواد موثره سیر
- ۵۸ ۶-۲ انتخاب بهترین روش استخراج مواد موثره سیر

فصل سوم: فاز آزمایشگاهی استخراج مواد موثره سیر

- ۶۱ ۱-۳ استخراج مواد موثره سیر
- ۶۱ ۱-۱-۳ استخراج اسانس سیر
- ۶۲ ۲-۱-۳ استخراج عرق سیر
- ۶۳ ۳-۱-۳ استخراج پودر سیر



پژوهشکده
توسعه صنایع شیمیایی



واحد همدان

عنوان

صفحه

- ۳-۱-۴ استخراج عصاره خشک سیر ۶۳
- ۳-۲ مشخصات مواد مصرفی ۶۵
- ۳-۳ نتایج آزمایشگاهی ۶۶
- ۳-۴ روش آنالیز ۶۶
- ۳-۵ آنالیز نمونه‌ها ۶۸
- ۳-۵-۱ آنالیز اسانس سیر ۶۸
- ۳-۵-۲ آنالیز پودر سیر ۷۰
- ۳-۵-۳ آنالیز عصاره خشک سیر ۷۱
- منابع ۷۲

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱ روش‌های مختلف تقطیر با بخار	۱۸
جدول ۲-۱ مقایسه روش‌های مختلف استخراج مواد موثره سیر	۳۱
جدول ۱-۲ گیاه شناسی گیاه سیر	۳۹
جدول ۲-۲ نام‌های مختلف سیر	۴۰
جدول ۳-۲ محتوای ویتامین و مواد معدنی سیر (میلی گرم)	۴۲
جدول ۴-۲ خلاصه وضعیت سیر در کشور	۴۴
جدول ۵-۲ خلاصه وضعیت سیر در دنیا	۴۴
جدول ۶-۲ روش‌های مختلف آنالیز اسانس سیر	۴۶
جدول ۷-۲ روش‌های مختلف آنالیز پودر سیر	۴۷
جدول ۸-۲ تأثیر روش‌های استخراج بر درصد روغن تولیدی و خواص فیزیک و شیمی	۵۱
جدول ۹-۲ حساسیت باکتری‌ها به غلظت‌های مختلف عصاره سیر	۵۲
جدول ۱۰-۲ حساسیت باکتری به دو نوع عصاره سیر	۵۲
جدول ۱۱-۲ نتایج تجزیه و تحلیل GC-MC عصاره سیر	۵۳
جدول ۱۲-۲ مقایسه مقادیر حداقل غلظت بازدارنده (ppm) استخراج روغن سیر با تقطیر با بخار آب و استخراج با حلال بر روی سویه-های باکتریایی	۵۳
جدول ۱۳-۲ میزان حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس سیر	۵۴
جدول ۱۴-۲ نتایج آنالیز کروماتوگرافی گازی اسانس سیر	۵۵
جدول ۱۵-۲ تأثیر مقادیر متفاوت سیر بر میزان کلسترول تام در سرم، کبد و عضلات سینه و ران جوجه‌های گوشتی در سن ۴۹ روزگی	۵۵
جدول ۱۶-۲ مقایسه برخی از معیارهای رشد و بازماندگی به دست آمده در بچه ماهی سفید پرورشی تغذیه شده با سطوح مختلف پودر سیر طی مدت ۷۶ روز پرورش	۵۷
جدول ۱۷-۲ اثر سطوح مختلف پودر سیر بر مقاومت به تنش شوری (۱۵ گرم در لیتر) در بچه ماهی سفید پرورشی پس از ۴۸ ساعت	۵۷
جدول ۱۸-۲ تأثیر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار در سن ۵۸ الی ۶۳ هفتگی	۵۸
جدول ۱-۳ لیست مواد مصرفی	۶۵

صفحه

عنوان

- جدول ۲-۳ نتایج استخراج فراورده‌های سیر ۶۶
- جدول ۳-۳ مشخصات دستگاه GC-MC ۶۷
- جدول ۴-۳ گزارش مواد آنالیز GC-MC اسانس سیر ۶۸

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۴.....	شکل ۱-۱ فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با آب
۱۸.....	شکل ۲-۱ فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با بخار
۲۱.....	شکل ۳-۱ شماتیک استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و بخار
۲۶.....	شکل ۴-۱ فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با اولتراسونیک
۲۷.....	شکل ۵-۱ فرایند استخراج اسانس به روش ترکیبی تقطیر با امواج اولتراسونیک
۲۷.....	شکل ۶-۱ مقایسه فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با آب (a)، تقطیر با اولتراسونیک (b)، تقطیر ترکیبی با امواج اولتراسونیک (c)
۲۸.....	شکل ۷-۱ فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با امواج ماکروویو
۲۹.....	شکل ۸-۱ فرایند استخراج اسانس با سیال فوق بحرانی
۳۲.....	شکل ۹-۱ طیف کروماتوگرام روغن فرار شوید در طی زمان‌های مختلف استخراج
۳۴.....	شکل ۱۰-۱ تأثیر درجه خردی بر میزان اجزاء α -پینن و گرانیل استات در بازه‌های زمانی متفاوت
۳۵.....	شکل ۱۱-۱ تأثیر درجه خردی بر میزان جزء لینالول در بازه‌های زمانی متفاوت
۳۵.....	شکل ۱۲-۱ تأثیر خردی بر میزان گرانول و ترپینن در بازه‌های زمانی متفاوت
۳۹.....	شکل ۱-۲ معرفی قسمت‌های مختلف گیاه سیر
۴۰.....	شکل ۲-۲ ساختار آلین و آلیسین
۴۲.....	شکل ۳-۲ روند تبدیل آلین به آلیسین و ترکیبات دیگر
۴۳.....	شکل ۴-۲ کاربردهای پزشکی سیر
۵۴.....	شکل ۵-۲ کروماتوگرافی گازی، اسانس سیر
۶۱.....	شکل ۱-۳ شماتیک روش آزمایشگاهی استخراج اسانس سیر
۶۲.....	شکل ۲-۳ روش آزمایشگاهی استخراج اسانس سیر
۶۳.....	شکل ۳-۳ روش آزمایشگاهی استخراج عرق سیر
۶۴.....	شکل ۴-۳ دستگاه اسپری درایر برای تولید عصاره خشک سیر
۶۴.....	شکل ۵-۳ روش آزمایشگاهی استخراج عصاره خشک سیر

صفحه

عنوان

- شکل ۳-۶ برگ آنالیز اتانول مصرفی ۶۵
- شکل ۳-۷ دستگاه GC-MC ۶۷
- شکل ۳-۸ گزارش آنالیز GC-MS اسانس سیر ۶۸
- شکل ۳-۹ طیف GC-MS اسانس سیر ۶۹
- شکل ۳-۱۰ گزارش آنالیز پودر پودر سیر ۷۰
- شکل ۳-۱۱ گزارش آنالیز عصاره خشک سیر ۷۱



پژوهشگاه
توسعه صنایع شیمیایی



واحد همدان

فصل اول

کلیات

۱-۱ گیاهان دارویی

گیاهان دارویی^۱ یکی از گنجینه های بزرگ طبیعت و نعمت های الهی می باشد که از زمان های قدیم مورد توجه بشر بوده است. استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری ها قرن ها سابقه دارد و هم اکنون نیز در بسیاری از کشورهای پیشرفته و در حال پیشرفت به عنوان یک راه اصلی درمان به شمار می رود [۱].

باتوجه به گزارش های سازمان بهداشت جهانی ۸۰ درصد جمعیت جهان از عصاره یا ترکیبات فعال گیاهان به عنوان دارو استفاده می کنند و بیش از ۵۰ درصد داروهای بالینی مدرن منشاء گیاهی دارند. با توجه به اینکه ایران از لحاظ آب و هوا موقعیت جغرافیایی و زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان می باشد با تمرکز به پرورش و تولید فرآورده های مختلف از این صنعت می توان برای صادرات و رونق اقتصادی کشور توجه کرد. در این میان یکی از با ارزش ترین گیاهان دارویی، گیاه سیر می باشد. گزارش هایی مبنی بر افزایش رشد، بهبود شاخص های بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم های گوارشی در نتیجه وجود گیاه سیر در جیره غذایی آبزیان و دام و طیور وجود دارد و همچنین با استخراج مواد موثره با خلوص و راندمان بالا که از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد تولید فرآورده های دارویی بسیاری انجام شده است [۲].

۱-۲ گیاهان دارویی و معطر در ایران

کشور ایران با داشتن وسعت زیاد و آب و هوای متنوع و مختلف، تقریباً دارای تمام اقلیم های حیاتی جهان است. و در واقع می توان گفت: ایران با داشتن تنوع آب و هوایی جزو غنی ترین بخش جهان در این زمینه است. تقریباً تمام نقاط ایران بویژه دامنه های رشته کوه های البرز، زاگرس، زردکوه، سبلان و سهپند و اراضی دیمی اردبیل، چهارمحال و بختیاری و ... سرشار از گونه های گیاهان معطر و دارویی است. تاکنون نزدیک ۱۱ هزار گونه گیاهی در ایران شناسایی، جمع آوری و معرفی شده است که این تعداد بیش از ۵ برابر گونه های گیاهی کل قاره اروپاست. و این امر باعث توجه ویژه کشورهای جهان به ایران گردیده است.

کشور ایران با توجه روزافزون به گیاهان دارویی، ایجاد و توسعه کارخانجات و صنایع اسانس گیری و فراوری گیاهان دارویی و معطر در کشور و ایجاد رشته های گیاهان دارویی و همچنین فیتوشیمی در مقاطع کادانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا در جهت توسعه این صنعت گام برداشته است [۳].

۳-۱ گیاهان دارویی و معطر در دنیا

نزدیک به ۷۰ درصد داروهای شیمیایی موجود از اجزاء نباتی تهیه می شوند و غالب اسانس های خوراکی، صنعتی، رنگها و عصاره های مورد مصرف در صنایع غذایی دارای منشاء گیاهی هستند. بدین لحاظ شش کشور بزرگ صنعتی، ایالات متحده آمریکا، ژاپن، آلمان، انگلستان، فرانسه و سوئیس از بزرگترین واردکنندگان گیاهان دارویی و بزرگترین تولیدکنندگان داروهای شیمیایی بشمار می آیند. این کشورها حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد واردات این گیاهان را در میان کشورهای عضو « شورای همکاری توسعه اقتصادی» به خود اختصاص می دهند.

ارزش واردات جهانی گیاهان دارویی در سال ۱۹۸۰ بالغ بر ۵۵۱ میلیون دلار می شد و ارزش مبادلات جهانی محصولات دارویی در همین سال نزدیک به ۷۶ میلیارد دلار بود، که بخش مهمی از آن را تولیدات کشورهای غرب و ژاپن تشکیل می داد.

باید توجه گردد که بخش عمده ای از گیاهان و مصنوعات خام حاصل از آنها که توسط کشورهای مذکور وارد می گردد پس از تبدیل به محصول نهائی از جمله داروها و محصولات بهداشتی و آرایشی مجدداً به کشورهای فروشنده مواد اولیه با قیمت فوق العاده بالاتر بفروش می رسد لذا با یک تخمین ساده و می توان رقم مبادله شده در نقل انتقال گیاهان دارویی و صنعتی و محصولات حاصل از آنها را حدس زد. واضح است در صورتی که بتوان بخشی از این ارقام را جذب سیستم بازرگانی نمود از جنبه اقتصادی بسیار سودآور است [۴].

۳-۴ مواد موثره گیاهان دارویی

به گروهی از مواد یا ترکیب های ثانویه در گیاهان که نقش موثری در بهبود، درمان، پیش گیری بیماری ها و نهایتاً سلامت انسان و دام داشته باشد، "ماده موثره" گفته می شود. با استفاده از تکنیک های فیتوشیمیایی و حتی

فن آوری زیستی می توان اقدام به تجزیه، جداسازی، شناسایی و استخراج این مواد از گیاه نمود. بررسی مواد شیمیایی ثانوی با تجزیه شیمیایی گیاهان دارویی در قرن نوزدهم آغاز شد. نتایج این بررسی ها، از همان اوایل کار نشان داد که گیاهان دارویی علاوه بر ترکیبات عمومی و اساسی، هر کدام حداقل دارای یک ماده موثره ثانوی مخصوص هستند. این مواد موثره مخصوص که شامل هزاران نوع می-باشند به «مواد طبیعی گیاهی» موسوم اند. به طور کلی مواد طبیعی گیاهی را به دو دسته مواد اولیه و مواد ثانویه تقسیم بندی می کنند. مواد اولیه برای موجودات زنده اساسی و ضروری هستند، یعنی حیات موجودات زنده بستگی به حضور این مواد در پیکر آنان دارد. ولی حضور مواد ثانویه برای تداوم حیات چندان یا بطور مطلق ضروری نیست [۵].

۱-۴-۱- ترکیب های ثانویه

ترکیب ها یا متابولیت های ثانویه موجود در گیاهان، ترکیب هایی هستند که نقش چندان در فرآیندهای اصلی گیاه، مانند فتوسنتز و تنفس ندارند. این ترکیب ها از متابولیت های اولیه، توسط مسیرهای خاصی به منظور اهدافی نظیر جذب حشرات گرده افشان، نقش تدافعی در برابر بیماری ها، آفات و چرا کننده ها، افزایش تحمل و سازگاری گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی (گرما، خشکی و ...)، افزایش توان رقابتی و غیره تولید می شوند. تولید ترکیب های ثانویه در گیاهان کم تر از یک درصد کربن حاصل از فتوسنتز را به خود اختصاص می دهد. اغلب این متابولیت ها در برخی از سلول ها (واکوئل) و بافت های گیاهی سنتز، ذخیره و نهایتاً ترشح می شوند. از مهم ترین ترکیبات ثانویه می توان سه گروه مهم آلکالوئیدها، ترپن ها و فنل ها را نام برد [۳].

همچنین با توجه به این که اثرات مفید گیاهان دارویی اصولاً نتیجه، ترکیبی از متابولیت های ثانویه موجود در این گیاهان است، متابولیت های ثانویه گیاه متفاوت از متابولیت های اولیه (به عنوان مثال کربوهیدرات ها، پروتئین ها، چربی ها، اسیدهای نوکلئیک) هستند که در همه گیاهان وجود دارند و توزیع این متابولیت ها محدود بوده، اغلب آنها تنها به وسیله گیاهان ویژه ای یا گروهی از آنها تولید می شوند. اگرچه به نظر می رسد که متابولیت های

ثانویه گیاه به عنوان ترکیبات شیمیایی در ساختار و نگه داری سلول های گیاهی نقشی ندارند، ولی تحقیقات اخیر نشان داده است که نقش کلیدی در اکو- فیزیولوژی گیاهان دارند [۶].

از ویژگی های متابولیت های ثانویه در گیاهان دارویی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- تنوع و تخصص یافتگی تولیدات ثانویه گیاهی بسیار بیشتر از حد تصور می باشد.
- ۲- بسیاری از تولیدات ثانویه در مقابل گونه های دیگر فعالیت زیستی از خود بروز می دهند.
- ۳- بررسی و مطالعه میکروارگانیزم ها و حشرات و جانوران نشان می دهد که متابولیت های ثانویه برای شناسایی میزبان گیاهی لازم و ضروری اند.
- ۴- غلظت متابولیت های ثانویه ی فعال زیستی، در اثر تنش های زیستی و غیر زیستی افزایش می یابد [۷].

۲-۴-۱- طبقه بندی مواد موثره

تقسیم بندی مواد موثره گیاهان که امروزه مورد تائید می باشد به صورت چهار گروه اصلی آلكالوئیدها، گلیکوزیدها، روغن های فرار و سایر مواد موثره است. منظور از سایر مواد موثره ترکیباتی چون: اسانس ها، مواد تلخ، فلاون ها، تانن ها، ساپونین ها، فلاونوئیدها، موسیلاژها (و کریبوهیدرات های خاص مشابه آن)، ویتامین ها، تانن ها، اسید سیلیسیک (و اسیدهای خاص مشابه آن) و بالاخره ترکیبات دیگر امثال آن می باشد که به دلیل ناهمبستگی و گستردگی ساختمان های شیمیایی شان در گروه قبلی جای نمی گیرند.

۱-۵ اسانس ها

اسانس ها یا ترکیب های معطر، یکی از بزرگترین و مهم ترین ترکیب های ثانویه در گیاهان دارویی، ادویه ای و به ویژه معطر هستند. به ترکیب های ثانویه ای که در برخی گیاهان به دلیل مسیرهای بیوشیمیایی خاص تولید می شوند و به صورت معطر، روغنی (روغن دوست)، غلیظ، فرار، آب گریز یا غیر محلول در آب هستند [۳]. اسانس ها را به علت تبخیر در اثر مجاورت هوا در حرارت عادی، آن ها را روغن های فرار یا اتری یا اسانس های روغنی می نامند. اسانس ها به طور کلی بی رنگ هستند، بخصوص هنگامی که تازه تهیه شده باشند ولی در اثر مرور زمان به علت اکسیداسیون و

رزینی شده رنگ آنها تیره می‌گردد. برای جلوگیری از این تغییرات باید اسانس‌ها را در مکان خنک، خشک، ظرف‌های سربسته و پر، از جنس شیشه نگه داری نمود. اسانس‌ها در الکل محلول و به میزان کمی در آب حل می‌شوند [۸].

اگرچه اسانس‌ها از نظر ترکیب شیمیایی با یکدیگر متفاوتند، ولی در بوی از خواص فیزیکی مشترک می‌باشند اسانس‌ها دارای بوی مشخص و ضریب شکست قوی بوده و اغلب روی نور پلاریزه موثر می‌باشند. قدرت چرخش اسانس‌ها اغلب وسیله مناسبی جهت تشخیص آنها می‌باشد (اسانس مانت طبیعی چپ‌گرد است، ولی نوع مصنوعی آن راسمیک است و همچنین کامفر طبیعی راست‌گرد است ولی کامفر مصنوعی راسمیک می‌باشد).

به‌طور کلی، اسانس‌ها با آب غیرقابل اختلاط می‌باشند، ولی می‌توانند به اندازه کافی در آب حل شوند و بوی خود را به آب انتقال دهند. آب‌های مقطری که در فارماکوپه‌ها ذکر شده‌اند، تماماً نتیجه این حلالیت مختصر اسانس در آب هستند. اسانس‌ها در اتر، الکل و اغلب حلال‌های آلی محلول می‌باشند [۹].

۱-۵-۱ خواص اسانس‌ها

اسانس‌ها موادی فرارند، در الکل و دیگر حلال‌های آلی حل می‌شوند، وقتی تازه باشند عمدتاً موادی بی‌رنگ به نظر می‌رسند ولی رنگ آنها به مرور زمان به علت اکسیداسیون و رزینی شدن تیره می‌گردد. بنابراین توصیه شده است که برای جلوگیری از این تغییرات اسانس‌ها باید در مکان خنک، خشک، ظرف‌های سربسته و پر و از جنس شیشه به رنگ دودی یا آلومینیومی نگه داری شوند. و در صورت استفاده از شیشه‌های بی‌رنگ در جای خنک و تاریک نگه داری گردد.

اسانس‌ها معمولاً از ترپن‌ها، سزکویی‌ترپن‌ها، الکل‌ها، استرها، آلدئیدها، فنل‌ها، اترها و کتون‌ها می‌باشند. این مواد غالباً مانع رشد باکتری‌ها می‌گردند و خاصیت ضد تورم، ضد دل‌درد، آرام‌بخش، ضد نفخ، اشتها آور و گاهی اوقات خاصیت خلط‌آوری دارند. روغن‌های فرار از نظر بعضی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی با روغن‌های ثابت اختلاف دارند که اهم آنها عبارت‌اند از:

- روغن‌های فرار را می‌توان به راحتی از طریق روش‌های تقطیر استخراج نمود

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

- روغن های فرار بر خلاف روغن های ثابت لکه های دائم روی کاغذ به جا نخواهند گذاشت.

- روغن های فرار بر خلاف روغن های ثابت با قلیایی ها صابونی نخواهند شد.

- روغن های فرار بر خلاف روغن های ثابت فاسد و ترش نمی شوند بلکه در مجاورت هوا و نور اکسیده و رزینی شکل خواهند شد [۸].

عملاً تمام اسانس ها از مخلوط ترکیبات شیمیایی که اغلب بسیار پیچیده می باشند، درست شده اند و ترکیب شیمیایی آنها نیز با یکدیگر کاملاً متفاوت است. به طور کلی می توان انواع مختلف مواد شیمیایی را در ترکیب اسانس ها یافت. هیدروکربورها، الکل ها، کتون ها، آلدئیدها، اترها، اکسیدها، و غیره در آنها وجود دارند که میزان هریک در اسانس مشخص می باشد. مثلاً اسانس فرار خردل نباید کم تر از ۹۳٪ آلیل ایزوتیوسیانات و اسانس میخک نباید کم تر از ۸۰٪ ترکیبات فنولی مانند اوژنول داشته باشد.

۱-۵-۲ نگره داری اسانس ها

معمولاً واکنش های شیمیایی که بعد از استخراج اسانس در آن به وقوع می پیوندد سبب کاهش کیفیت و یا فاسد شدن اسانس می گردد. ترکیب شیمیایی اجزای تشکیل دهنده اسانس متفاوت است و تحت تاثیر عوامل مختلفی نیز تجزیه می گردد. مثلاً هیدروکربورهای ترپن دار تحت تاثیر هوا به سرعت اکسیده و پلیمریزه می گردند.

یون فلزات سنگین به خصوص مس در دمای بالا حتی به مقدار بسیار کم به سرعت سبب تجزیه اسانس می گردد. گرچه فعل و انفعالات شیمیایی موجود در اسانس ها در دمای پایین به کندی صورت می پذیرد ولی صرفاً ماندن و کهنه شدن این مواد در مدت نسبتاً طولانی ولو در درجه حرارت های پایین سبب ایجاد واکنش های کند و نامطلوب شیمیایی و تغییر ماهیت تدریجی آنها می گردد. وجود مقدار بسیار کمی آب در اسانس حتی در حد چندم درصد

سبب تجزیه استرهای موجود در اسانس‌ها به میزان ده برابر مقدار آب موجود در آنها می‌شود، و مقدار اسیدهای چرب به نحو چشم گیری افزایش می یابد. اسیدهای چرب، خود سبب واکنش‌های نامطلوب دیگری در اسانس می‌گردد. به طور کلی برای نگه داری اسانس‌ها باید حضور تمام عواملی را که سبب نزول کیفیت آنها می‌شود، به حداقل ممکن رسانید. مثلاً حتی‌الامکان باید در درجه حرارت‌های پایین‌تر اقدام به نگه داری اسانس‌ها نمود. یا برای کاهش تماس اسانس‌ها با هوا که سبب اکسیده شدن آنها می‌شود باید ظروف محتوی اسانس را کاملاً پر و درب آن را کاملاً محکم نمود تا ورود هوا به داخل ظرف و تماس آن با سطح اسانس امکان‌پذیر نشود. از آنجایی که اسیدسیتریک مانعی برای انجام واکنش‌های خاص شیمیایی یون فلزات سنگین است، چنانچه از ظروف فلزی برای نگه داری اسانس استفاده می‌شود می‌توان از مقادیر کم اسیدسیتریک استفاده نمود. برخی از اسانس‌ها تحت تاثیر نور تجزیه می‌گردند. از این رو، بهتر است برای نگه داری این گونه مواد از ظروف شیشه‌ای تیره رنگ استفاده نمود [۸].

۱-۵-۳ ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها

در مراحل اولیه پیشرفت شیمی آلی، تحقیقات شیمیایی اسانس‌ها محدود به تقطیر تعداد زیادی از گیاهان بود و اسانسی که به این طریق به دست می‌آمد برای ساخت عطرهای مختلف به کار می‌رفت. البته بعضی از آنها هنوز هم بدین منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما به تدریج و با پیشرفت علم در روش‌های تهیه اسانس‌ها پیشرفت‌هایی حاصل شد و به موازات این پیشرفت‌ها دانش بیشتری نسبت به اجزای اسانس‌ها به دست آمد. سپس مشخص گردید که روغن‌های اسانسی عمدتاً شامل ترکیب‌های کم و بیش فرار مایع از دسته ترکیب‌های آلی هستند. بنابراین ترکیب‌های هیدروکربنی غیرحلقوی (خطی)، حلقوی و مشتقات اکسیژنه آنها پیدا شد.

با وجود این که لیست تمام اجزای شناخته شده اسانس‌ها شامل ترکیبات غیرمرتبطی نیز بود ولی می‌توان تعداد زیادی از این ترکیب‌ها را به چهار دسته اصلی تقسیم کرد که مشخصه اکثر اسانس‌ها هستند. ازجمله:

- ترپن‌های وابسته به ایزوپرن‌ها یا ایزوپنتن‌ها

- ترکیب‌های زنجیره ای خطی که شامل هیچ زنجیر جانبی نیستند.

- مشتقات بنزن

- ترکیبات دیگر [۱۰].

۱-۵-۴ انواع اسانس ها

اسانس های طبیعی: فرآورده هایی هستند که از مواد خام گیاهی با یکی از روش های استخراج تقطیر، فشردن و استخراج با حلال به دست می آیند.

اسانس های شبه طبیعی: فرآورده هایی هستند که از ترکیب مواد اولیه معطر به وجود می آیند و از نظر بو شبیه اسانس های طبیعی می باشند.

اسانس های مصنوعی: فرآورده هایی هستند که به طور تجاری از مواد شیمیایی آلی شبیه اسانس های طبیعی تهیه می گردند و بویی شبیه اسانس های طبیعی دارند [۸ و ۱۱].

۱-۵-۵ کاربرد اسانس ها

اسانس ها پس از استخراج به عنوان طعم دهنده و عطر دهنده و یا مواد تکمیل کننده داروها و غذاها مورد استفاده قرار می گیرند. اسانس ها در صنایع آرایشی برای تهیه عطر، اسپرهای خوشبو کننده و در صنایع بهداشتی به عنوان معطر کننده صابون و خمیر دندان کاربرد فراوانی دارند. همچنین جهت مومیایی کردن اجساد نیز از اسانس ها استفاده می شود. در واقع مهم ترین کاربرد اسانس ها علاوه بر موارد ذکر شده، اثرات درمان کننده آن هاست.

بیشتر اسانس ها به صورت مستقیم به عنوان مواد اولیه در تولید ترکیب های طعم دار و خوشبو کننده ها استفاده می شوند. در هر حال، بعضی از اسانس ها تجزیه و یا توسط تقطیر کردن غلیظ می شوند و همچنین تفکیک یا جذب می شوند. به طور مثال : ترکیباتی که از اهمیت خاصی برخوردارند و برای خوشبو کننده ها و یا طعم دهنده ها مطلوب هستند تغلیظ می گردند. ولی ترکیباتی که بوی نامطبوع و یا ضعیفی دارند و ضروری نمی باشند، حذف می گردند. امکان جداسازی یک یا چند ترکیب خاص از اسانس ها با روش تقطیر و یا کریستالیزاسیون وجود دارد.

اسانس ها چون از نظر ساختمان به ترپنوئیدها سیترال و سیترونلول، ژرانیل استات و لینالیل استات وابسته هستند، در بدن به سرعت جذب می شوند. و استفاده از اسانس ها توسط انسان و تعیین میزان مجاز، باید توسط پزشک و متخصص تجویز گردد [۱۲].

۱-۵-۶ کاربرد اسانس ها در صنایع مختلف

- صنعت عطر سازی (تهیه ادکلن، عطرهاى مختلف و اسپرى)
- صنایع بهداشتی (خوشبو کننده ها، بهبود طعم خمیر دندان، تهیه صابون، کرم و ضد عفونی کننده ها و غیره)
- صنایع غذایی (شربت، آبلیمو، نوشابه های الکلی و غیر الکلی، شیرینی پزی و...)
- مصارف فنی و آزمایشگاهی (حلال ها، معرف های کف کننده و غیره)
- صنایع مختلف (چرم سازی، لاستیک، خوشبو کننده های صنعتی، لوازم التحریر و ...)
- صنایع داروسازی (اسانس های بادیان رومی، بابونه، رازیانه، سنبل الطیب، شمعدانی عطری و غیره) [۸].

۱-۵-۷ کاربرد اسانس ها در پزشکی

واضح ترین اثر اسانس ها تحریک حس بویایی می باشد. بوها تاثیر بسیاری بر احساسات ما داشته و مستقیماً روی مغز اثر می گذارند. دستگاه بویایی به سیستم لیمبیک که مرکز کنترل هیجان، حافظه و احساسات جنسی است متصل بوده و در کنترل ضربان قلب، فشار خون، استرس، تنفس و تعادل هورمون ها دخالت دارد. همچنین اسانس ها بعد از استعمال موضعی و یا مصرف به صورت استنشاقی جذب خون شده و اثر خود را از راه خون اعمال می کنند. بسیاری از فرآورده های خام گیاهان معطر به علت داشتن اسانس به طور مستقیم در پزشکی مصرف می شوند، ولی در بیشتر موارد اسانس ها را از مواد خام جدا نموده و به عنوان دارو به کار می برند. این مواد برخلاف بسیاری از داروها جذب پوست سالم می شوند. اسانس ها علاوه بر این از نظر اقتصادی نقش مهمی در داروسازی و صنعت ایفا

می نمایند. در پزشکی از اسانس ها در مواردی مانند اثر ضد تحریکات پوستی، رفع درد، سوزش و خارش پوستی استفاده می شود [۱۳].

تا به حال تحقیقات وسیعی در مورد اسانس ها به علت داشتن خصوصیات ضد عفونی کنندگی از قبیل ضد باکتری، ضد میکروبی و ضد قارچی صورت گرفته است. در گذشته از این خاصیت برای نگه داری و جلوگیری از کپک زدن و خراب شدن مواد غذایی استفاده می کرده اند [۱۴].

۱-۵-۸ اثرات درمانی اسانس ها بر روی بدن

- اثر ضد اضطراب و افسردگی و اثر آرام بخش و خواب آور
- اثر ضد باکتری و ویروس و اثر ضد انگل و کرم
- اثر ضد درد، سرفه و نفخ و اثر برطرف کننده تبخال
- اثر قابض و گشاد کننده عروق
- اثر افزایش دهنده و کاهش دهنده فشار خون
- اثر تحریک کننده جهت انقباض کیسه صفرا
- اثر ضد سم و مسمومیت
- اثر مدر و ضد تعریق
- اثر شیرافزا [۱۲].

۱-۵-۹ عوارض جانبی استفاده از اسانس ها

مصرف بیش از حد اسانس باعث تحریک دستگاه گوارش شده، و سبب تهوع، استفراغ و اسهال می گردد همچنین امکان دارد گاهی ایجاد تحریک در در دستگاه اداری نموده، التهابات بوجود آمده شدید شده و باعث تحریک عمده

شود. همچنین ممکن است ایجاد تشنج نماید. در ناراحتیهای تنفسی ایجاد مسمومیت می کند. سیستم اعصاب مرکزی را ممکن است تضعیف نموده ایجاد کرخی، مشکلات تنفسی و یا هیجان و تشنج نماید.

به صورت خوراکی اسانس ها به عنوان دسته موادی که اثر تحریکی ملایم روی مخاط دهان و جهاز هاضمه دارند مصرف می شوند به طوری که ایجاد گرما، همچنین زیاد شدن بزاق می کنند، دفع آنها از ریه ها، پوست و کلیه می باشد مصرف بعد از غذای آنها به عنوان ضد نفخ و برای برطرف کردن ناراحتی های معده و نفخ روده ای و همچنین برای جلوگیری از عوارضی که در اثر خوردن مسهل به وجود می آید مفید است. همچنین به عنوان بخور برای ناراحتی هایی که در دستگاه تنفسی به وجود می آیند مصرف دارند. اسانس ها در اثر تماس با پوست ایجاد تحریک و قرمزی می نمایند به طوری که ابتدا یک احساس گرما و سوزش دست می دهد که با بی حسی خفیف موضعی همراه می باشد. به این دلیل به عنوان محرک جلدی در التهابات مزمن و آرام کردن دردهای عصبی و روماتیسمی به کار برده می شوند باید دانست که امکان ایجاد حساسیت وجود دارد. بنابراین برای جلوگیری از ایجاد تاول باید احتیاط کامل به عمل آید [۱۱].

۶-۱ روش های مختلف فرایند استخراج اسانس سیر

با توجه به پتانسیل بیولوژیکی بالای اسانس ها، توصیه می شود از روش های کارآمد و جدید برای استخراج اسانس ها استفاده شود [۱۵].

۱- تقطیر با آب

۲- تقطیر با بخار

۳- تقطیر با آب و بخار

۴- استخراج با حلال

۵- تقطیر با اولتراسونیک

۶- ترکیب تقطیر با امواج اولتراسونیک

۷- تقطیر با امواج ماکروویو

۸- استخراج با سیال فوق بحرانی

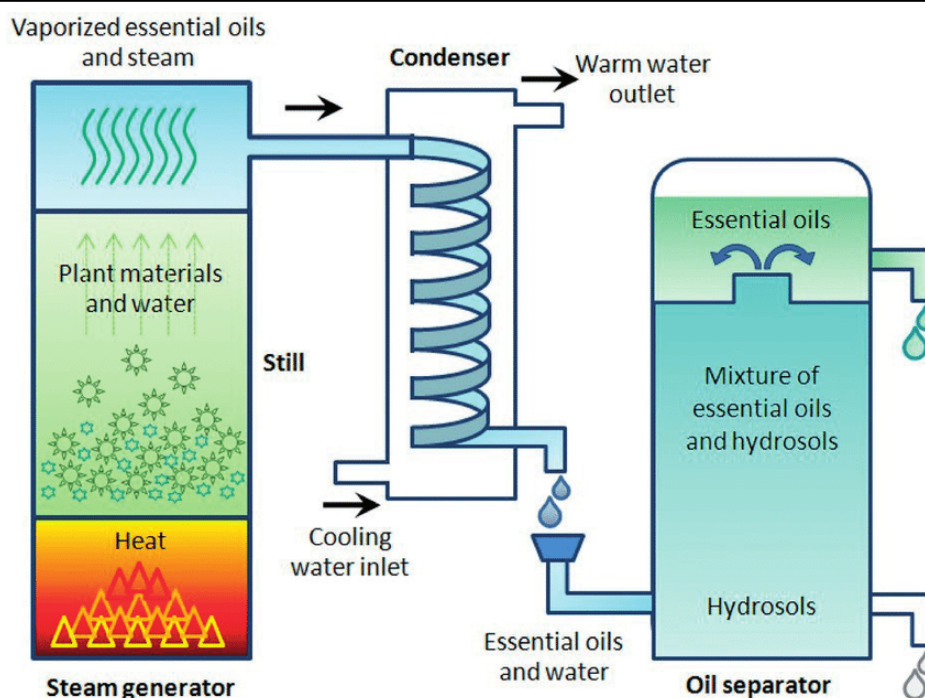
۹- استخراج به روش آنزیمی

۱۰- استخراج به روش فشردن در حرارت معمولی

۱۱- استخراج به روش تقطیر تجزیه ای

۱-۶-۱ تقطیر با آب (HD (Hydrodistillation

تقطیر با آب قدیمی ترین روش استخراج اسانس است که قدمت آن به ۵۰۰۰ سال پیش برمی گردد. مواد گیاهی داخل آب قرار گرفته و سپس در اثر حرارت می جوشد. این روش از دیرباز برای استخراج اسانس ها و ترکیبات زیست فعال از مواد گیاهی استفاده می شده است. تقطیر با آب می تواند به سه روش مختلف انجام شود: تقطیر با آب، تقطیر با آب و بخار، و تقطیر مستقیم با بخار. سه فرآیند اصلی فیزیکوشیمیایی درگیر در تقطیر با آب عبارتند از: انتشار هیدرولیکی، هیدرولیز و تجزیه توسط گرما. آب داغ و بخار به عنوان رسانه اصلی برای آزادسازی ترکیبات فعال زیستی در ماتریکس گیاه عمل می کنند و آنها را با خود حمل می کنند. خنک کردن غیر مستقیم، مخلوط بخار را متراکم می کند و باعث جدا شدن روغن و ترکیبات زیست فعال از آب می شود. از آنجایی که تقطیر با آب اغلب در دمای بالاتر از نقطه جوش آب انجام می شود، ممکن است برخی از اجزای فرار، رنگدانه های طبیعی و ترکیبات زیست فعال حساس به حرارت از بین بروند [۱۶]. رایج ترین رویکرد مورد استفاده در استخراج اسانس از گیاهان، روش تقطیر با آب (HD) است اما به دلیل زمان طولانی استخراج و بازده کم، معمولاً در صنعت ناکارآمد است [۱۷].



شکل ۱-۱- فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با آب [۱۷].

روش تقطیر با آب در مورد گیاهانی استفاده می شود که خشک باشند و در اثر جوشیدن با آب خراب نشوند. به عنوان مثال، اسانس تربانتین را بدین طریق به دست می آورند. اولئورزین ناخالص تربانتین را که شامل ترشحات گیاهی و تکه های چوب و برگ های کاج و غیره است به داخل محفظه دستگاه تقطیر وارد می کنند و آنقدر حرارت می دهند تا تمام مواد فرار (آب و اسانس) در قسمت سردکننده دستگاه جمع گردند. اسانس تربانتین از ترپن ها تشکیل یافته، و در اثر حرارت خراب نمی شوند.

برای استخراج اسانس، از روش تقطیر با آب در مورد گیاهانی استفاده می شود که خشک باشند. در صورتیکه از گیاه تازه به ویژه برگ آن استفاده شود امکان دارد در اثر جوشیدن (آب) نتیجه خوبی حاصل نگردد [۸].

ابتدا یک سیستم تقطیر با آب را در نظر می گیریم. در هر روشی از تقطیر مواد گیاهی، فقط مقادیری از اسانس که در تماس مستقیم با بخار هستند، می توانند تبخیر شوند. هر اسانسی که در بافت گیاهی است، ابتدا باید از غده های اسانسی خارج شده و به وسیله اسمز به سطح گیاه برسد. ولی نیروی انتشار آب، به ویژه زمانی که فاصله ای که قرار است پیموده شود نسبتاً بزرگ است، بسیار آهسته عمل می کند. بنابراین در تقطیر با آب لازم است که گیاه تا حد امکان به قطعات ریز تبدیل شود. به عبارت دیگر می توان گفت که در این روش خرد کردن گیاه نسبت به دو

روش دیگر تقطیر با آب، بیشتر صورت می گیرد تا آنجا که می توان آن را به صورت پودر درآورد. بخار باید بتواند در تمام فضاهای بین گیاهی که در روش تقطیر با آب پر از آب هستند به طور مداوم نفوذ کند.

ظرف تقطیر با گیاهی که قرار است تقطیر شود، پر شده و به اندازه کافی آب به آن افزوده می شود به نحوی که کل گیاه را بپوشاند. ولی باید قسمتی از فضای بالای ظرف برای جلوگیری از سر رفتن یا پاشیده شدن به درون مبرد خالی بماند. پس از سوار کردن کل دستگاه و شروع عملیات تقطیر، می توان سرعت تقطیر را با شدت حرارت اعمال شده در دستگاه تقطیر با سرعت ارسال بخار تعیین شود. اگر از شعله مستقیم استفاده می شود، باید دقت نمود که گیاه حرارت اضافی نبیند. سرعت تقطیر باید با توجه به نوع دستگاه و ماده ای که تقطیر می شود، تنظیم شود. و این سرعت را باید نزدیک ماکزیمم مقدارش نگه داریم تا بیشترین اسانس به دست آید. دلیل دیگری که برای بالا نگه داشتن سرعت وجود دارد اینست که با تقطیر سریع می توان توده گیاهی را در شرایط به قدر کافی آزاد نگه داشت تا اطمینان پیدا کنیم بخار بلند شده در گیاهی کرده است. بخاری که با توده گیاهی برخورد نکند، مثل بخار برخاسته از سطح آب در یک تقطیر آرام، نمی تواند اسانس را با خود ببرد و بنابراین هدر می رود.

هدایت صحیح تقطیر مانع تشکیل یک توده به هم چسبیده از گیاه می شود و باعث بیشتر کردن سطح برخورد موثر بخار با گیاه می شود و این به نوبه خود نه تنها باعث افزایش سرعت تولید اسانس، بلکه باعث بهبود بازده اسانس می شود.

با قراردادن مواد گیاهی در آب به صورت آزاد و شناور حباب های بخار می توانند به راحتی به تمام مواد گیاهی برخورد و باعث تبخیر اسانس آنها شوند. البته این حالت بیشتر برای قسمت های چوبی گیاه پیش می آید چون گل ها تحت تاثیر بخار تمایل به چسبندگی داشته و یک توده بزرگ را تشکیل می دهند. روغن های اسانس به راحتی از دیواره های نازک غده های اپیدرمی، انتشار می یابند. اما وقتی که گل ها و برگ ها یک توده چسبنده تشکیل می دهند، سرعت انتشار کم می شود. پس بایستی به عملیات تقطیر سرعت بیشتری داد تا ذرات گیاه به کمک حباب های بخار حرکت کرده و به هم نچسبند.

درجه خرد کردن، وزن توده گیاهی و ساختمان ظرف تقطیر بایستی مطابق هم محاسبه شوند. و برای آن دسته از مواد گیاهی که اسانس آنها نقطه جوش بالایی دارند، بایستی گیاه را کاملاً خرد کنیم. در این روش تقطیر کیفیت محصولات ناشی از یک تقطیر سریع از یک تقطیر آرام و طولانی بهتر است. زیرا زمان کوتاه تر تقطیر باعث کاهش هیدرولیز، تجزیه و رزینی شدن می شود [۹].

۱-۶-۱ مزایای روش تقطیر با آب

- عملیات این روش نسبت به روش های دیگر ساده است و خود دستگاه نیز ارزان و قابل حمل می باشد.
- امکان پودر کردن کامل ریشه، ساقه و قسمت های چوبی گیاه در این روش میسر است و همچنین قسمت هایی از گیاهان که در مجاورت بخار مستقیم، تشکیل توده چسبنده می دهند، مثل رز و شکوفه نارنج با این روش به راحتی تقطیر می شوند.

- شرایط انتشار خوبی دارد در صورتیکه مواد گیاهی بارگیری شده در آب به راحتی حرکت کنند. مرجع

۱-۶-۲ معایب روش تقطیر با آب

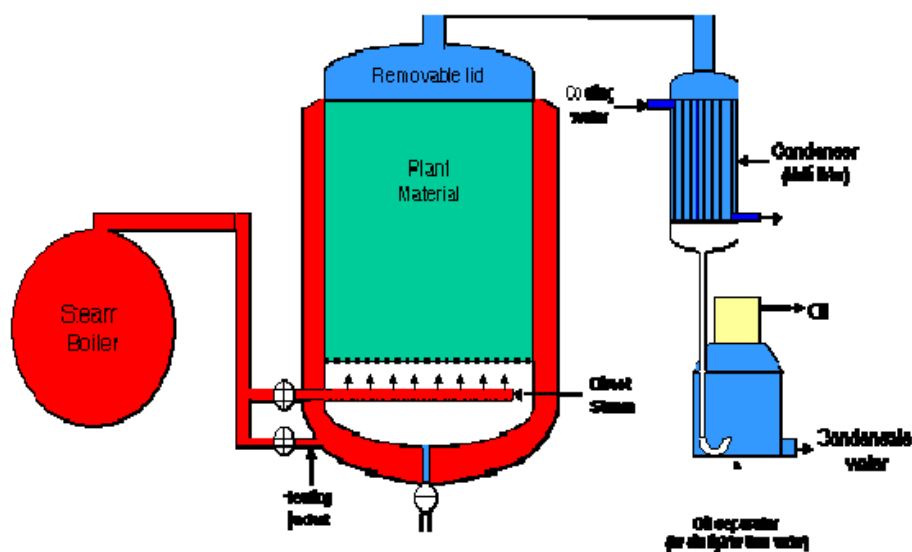
- در این روش چه گیاه خرد باشد و چه نباشد معمولاً تمام اسانس از گیاه خارج نمی شود.
- استرهای خاص مثل لینالیل استات تا حدی تا حدی هیدرولیز می شوند.
- بعضی ترکیب های حساس دیگر مثل آلدهیدها تحت تاثیر آب جوش تمایل به پلیمر شدن دارند.
- بازده اسانس نسبت به روش تقطیر با آب و تقطیر با بخار مستقیم به طور قابل ملاحظه ای کمتر است.
- اجزای با نقطه جوش بالا در اسانس ها یا ترکیباتی که تا حدی قابل حل در آب هستند، نمی توانند از مقادیر زیاد آب تقطیر که گیاه را پوشانده است، کاملاً تبخیر شوند. و در نتیجه تقطیر ناقص انجام می شود و مقدار اسانس کم تر از مقدار واقعی بدست می آید [۱].

۱-۶-۲ تقطیر با بخار – (SD Steam Distillation)

در این روش بخار به داخل مواد گیاهی تزریق می شود. به دلیل تاثیر آب گرم و بخار، اسانس از غدد چربی در بافت گیاه آزاد می شود. بخار آب در حال تبخیر روغن را از مواد گیاهی خارج می کند و سپس در قسمت کندانسور خنک شده و به مایع تبدیل می شود. از قسمت کندانسور مایعات به یک جداکننده جریان رفته و عصاره معطر (اسانس) از آب مقطر جدا می شود.

تقطیر با بخار با عبور بخار خشک از مواد گیاهی انجام می شود که در آن ترکیبات فرار با بخار تبخیر، متراکم شده و در گیرنده ها جمع آوری می شوند. تقطیر با بخار سال هاست که برای استخراج اسانس مورد استفاده قرار می گیرد. تقطیر با بخار آب زمانی انجام می شود که مواد گیاهی معطر مستعد بخار مستقیم باشد. در این روش، مواد گیاهی بر روی یک صفحه یا شبکه سوراخ دار که در فاصله ای بالاتر از پایین دستگاه قرار می گیرد. تقطیر با بخار در شرایط کم فشار انجام می شود تا ترکیبات فرار از مواد گیاهی استخراج شود [۱۸].

تقطیر با بخار آب برای جداسازی ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی از گیاهان استفاده می شود. این یک فرآیند تقطیر مداوم چند مرحله ای است که در آن از بخار به عنوان گاز جداکننده برای استخراج روغن ها استفاده می شود. بخار به داخل مواد گیاهی هدایت می شود سپس مخلوط بخارات داغ جمع آوری و متراکم می شود تا مایعی تولید شود که در آن روغن و آب دو لایه مجزا را تشکیل می دهند. یکی از این لایه ها اسانس است که حاوی ترکیبات محلول در روغن است و دیگری هیدروسل است که حاوی اجزای محلول در آب است. اگرچه ترکیبات قطبی اسانس هم در بخش آبی تقطیر و هم در آب موجود در محلول از بین می رود، تقطیر با بخار هنوز به طور گسترده برای استخراج اسانس استفاده می شود. ترکیبات قطبی از دست رفته در آب را می توان مجدداً تقطیر کرد، این فرآیند به نام cohobation نامیده می شود. با این حال، این فرایند باعث افزایش مصرف انرژی می شود. علاوه بر این، تقطیر با بخار بسیار غیرانتخابی است و ممکن است منجر به استخراج اجزای نامطلوب از گیاه شود. دمای بالا (حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد) ممکن است هیدرولیز برخی از اجزای فعال را تسریع کند که منجر به تغییرات طعم می شود [۱۹].



شکل ۱-۲- فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با بخار. [20]

۱-۲-۶-۱ روش های مختلف تقطیر با بخار

روش های مختلف تقطیر با بخار و ویژگی های هر روش در جدول ۱-۱-۱ ارائه شده است.

جدول ۱-۱-۱ روش های مختلف تقطیر با بخار.

روش	ویژگی ها
تقطیر با بخار خشک	بخار تولید شده در خارج از سیستم تولید شده و با فشار متوسط از داخل نمونه عبور می کند بدون اینکه نمونه در تماس مستقیم با آب باشد.
تقطیر مستقیم با بخار	بخار تولید شده در سیستم تولید شده و از داخل نمونه عبور می کند بدون اینکه نمونه در تماس مستقیم با آب باشد.
تقطیر با آب	نمونه در داخل آب است و استخراج از طریق برهمکنش جامد - مایع اتفاق می افتد. کنترل فرایند بسیار مهم است زیرا برخی از اجزای اسانس تحت هیدرولیز آب قرار می گیرند.

۱-۲-۶-۲ تقطیر با بخار مستقیم

تقطیر با بخار مستقیم در مورد گیاهان تازه اسانس دار به کار می رود. گیاهان را مستقیماً، پس از جمع آوری به داخل دستگاه تقطیر وارد می نمایند و به جای خیس کردن آن با آب، آن را به داخل سبد های مخصوص می ریزند،

چون گیاهان تازه محتوی مقدار قابل ملاحظه ای آب می باشند که احتیاج به خیس کردن آنها نیست، بخار را با فشار از میان گیاه عبور داده و اسانس را بدین وسیله همراه با بخار آب در قسمت سرد کننده جمع می کنند طی تقطیر با بخار آب، بعضی از ترکیبات اسانس ها هیدرولیز می شوند و برخی دیگر در اثر حرارت بالا تجزیه می گردند. بنابراین تقطیر مطلوب برای جمع آوری اسانس ها باید طوری باشد که فشار بخار با شدت زیاد به داخل بافت ها و سلول های گیاهی نفوذ کند تا تجزیه مواد اسانس به حداقل ممکن برسد.

روش تقطیر با بخار مستقیم جهت استخراج اسانس از گیاهان تازه به کار می رود. گیاه را پس از جمع آوری و آماده کردن آن (حذف علف ها و مواد زائد) داخل محفظه مخصوص گیاه در دستگاه تقطیر جای می دهیم. گیاه تازه دارای مقدار قابل ملاحظه ای آب می باشد که احتیاج به رطوبت دادن به آن در مواردی ضروری نیست. پس از جایگزینی گیاه، نصب و روشن کردن دستگاه، بخار با فشار مناسب از میان گیاه عبور می کند و اسانس بدین وسیله همراه با بخار آب در قسمت های سرد کننده جمع می شود. روش تقطیر مطلوب روشی است که فشار بخار با شدت زیاد به داخل بافت ها و سلول های گیاهی نفوذ کند تا تجزیه مواد اسانس به حداقل ممکن برسد. در این روش بخار زنده، در فشاری بالاتر از فشار اتمسفر، در یک منبع جداگانه تولید شده و به درون توده گیاهی در ظرف تقطیر تزریق می شود این نوع تقطیر به نام تقطیر با بخار مستقیم یا تقطیر با بخار زنده یا تقطیر با بخار خشک نامیده می شود. امروزه بیشتر گیاهان معطر با روش بخار مستقیم در فشار اتمسفر تقطیر می شوند. در این روش امکان دارد که پس از ابتدای عمل، که مقداری از بخار در اثر برخورد با توده گیاهی سرد و مایع می شود و پس از گرم شدن توده گیاهی، بخار کمی داغ تر از حد معمول شود. در اصل وقتی بخار از ظرفی با فشار جوش بالاتر به داخل دستگاه تقطیر با فشار کم تر وارد می شود تمایل به افزایش دما دارد. دو فاکتور مهم در اینجا وجود دارد:

۱- دمای توده گیاهی در حد نقطه جوش آب نمانده و کم کم به دمای بخار داغ می رسد.

۲- بخار بسیار داغ، باعث خشک شدن گیاه شده و سرعت بازیابی اسانس را کم می کند.

به طور کلی می توان گفت تقطیر با بخار مستقیم از نظر هزینه، سرعت تقطیر و ظرفیت تولید به روش های

تقطیر با آب و تقطیر با آب و بخار برتری دارد.

هرچه فشار بخار بیشتر باشد، دمای آن در زمان ورود به دستگاه تقطیر بالاتر است. اما در این صورت، میزان رطوبت در بخار نقش مهمی را بازی می کند. بخار اشباع مقداری آب را به صورت قطره ای حمل می کند که با انبساط یافتن بخار متراکم می شوند. بنابراین تاثیر حرارت زیاد، فقط زمانی که از بخار اشباع با فشار بالا استفاده شود، قابل توجه است. و بایستی به این نکته توجه داشت که بخار با فشار بالا می تواند تا حدی باعث تجزیه اسانس شود، بهتر است ابتداء تقطیر را با بخار دارای فشار کم شروع نمود و سپس تا انتهای عمل، که میزان اسانس باقی مانده در گیاه بسیار کم شده و فقط ترکیب های با نقطه جوش بالا در آن مانده اند، کم کم فشار را بالا برد [۱].

۱-۶-۲-۳ مزایای روش تقطیر با بخار

- برای سامانه های بزرگ صنعتی مناسب است.
- برای بذرها، ریشه و مواد چوبی که دارای ترکیبات با نقطه جوش بالا هستند، مناسب است.
- بخار مرطوب باعث بهبود شرایط انتشار و در نتیجه افزایش بازده اسانس می گردد.
- به خاطر شرایط مناسب هیدرولیز اغلب بسیار کم است.
- دما و فشار را بر حسب گیاه مورد استفاده می توان تغییر داد.
- اگر عملیات به صورت مناسب صورت گیرد، اسانس با کیفیت بهتری می دهد.
- اگر مواد گیاهی خوب خرد و بارگیری شوند بازده اسانس افزایش می یابد.

۱-۶-۲-۴ معایب روش تقطیر با بخار

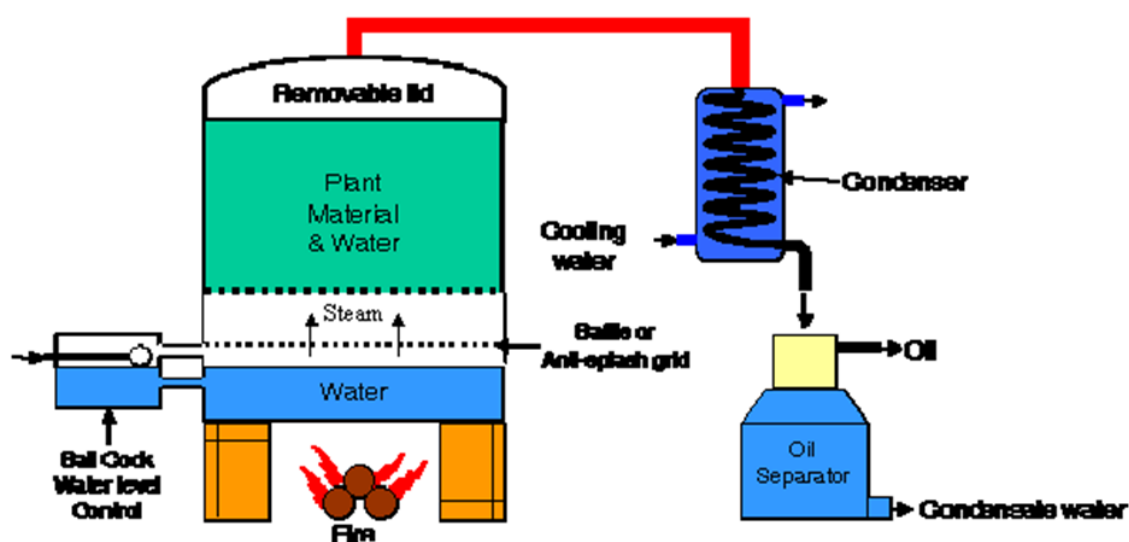
- اگر خوب طراحی شود، اغلب حجیم تر و سنگین تر از دو دستگاه تقطیر دیگر است.
- اگر بارگیری گیاه به صورت اتفاقی و پراکنده در درون ظرف صورت نگیرد، بازده اسانس بخاطر تشکیل شدن کانال بخار، کاهش می یابد.
- بخار فوق العاده داغ یا فشار بالا، مانع انتشار شده و بازده اسانس را کم می کند.

- تقطیر طولانی با بخار مرطوب با عث کاهش بازده می شود.

- اگر گیاه به صورت پودر درآید بازده کاهش می یابد. زیرا بخار در حین عبور از آنها کانال می دهد و در نتیجه بخار کم تر بر روی ذرات گیاه تاثیر می گذارد. [۱].

۱-۶-۳ روش تقطیر با آب و بخار آب

روش تقطیر با آب و بخار با دیگر روش ها فرق دارد. گیاه را در محفظه جداگانه ای می ریزیم و مخزن آن را در بالای بالون محتوی آب جوش قرار می دهیم. به طوری که گیاه درون آب نیست، بلکه در مجاورت آب اشباع قرار دارد. دستگاهی که در این روش از آن استفاده می شود کیزر ولانگ نام دارد.



شکل ۱-۳ - شماتیک استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و بخار. [20]

تقطیر با آب و بخار در مورد گیاهانی (خشک و تازه) بکار می رود 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، ابتداء مواد خام را آسیا کرده و با آب مخلوط می کنند، به طوری که در داخل آب قرار نگیرند. سپس جریان بخار را از داخل مواد گیاهی رطوبت دار عبور می دهند. در این روش بخار پس از عبور از میان گیاه وارد مبرد شده و تبدیل به عرق و

اسانس گشته و اسانس در سطح و عرق تولید شده روی گیاه می ریزد و در نهایت وارد بالون محتوی آب می شود. جهت برداشت اسانس اقدام به تخلیه عرق موجود در بازوی کناری می نماییم و در نهایت اسانس از آن خارج می گردد. و ممکن است در صورت کم بودن اسانس از حلال نیز استفاده شود.

در این روش از آنجایی که در فشار اتمسفر، دمای آب هرگز از صد درجه بالا نمی رود حرارت بیش از حد و یا خشک شدن برای توده گیاهی پیش نمی آید. بنابراین تقطیر با آب و بخار آب یک نوع تقطیر با بخار اشباع در فشار پایین می باشد. و به همین دلیل مایعات سرد شده در خروجی مبرد حاوی محصولات تجزیه شده کمتری نسبت به حالت با بخار مستقیم بویژه با فشار بالا و بخار فوق داغ است.

تهیه مواد گیاهی در این روش بسیار مهمتر از روش تقطیر با آب است. چون بخار فقط بوسیله عبور از میان گیاه با آن برخورد می کند، برای بدست آوردن بازده بالا از اسانس، توده گیاهی باید بصورتی مورد استفاده قرار گیرد که تمام قسمت های آن در معرض بخار باشد.

با انواع خاصی از مواد گیاهی، برگ ها یا بذرها، زبر، ساقه، ریشه و غیره مرطوب کردن زیادی منجر به چسبندگی و توده ای شدن گیاه شده و بازده اسانس غیر عادی می شود. چنین مرطوب شدنی باعث هدایت بخار به مسیرهای خاص می شود و بخار تنها با قسمت های اندکی از گیاه برخورد می کند و در تحت چنین شرایطی بیشتر مواد گیاهی با بخار برخورد نداشته و بازیافت اسانس کامل نمی شود. فقط از طریق تجربه و آزمایش اندازه بهینه ذرات حاصل می شود که این اندازه از گیاهی به گیاه دیگر متغیر است. سرعت تقطیر در روش تقطیر با آب و بخار به اندازه تقطیر با آب مهم نیست و فقط سرعت تولید اسانس تغییر می کند و کیفیت و بازده آن بدون تغییر می ماند.

به طور خلاصه، روش تقطیر با آب و بخار باید با توجه به نکات زیر مورد استفاده قرار گیرد:

- ۱- اندازه یکسان ذرات گیاه و وجود فضای کافی بین ذرات برای عبور بخار
- ۲- توزیع یکسان مواد گیاهی در ظرف تقطیر، به طوری که توده گیاهی به طور اتفاقی و کامل بوسیله بخار مورد نفوذ قرار گیرد [۱ و ۸].

۱-۳-۶-۱ مزایای روش تقطیر با آب و بخار آب

- برای مواد گیاهی علفی یا برگ گیاهان این روش بسیار مناسب است.
- برای گرانول های تهیه شده از بذر و ریشه بهترین نتیجه را می دهد.
- هیدرولیز اجزای اسانس پایین است.
- اگر مرطوب شدن توده ای پیش نیاید بازده اسانس خوب است.
- در مقایسه با تقطیر با آب، محصولات تجزیه ای از هیدرولیز استرها، پلیمریزاسیون و رزینی شدن بسیار کم تر تشکیل می شود.

۱-۳-۶-۲ معایب روش تقطیر با آب و بخار آب

- بزرگ ترین عیب تقطیر با آب و بخار محدودیت در تنظیم کردن آن است. به این دلیل که پایین بودن فشار بخار تولید شده، باعث می شود که برای تقطیر اسانس هایی با دامنه نقطه جوش بالا، نیاز به مقادیر زیاد بخار آب و در نتیجه زمان طولانی تقطیر می باشد.
- تقطیر طولانی باعث مرطوب شدن زیاد توده گیاهی و تشکیل توده به هم چسبیده می شود. که توده ای شدن باعث عدم برخورد مناسب بخار با گیاه شده و بازده اسانس پایین می آید.
- تقطیر با آب و بخار آب فقط برای انواع خاصی از مواد گیاهی مناسب است [۱۰].

۱-۴-۶-۱ استخراج با حلال

- اکثر اسانس های مورد استفاده در صنعت عطر سازی با روش استخراج با حلال (حلال های فرار) به دست می آیند. این روش مزیت هایی نسبت به روش های تقطیر دارد. به عنوان مثال در این روش می توان دمای یکنواخت (تقریباً ۵۰ درجه سانتی گراد) را در طول فرایند حفظ کرد زیرا دماهای بالاتر از آن باعث تخریب اسانس می شود. اسانس استخراج شده با حلال ترکیبات کاملی دارد و لذا بوی طبیعی تری دارند.

حلال های مورد استفاده در این روش شامل بنزن، تولوئن، هگزان، دی متیل اتر، دی متیلن کلرید، اتیل استات، استون، اتانول می باشند [۲۱].

این روش در مواردی که اسانس موجود در بافت های تازه گیاهی (گلبرگ ها) به اندازه ای کم است که استخراج اسانس به طرق دیگر مشکل بوده و یا امکان پذیر نیست به کار می رود. در چنین مواردی روغن بی بوی مایع را در بشقاب شیشه ای به ضخامت کم قرار می دهند و گلبرگ ها را به مدت چند ساعت در داخل بشقاب می گذارند و سپس مجدداً گلبرگ های تازه را قرار می دهند. پس از اشباع شدن روغن از مواد اسانس می توان اسانس را از روغن به کمک الکل جدا نمود این طریقه سابقاً جهت تهیه عطر و پماد به کار برده می شده است.

در صنایع عطرسازی قسمت اعظم اسانس ها را به روش استخراج با استفاده از حلال های آلی فرار مانند اتر و نفت یا بنزین به دست می آورند به این ترتیب که ابتداء ماده خام گیاهی در مجاورت یک حلال آلی غیر قطبی در حرارت ۵۰ - ۴۰ درجه سانتی گراد برای مدتی که بستگی به نوع ماده خام، حالت گیاه و نوع حلال دارد قرار می گیرد تا حلال، قسمت اعظم مواد موثره موجود در گیاه را در خود حل نماید. محلول حاصل را جهت تخلیص و خارج نمودن حلال تقطیر می نمایند. محلول به دست آمده که به نام کانکریت موسوم است علاوه بر مواد معطر شامل واکس ها و مواد رنگین گیاهی می باشد که در صورت ضرورت آن را به طریق ذیل تخلیص می کنند.

ابتداء کانکریت را با الکل متیلیک یا اتیلیک آمیخته و حرارت می دهند تا مواد موثر عطری در الکل حل شود محلول حاصل را صاف می نمایند تا از واکس ها جدا شوند. سپس محلول الکل را در جهت خارج نمودن حلال در خلاء نسبی تقطیر می کنند تا اسانس بسیار خالص گردد.

مهم ترین مزیت استخراج به کمک حلال بر تقطیر در این است که حرارت مناسب و ملایم (معمولاً ۵۰ درجه سانتی گراد) را می توان طی تمام دوره استخراج ثابت نگه داشت و اسانس که بدین طریق استخراج می شود دارای بوی متفاوتی از اسانسی است که به وسیله تقطیر (که ممکن است به علت حرارت زیاد ترکیبات شیمیایی آن دستخوش تغییرات زیادی شده باشند) به دست آمده است. این نکات دارای اهمیت زیادی در صنایع عطرسازی است تنها عیب آن هزینه زیاد آن می باشد [۸ و ۱].

۱-۴-۶-۱ کانکریت^۱

اصطلاح جرم نیمه جامدی است که از استخراج مواد گیاهی تازه با حلال به دست می آید و معمولاً از حلال های غیرقطبی مانند بنزن، تولوئن، هگزان استفاده می شود. پس از فرایند استخراج، حلال مورد نظر تبخیر شده و محصول نیمه جامد کانکریت به دست می آید.

ترکیبات موجود در کانکریت شامل اسانس ها، موم ها، رزین ها و سایر ترکیبات چربی دوست (آب گریز) است.

۱-۴-۶-۲ اِبسولوت^۲

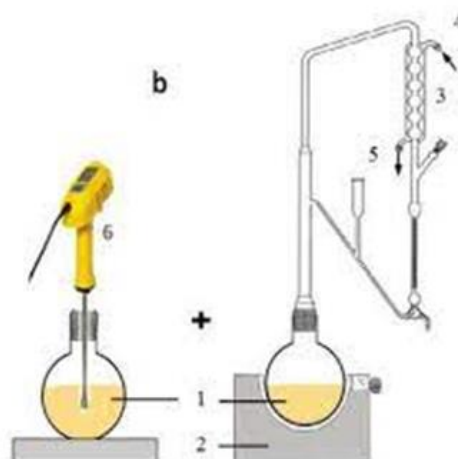
محصولی است که از کانکریت به دست می آید و با یک الکل قوی می توان اجزای ناخالص را حل کرده و کانکریت را خالص کرد [۲۱].

۱-۶-۵ تقطیر با اولتراسونیک – (Ultra Sound Assisted Hydrodistillation) US-HD

مکانیسم استخراج اسانس ها توسط فرآیند اولتراسوند بر اساس دو پدیده فیزیکی اصلی مانند انتشار در دیواره های سلولی و غشاهای و تخریب مکانیکی دیواره سلول های گیاهی توسط فشار امواج و کاویتاسیون و سپس شستشوی محتویات سلول ها است. از منظر اقتصادی، استفاده از تقطیر با آب با کمک امواج فراصوت اسانس، باعث استخراج موثرتر، صرفه جویی در مصرف انرژی، حلال و زمان می شود. در این روش با توجه به کوتاه شدن زمان قرار گرفتن مواد خام در دمای بالا، از تشکیل محصول جانبی به دلیل تجزیه ترکیبات قابل انعطاف و حساس به حرارت جلوگیری می کند [۱۵].

¹ Concreat

² Absolute



1- Mixture, 2- Heating Mantle, 3- Condenser, 4- Water out, 5- Water in, 6- Ultrasonic prob

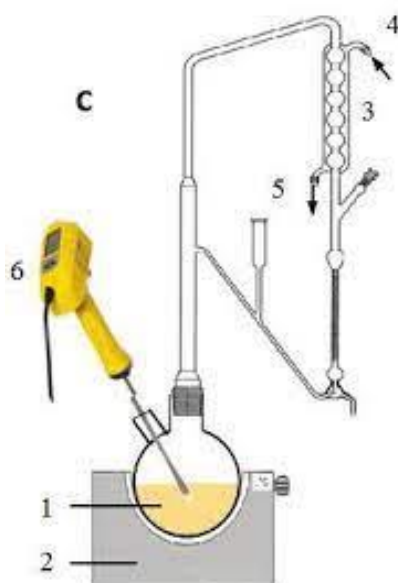
شکل ۱-۴- فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با اولتراسونیک [۱۵].

۱-۶-۶ ترکیب تقطیر با امواج اولتراسونیک - SHD (Sono Hydrodistillation)

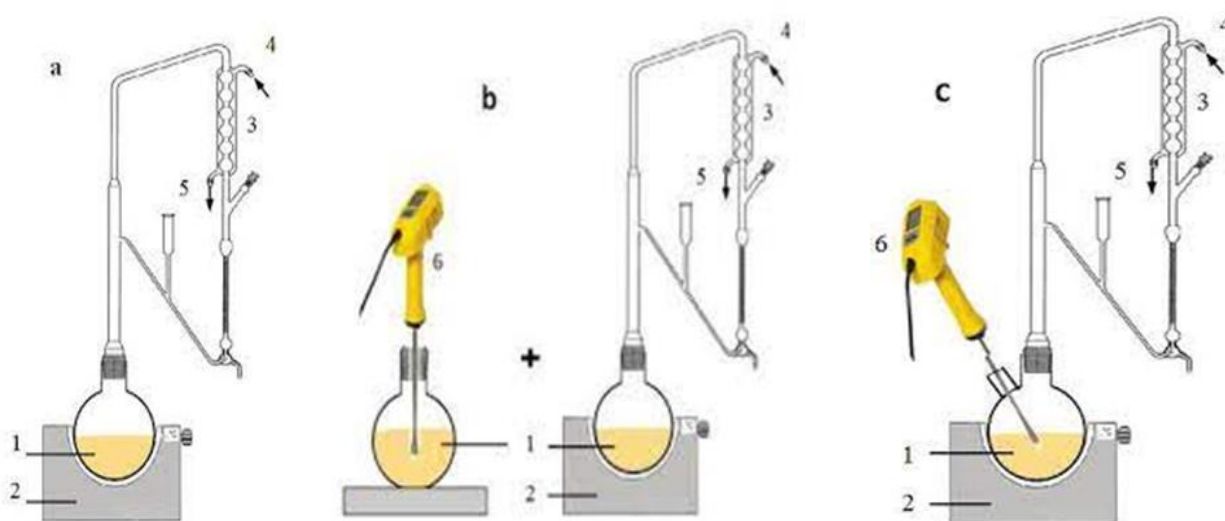
یک روش استخراج تمیز و بی خطر برای محیط زیست است. در استخراج ترکیبی، امواج اولتراسونیک با فرآیند تقطیر با آب معمولی ترکیب می شود تا بهبود فرآیند استخراج حاصل شود. پارامترهای فرآیندی مهم در این روش شامل اندازه گیاه، زمان استخراج، توان، دامنه اولتراسوند، فاصله پالس هستند [۲۲].

عملکرد امواج اولتراسونیک بر اثر اصل کاویتاسیون در مایعات است که باعث ایجاد نیروی برشی بالا و جریان مایع و ریزتوربولانس می شود که این اثرات مکانیکی هستند. روش تقطیر با امواج اولتراسونیک برای استخراج از گیاهان، برگ ها، میوه ها، ادویه جات، چوب و پوست درختان استفاده می شود.

مزایای روش تقطیر با اولتراسونیک بازده استخراج بالا، کیفیت عصاره بهتر، فرایند حرارتی ملایم، کاهش مصرف انرژی، تخریب کمتر اسانس، استخراج طیف رایحه کامل، استخراج سبز (بدون حلال) و کنترل دقیق پارامترهای عملیاتی (شدت اولتراسونیک، دما، زمان، فشار و ...) می باشد. معایب این روش هزینه بالا و زمان طولانی فرایند است. [۲۱]



1- Mixture, 2- Heating Mantle, 3- Condensor, 4- Water out, 5- Water in, 6- Ultrasonic prob
شکل ۱-۵- فرایند استخراج اسانس به روش ترکیبی تقطیر با امواج اولتراسونیک [21].

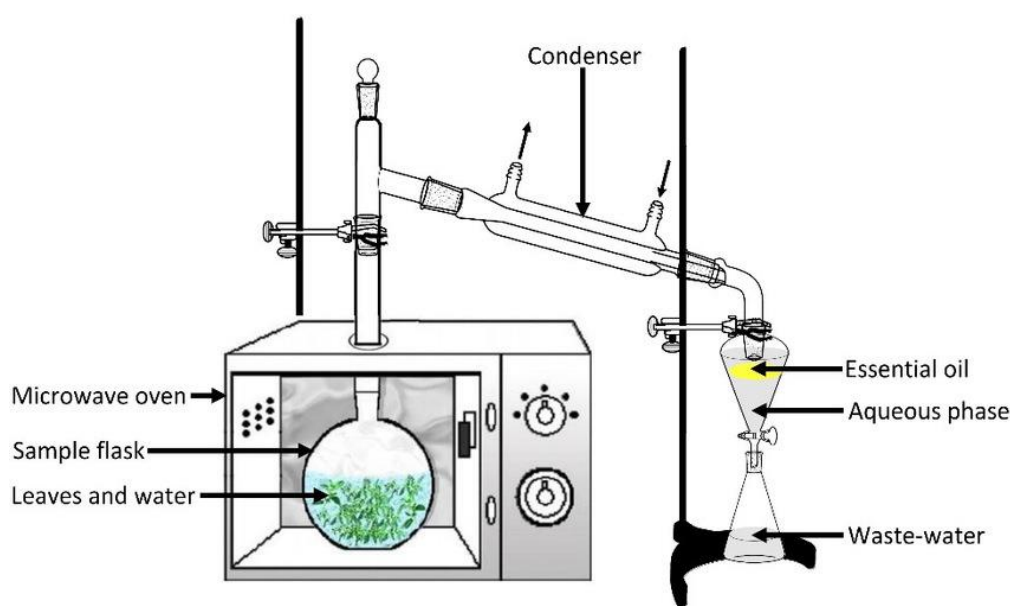


شکل ۱-۶- مقایسه فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با آب (a)، تقطیر با اولتراسونیک (b)، تقطیر ترکیبی با امواج اولتراسونیک (c) [21].

۷-۶-۱ تقطیر با امواج ماکروویو – MWHHD (Microwave Assisted Hydrodistillation)

در سال های اخیر روش های جایگزین و سبز در استخراج محصولات طبیعی از گیاهان مانند استخراج با کمک اولتراسونیک و استخراج به کمک مایکروویو مورد بررسی قرار گرفته است. تقطیر با کمک مایکروویو (MAHD) یک روش سبز است که اسانس ها را جدا می کند و به دلیل گرمایش موثر، انتقال سریع انرژی، سرعت استخراج بالا، زمان استخراج کوتاه تر و سازگار با محیط زیست، در مقایسه با روش تقطیر با آب معمولی (HD) برای استفاده در آزمایشگاه ها و صنعت استخراج اسانس ها جذاب شده است [۱۷].

در روش استفاده از امواج ماکروویو بازده استخراج اسانس نسبت به روش تقطیر با آب، ۲/۵ برابر بیشتر است [۲۳].



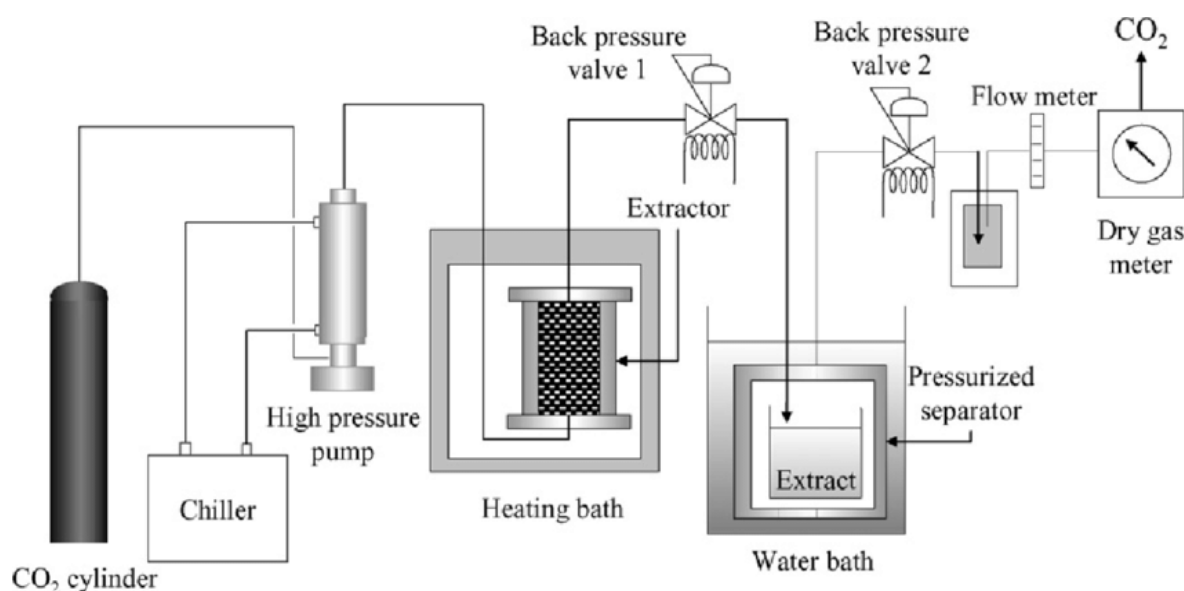
شکل ۷-۱- فرایند استخراج اسانس به روش تقطیر با امواج ماکروویو [۱۷].

۸-۶-۱ استخراج با سیال فوق بحرانی – SCFE (Super Critical Fluid Extraction)

استخراج با سیال فوق بحرانی (SCFE) فرآیند جداسازی یک جزء (عصاره) از دیگری (ماتریس) با استفاده از سیالات فوق بحرانی به عنوان حلال استخراج است. استخراج معمولاً از یک ماتریس جامد است، اما می تواند از مایعات نیز باشد. این روش را می توان برای حذف مواد ناخواسته از یک محصول (مانند کافئین زدایی) یا جمع آوری

یک محصول مورد نظر (مانند اسانس) استفاده کرد. دی اکسید کربن (CO_2) پرمصرف ترین سیال فوق بحرانی است که گاهی توسط حلال هایی مانند اتانول یا متانول اصلاح می شود. شرایط استخراج برای دی اکسید کربن فوق بحرانی بالاتر از دمای بحرانی ۳۱ درجه سانتی گراد و فشار بحرانی ۷۴ بار است. اضافه کردن اصلاح کننده ها ممکن است کمی این شرایط را تغییر دهد.

خواص سیال فوق بحرانی را می توان با تغییر فشار و دما تغییر داد و امکان استخراج انتخابی را فراهم کرد. به عنوان مثال، روغن های فرار را می توان از یک گیاه با فشار کم (۱۰۰ بار) استخراج کرد، در حالی که استخراج مایع چربی ها را نیز حذف می کند. لپیدها را می توان با استفاده از CO_2 خالص در فشارهای بالاتر حذف کرد [۲۴].



شکل ۱-۸- فرایند استخراج اسانس با سیال فوق بحرانی [۲۴].

یکی از روش های بسیار جدید و اصول آن بر پایه میعان گاز CO_2 در حوالی نقطه بحرانی است. دی اکسیدکربن به حالت مایع قادر است مواد معطر را در خود حل نماید و در حالت گازی تشکیل دو فاز دهد. لذا در حوالی نقطه بحرانی طی دو عمل متناوب فشردن که در طی آن دی اکسیدکربن به صورت مایع در می آید و عمل انحلال رخ می

دهد، و انبساط که همراه با تغییر دی اکسیدکربن از حالت مایع به حالت گازی بوده، ضمن همراه آوردن اسانس ها از مواد معطر جدا می شود [۲۵].

۹-۶-۱ استخراج به روش آنزیمی

اسانس های گلوکزیدی (اسانس بادام تلخ و اسانس خردل) را به وسیله هیدرولیز آنزیمی گلوکزیدی مربوطه به دست می آورند. در مغز بادام تلخ در اثر عمل امولسین بر روی آمیگدالین اجسام مختلفی تولید می گردند که از بین آنها می توان اسانس را با تقطیر مجزا نمود. در دانه های خردل سیاه، گلوکزید سینیرگین به وسیله آنزیم میروزین هیدرولیز می شود و اسانس فرار خردل را تولید می کند [۸].

۱-۶-۱۰ استخراج به روش فشردن

بعضی از اسانس ها در اثر تقطیر تجزیه می شوند، لذا اسانس برخی از مواد مانند مرکبات (لیمو، پرتقال، برگاموت و ...) به وسیله روش های مکانیکی مانند فشار به دست می آیند. روش دیگر برای جدا کردن اسانس مرکبات وجود دارد و عبارت است از متلاشی کردن غده های اسانس دار با مالش میوه بر روی صفحات حاوی تیغه های تیز به اندازه ای که فقط به داخل لایه اپیدرم نفوذ نمایند. بدین ترتیب، قطرات اسانس به داخل ظرف ریخته و جمع آوری می شوند [۸ و ۱].

۱-۶-۱۱ تقطیر تجزیه ای

وسیله ای برای به دست آوردن اسانس هایی است که دارای بوی سوخته می باشند. هنگامی که چوب یا رزین گیاهان خانواده کاج را بدون وجود هوا حرارت دهند در اثر تجزیه، ترکیبات فرار متعددی حاصل می شود و توده باقی مانده عبارت از زغال خواهد بود و مواد معطر تقطیر شده به دو لایه آبکی حاوی الکل متانول (عرق چوب) و پیرولیگنو (اسید استیک ناخالص) و لایه تیره رنگ دیگر محتوی قطران کاج و ترکیبات دیگر است که ترکیب آن به نوع چوب به بستگی دارد. این تقطیر خشک معمولاً در دیگ های درب دار انجام می گیرد. در صورتی که چوب به کار برده شده خرد یا آسیاب شده باشد، یا سریعاً به آن حرارت دهند، مقدار قطران حاصل معادل ۱۰٪ چوب به کار برده شده خواهد بود [۸ و ۱۱].

جدول ۱-۲- مقایسه روش های مختلف استخراج مواد موثره سیر.

ردیف	روش استخراج	مزایا	معایب
۱	تقطیر با آب	هزینه پایین	تخریب ترکیبات زیست فعال حساس به دما تخریب رنگدانه های طبیعی - زمان طولانی - ناکارآمد در مقیاس صنعتی - بازده کم
۲	تقطیر با بخار	روش پاک - پرکاربردترین روش استخراج - روش ساده - سرمایه گذاری کم - جداسازی ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی - تقطیر مداوم و چند مرحله ای - هزینه کم	دمای بالا (۱۰۰ درجه سانتی گراد) - افزایش مصرف انرژی - بازده کم - زمان زیاد - روش غیرانتخابی و استخراج اجزای نامطلوب - نیاز به خالص سازی - هیدرولیز اجزای فعال زیستی - تغییرات در طعم اسانس
۳	تقطیر با آب و بخار آب	- مناسب برای گیاهان علفی یا برگ گیاهان - مناسب برای گرانول های تهیه شده از بذر و ریشه - هیدرولیز اجزای اسانس پایین است. - اگر مرطوب شدن توده ای پیش نیاید بازده اسانس خوب است. - محصولات تجزیه ای از هیدرولیز استرها، پلیمریزاسیون و رزینی شدن بسیار کم	- محدودیت در تنظیم شرایط عملیاتی - نیاز به بخار زیاد - زمان طولانی - - تقطیر طولانی باعث مرطوب شدن زیاد توده گیاهی و تشکیل توده به هم چسبیده - بازده اسانس پایین - مناسب برای انواع خاصی از گیاهان
۴	استخراج با حلال	استخراج اسانس صنعت عطر سازی - حفظ دمای یکنواخت - دمای فرایند کم (۵۰) درجه سانتی گراد) - استخراج کامل اسانس - بوی طبیعی	هزینه بالا - بازیابی حلال
۵	تقطیر با اولتراسونیک	روش مکانیکی و غیر حرارتی - زمان کم صرفه جویی در مصرف انرژی و حلال عدم تخریب ترکیبات حساس به دما	هزینه بالا
۶	ترکیب تقطیر با امواج اولتراسونیک	روش دوست دار محیط زیست (سبز) بازده بالا - کیفیت اسانس بالا - زمان کم - کاهش مصرف انرژی - عدم تخریب ترکیبات حساس به دما استخراج طیف رایحه کامل	هزینه بالا - زمان زیاد
۷	تقطیر با امواج ماکروویو	روش دوست دار محیط زیست (سبز) گرمایش موثر - انتقال سریع انرژی - سرعت استخراج بالا - زمان استخراج کم - بازده استخراج بالا (۲/۵ برابر تقطیر)	هزینه بالا - مصرف انرژی بالا
۸	استخراج با سیال فوق بحرانی	جداسازی یک جز از محصول جامد یا مایع حذف مواد ناخواسته از محصول (خالص)	کنترل پارامتر دمای بحرانی و فشار بحرانی کار در شرایط عملیاتی فشار بالا - هزینه بالا

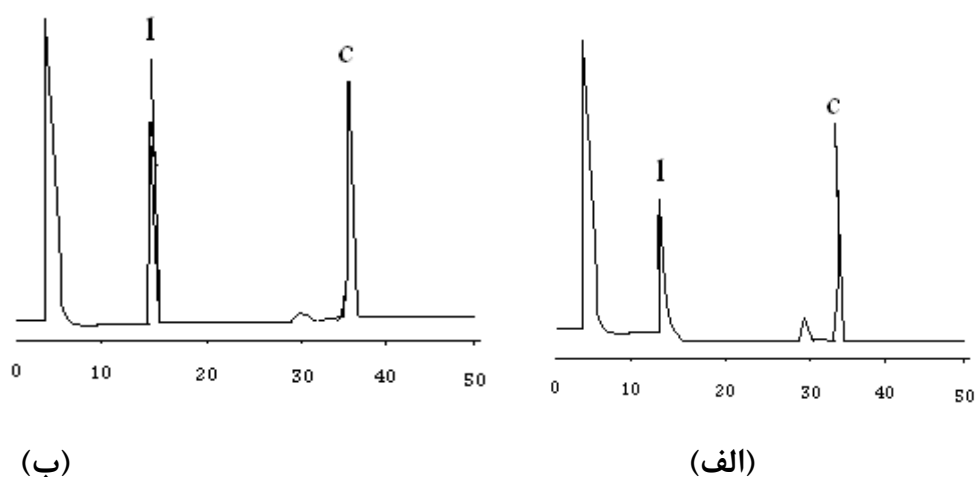
ردیف	روش استخراج	مزایا	معایب
		سازی	
۹	استخراج به روش آنزیمی	روش جدید	- منحصر به برخی از گیاهان
۱۰	استخراج به روش فشردن	روش غیر حرارتی	- منحصر به مرکبات
۱۱	تقطیر تجزیه ای		- منحصر به برخی از گیاهان

مقتضیان اصلی استفاده از فناوری های جدید برای استخراج اسانس در دنیا به ترتیب کشور چین، کره جنوبی و ژاپن هستند. منطقه آسیا و اقیانوسیه به دلیل شرایط مطلوب منطقه ای و آب و هوای خوب برای کشت گیاهان دارویی، فراهم بودن مواد خام و نیروی کار کم هزینه بازارهای جهانی اسانس را در دست دارند. پیش بینی می شود بازار جهانی اسانس ها یک بازار رو به رشدی تا سال ۲۰۲۸ باشد و این رشد به ترتیب در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، آروماتراپی و صنایع دارویی است [۲۶].

۷-۱ عوامل موثر بر ترکیب های موجود در روغن های فرار

۷-۱-۱ اثر زمان تقطیر

به منظور نشان دادن تأثیر عامل مورد نظر از روغن فرار شوید استفاده شده است [۲۷]. دو ترکیب عمده در روغن فرار شوید را مونوترپن لیمونن و آنالوگ اکسیژنه آن کارون تشکیل می دهند. شکل ۱-۹ طیف گاز کروماتوگرام روغن فرار شوید را بعد از شش ساعت تقطیر (الف) و یک ساعت تقطیر (ب) نشان می دهد.



شکل ۱-۹- طیف کروماتوگرام روغن فرار شوید در طی زمان های مختلف استخراج [۲۷].

همان طور که در شکل نیز مشخص شده است بیشترین ترکیب روغن های فرار را پس از یک ساعت، کارون تشکیل می دهد و تنها درصد کمی لیمون در محیط حضور دارد. مقایسه این طیف با طیفی که پس از شش ساعت گرفته شده است تفاوتی غیره منتظره را نشان می دهد. بدین ترتیب که لیمون به مقدار بسیار زیادی افزایش یافته و به ۳۵ درصد رسیده است. بنابر این مشخص گردید با پیشرفت زمان تقطیر مقدار لیمون نیز به تدریج افزایش می یابد [۲۷].

۱-۷-۲ اثر درجه حرارت و pH به طور هم زمان در عمل تقطیر

pH اکثر ترکیب های گیاهی در محیط آبی بین چهار تا هفت می باشد در طی عمل تقطیر روغن های فرار برای مدتی در معرض pH و دمای بالا قرار می گیرند و به این سبب تغییراتی در آنها رخ می دهد. به عنوان مثال در روغن فرار اسطوخودوس هیدرولیز لینالول استات به خوبی شناخته شده است. یک مثال بسیار مناسب بابونه است که در طی فرایند تقطیر، رنگ روغن فرار آن از بی رنگی به دلیل افزایش کامازولن به آبی تیره تغییر می یابد [۲۸].

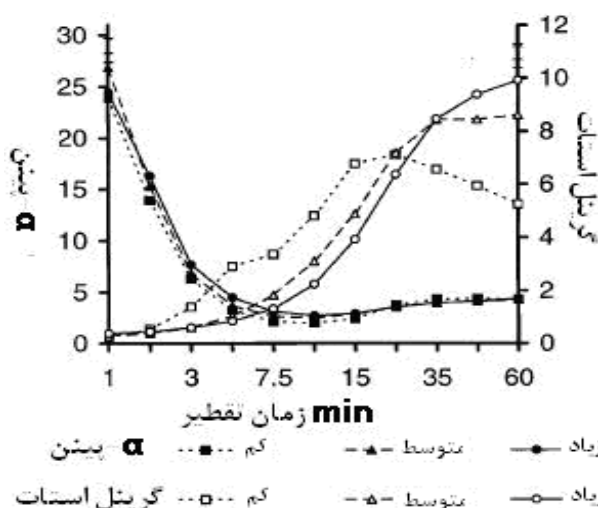
۱-۷-۳ اثر درجه خردی گیاه

برای انجام فرایند تقطیر با بخار آب جهت استخراج روغن های فرار از گیاهان معطر دارویی از قسمت های مختلف گیاه نظیر گلبرگ، ساقه، ریشه، دانه و ... استفاده می شود. روغن های فرار به میزان خیلی کم و درون خلل و فرج و اندام های گیاهی قرار دارند و تماس بخار آب با این اندام ها سبب تبخیر این روغن ها و استخراج آنها می گردد. در نتیجه افزایش سطح تماس این اندام ها با بخار مصرفی سبب افزایش بازده استخراج و کاهش زمان تقطیر می تواند باشد.

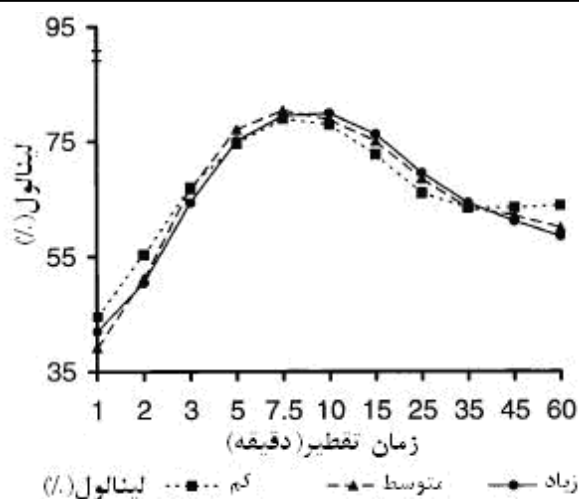
اسما/فیلد و همکارانش اثر درجه خردی دانه گشنیز را مورد بررسی قرار دادند. خردی دانه گشنیز با سه درجه (۰/۶ mm، زیاد، ۱/۴ mm متوسط، ۲/۳۶ mm کم) صورت گرفت. با استفاده از نتایج حاصله می توان دریافت که درجه خردی بر پارامتر های بازده استخراج روغن، سرعت بازیافت روغن و میزان ترکیب های روغن فرار بدست آمده اثر می گذارد.

از طرفی بر طبق شکل های ۱-۱۰ تا ۱-۱۲ مشاهده می شود که میزان آلفا- پینن، گاما- ترپینن، سینالول، گرینول و گراینل استات برای خردی با درجه متفاوت دارای تغییرات متفاوتی می باشد، که می توان علت را در اندازه نقاط جوش این مواد جستجو کرد.

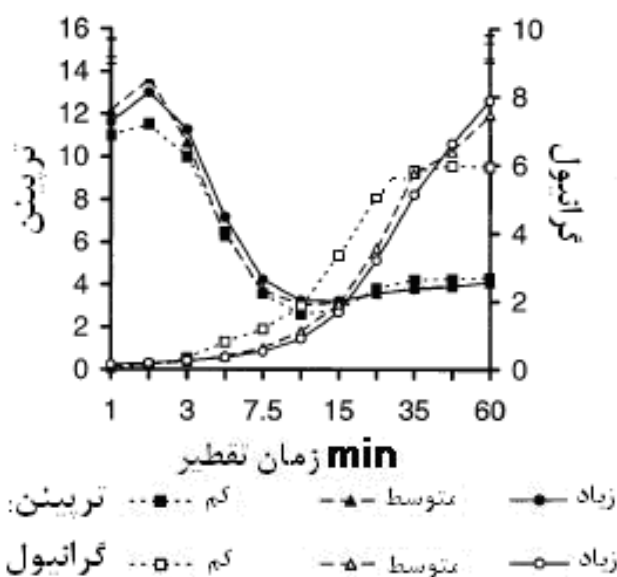
همان طور که در این سه شکل می توان مشاهده کرد مقدار جز آلفا- پینن (دارای نقطه جوش کم تر) با خردی بیشتر، کم تر می گردد، در حالی که میزان گرانیل استات (دارای نقطه جوش بالاتر) با خردی بیشتر افزایش می یابد. در مورد لینالول (دارای نقطه جوش متوسط) درجه خردی تأثیر چندانی ندارد. (هیدروکربن ها دارای نقطه جوش کم تر، الکل های نوع سوم دارای نقطه جوش متوسط و الکل های نوع اول و استر ها دارای نقطه جوش بالا هستند) سرعت بازیافت روغن های فرار از دانه گشنیز به وضوح، برای دانه های با درجه خردی کم تر، بیشتر از دانه های متوسط یا بیشتر خرد شده است. زمان لازم برای رسیدن به ۹۵ درصد بازده بیشینه برای دانه های با درجه خردی کم تر ۲۲/۵ دقیقه بود، در حالی که این زمان برای دانه های با درجه خردی متوسط و بیشتر به ترتیب ۳۲ و ۳۹ دقیقه بود [۲۸].



شکل ۱-۱۰- تأثیر درجه خردی بر میزان اجزاء α- پینن و گرانیل استات در بازه های زمانی متفاوت [۲۷].



شکل ۱-۱۱- تاثیر درجه خردی بر میزان جزء لینالول در بازه های زمانی متفاوت [۲۷].



شکل ۱-۱۲- تاثیر درجه خردی بر میزان گرانول و ترپین در بازه ای زمانی متفاوت [۲۷].

۴-۷-۱ تاثیر فشار و دما

دما و فشار از پارامترهای موثر در فرایند تقطیر با بخار آب برای استخراج روغن های فرار از گیاهان معطر دارویی می باشد. از آنجا که ترکیب های اینگونه روغن ها نسبت به هر گونه تغییر فشار و دما حساس می باشد پس تغییراتی این چنین سبب تجزیه شدن یا به وجود آمدن ترکیب های شیمیایی جدید می گردد.

بر طبق تحقیقات انجام شده، فشار و دماهای متفاوت سبب به وجود آمدن دو تغییر می شود [۲۹]:

۱- تغییر میزان اجزاء روغن فرار، ۲- تغییر رنگ روغن فرار

۸-۱ روش های دستگاهی جداسازی و شناسایی ترکیب های اسانس

کروماتوگرافی نام عام روش هایی است که به وسیله آنها دو یا چند ترکیب در یک مخلوط به طور فیزیکی و به وسیله توزیع متفاوت بین دو فاز از یکدیگر جدا می شوند. این دو فاز عبارتند از یک فاز ساکن که می تواند جامد یا مایع باشد و یک فاز متحرک که گاز یا مایع است و به طور مداوم در فاز ساکن جریان دارد. تفکیک اجزاء مخلوط اساساً نتیجه تمایل متفاوت آن ها نسبت به فاز ساکن است. در کروماتوگرافی مایع (LC) فاز متحرک یک مایع است در حالی که در کروماتوگرافی گازی (GC) فاز متحرک یک گاز می باشد. کروماتوگرافی گاز - جامد (GSC) نوعی کروماتوگرافی است که در آن فاز ساکن جامد می باشد. در کروماتوگرافی گاز - مایع (GLC)، فاز ساکن مایعی است که بر روی یک تکیه گاه جامد پخش شده است [۳۰، ۳۱].

فصل دوم

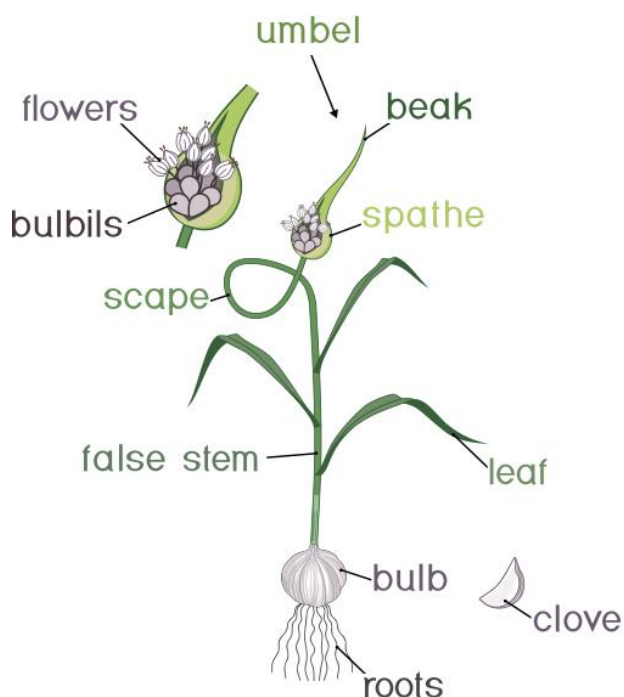
سیر و مواد موثره آن

۱-۲ گیاه شناسی سیر

سیر، پیاز تازه گیاه *Allium sativum L* از خانواده لاله *Liliaceae* می باشد. یکی از گیاهان قدیمی و مهم ایران و قاره آسیا است که دارای مصارف متفاوتی بوده و در صنایع غذایی و دارویی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. از آنجایی که کلیه صفات کمی و کیفی سیر تحت تأثیر عوامل محیطی، رقم مورد کشت، تاریخ و تراکم کشت، اندازه سیرچه و تغذیه گیاه قرار می گیرند، بنابراین شناخت واکنش ارقام مختلف سیر نسبت به عوامل مذکور، امکان انتخاب و استفاده از ارقام برتر موجود را فراهم می آورد. یکی از مهم ترین عوامل تعیین کننده صفات کمی و کیفی سیر، تراکم یا تعداد بوته در واحد سطح است که برای هر شرایط محیطی، اختصاصی بوده و اثر مستقیمی روی تعداد، اندازه و سایر خصوصیات سیر دارد [۳۲].

سیر گیاهی است علفی و پیازدار به ارتفاع ۲۵ تا ۱۰۰ (گاهی تا ۲۰۰) سانتی متر که به عنوان گونه ای زراعی در اکثر نقاط جهان کشت می شود. تعداد برگ ها در این گیاه ۶ تا ۱۲ عدد و به طور ۶۰ سانتی متر و به عرض ۱۲ (گاهی ۳۰) میلی متر، خطی، پهن، ناوی و دارای غلافی است که حدود نصف ساقه را می پوشاند. چمچمه گل آذین در حدود ۲۵ سانتی متر، دارای یک شکاف و منقاردار، چترگل آذین به قطر ۲/۵ تا ۵ سانتی متر، معمولاً دارای تعداد معدودی گل (که اغلب به صورت غنچه می ریزند) و تعداد نسبتاً زیادی غده چه، دمگل ها به طول ۱۰ تا ۲۰ میلی متر و نابرابر با یکدیگر. گلپوش فنجان مانند، قطعات بیرونی سرنیزه ای، نوک تیز، قطعات داخلی سرنیزه ای - تخم مرغی، پرچم ها درون گلپوش جای گرفته اند (از گلپوش کوچک ترند) و یا هم اندازه گلپوش اند، ۳ میله پرچم به طول ۶ تا ۸ میلی متر، ساده، ۳ میله داخلی دارای اتساعی پهن و کشیده در قاعده است. پیازهای این گونه به قطر ۶-۳ سانتی متر و تخم مرغی فشرده می باشند. هر مجموعه پیاز سیر متشکل از ۵ تا ۱۵ (گاهی تا ۶۰) پیازچه (سیرچه) می گردد. پوشش بیرونی پیازها غشایی است. این گونه بسیار متنوع است و احتمالاً از *Allium longicuspis Regel* مربوط به آسیای مرکزی منشا گرفته است. سیر دارای واریته ای است به نام *Var. ophioscorodon (Link) Doll* که ساقه آن قبل از باز شدن پرچم ها به صورت دو حلقه پهن پیچ می خورد. پیاز با ساقه زیرزمینی گیاه، بخش دارویی آن را تشکیل می دهد. این پیاز از چند پیازچه کوچک و پهن تحت نام سیرچه تشکیل شده است. سیرچه ها توپرو گوشتی اند که

توسط پوست نازک خشکی پوشیده شده‌اند. این پوست بعداً از بین رفته و سیرچه‌ها آزاد می‌شوند. سیرچه‌ها در سال اول کشت تشکیل می‌شوند. زمان جمع‌آوری سیر از اواخر بهار تا اواسط تابستان برحسب تاریخ کاشت متفاوت است. زرد شدن برگ‌های سیر نشانه رسیدن محصول است [۳۳].



شکل ۲-۱- معرفی قسمت‌های مختلف گیاه سیر [۳۳].

جدول ۲-۱- گیاه‌شناسی گیاه سیر [۳۳].

خانواده	<i>Alliaceae</i>
تیره	<i>Allieae</i>
زیرخانواده	<i>Allioideae</i>
جنس	<i>Allium</i>
راسته	<i>Amery-llidales</i>
زیررده	<i>Liliidae</i>
رده	<i>Liliopsida</i>

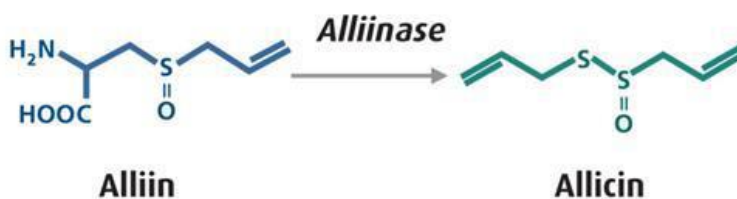
۱-۱-۲ نام های مختلف گیاه سیر [۳۳]

جدول ۲-۲- نام های مختلف سیر. [۳۳]

<i>Allium sativum L.</i>	نام علمی
<i>Porvium sativum</i>	نام مترادف
سیر	زبان فارسی
ثوم	زبان عربی
Garlic, Poor-man's treacle, cherlys tryacle, English garlic, Clowns treacle, Pourett Pourett, Country mans treacle, Common garlic	زبان انگلیسی
Knoblauch	زبان آلمانی
Ail, Ail commun, Ail cultive, Ail blanc, Theriaque des paures	زبان فرانسه

۲-۱-۲ ترکیبات سیر

سیر حاوی ترکیبات آلی گوگردی و فروکتوزانها می باشد. ترکیبات گوگردی موجود در سیر از اسید آمینه ای به نام آلتین [I] حاصل می گردد. این اسید آمینه توسط آنزیمی به نام آلیناز در هنگام خرد شدن سیر، آلیسین [II] تولید می نماید [۳۴].



شکل ۲-۲- ساختار آلتین و آلیسین [34].

آلیسین از مهم ترین ترکیبات حاوی گوگرد سیر بشمار می آید که ساختار آن برای اولین بار توسط استول و سیبک در سال ۱۹۴۸ شناسایی شد. آلیسین درجه سیر کامل وجود نداشته و بر اثر صدمه دیدن یا له شدن بافت گیاهی توسط واکنش آنزیمی تولید می شود [۳۵]. آلیسین مایعی زردرنگ، روغنی و بسیار ناپایدار است که بوی منحصر به فردی دارد، در بیوسنتز آلیسین ابتدا آلتین که از اسید آمینه سیستئین ساخته شده است بر اثر صدمه بافت

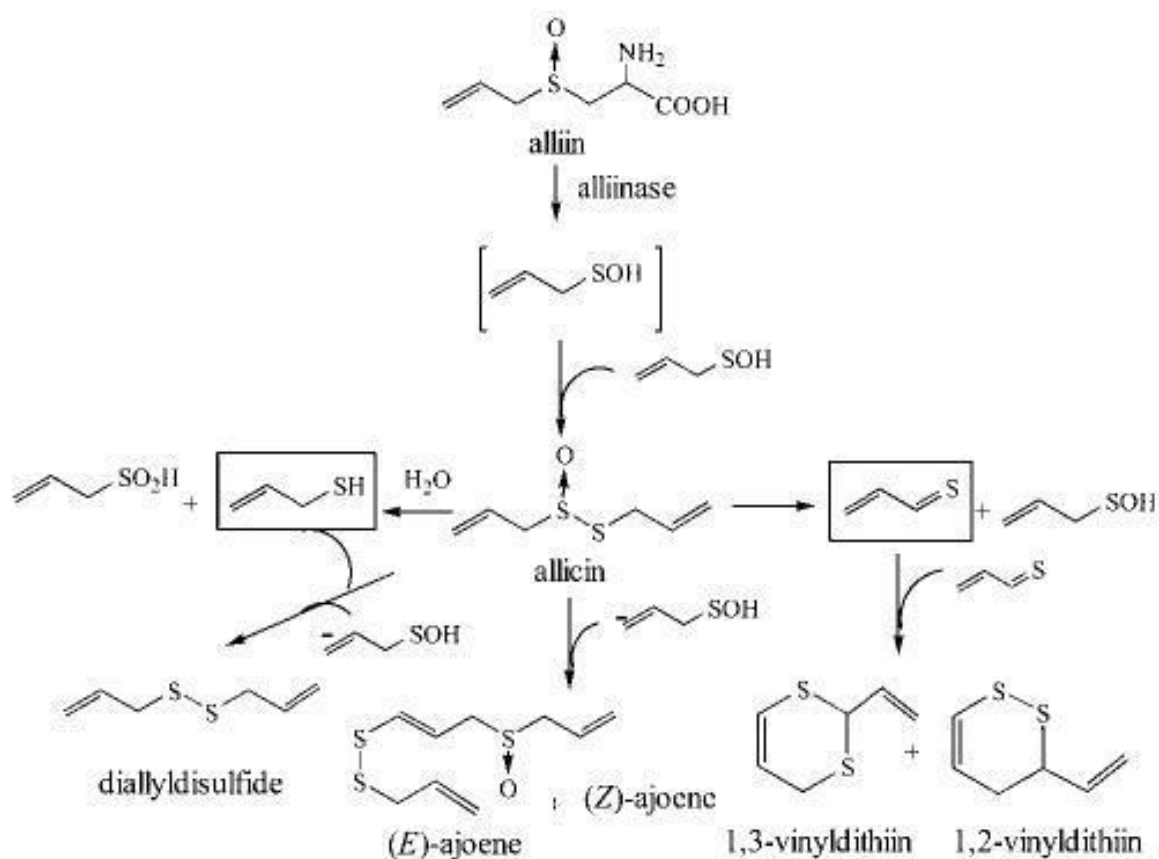
گیاهی در حضور آنزیم آلئیناز که کوآنزیم آن پیریدوکسال فسفات می شد و اسید آلیل سولفونیک، پیرووات و آمونیاک تولید میشود، اسید پیریدوکسال آلیل سولفونیک در دمای اتان ناپایدار و بسیار واکنش پذیر بوده و با حذف آب دو مولکول آلیل سولفونیک متراکم شده و به صورت خودبخودی به آلیسین تبدیل می شود [۳۶].

در مراحل بعدی آلیسین می تواند سایر ترکیبات گوگردی از قبیل آجوتن [III] (کنفوز ماسیون های E و Z)، 2- وینیل [4H] ۱ و ۳ دی تیئین [IV]، 3- وینیل [4H] ۱ و ۲ دی تیئین [V] و ... را تولید بنماید. استخراج ترکیبات گوگردی سیر با روش های مختلف، ترکیبات متفاوتی تولید می کند. مثلاً تقطیر با بخار آب به طور عمده دی آلیل دی سولفید [IV]، استخراج با اتانول آلیسین و استخراج با اتانول در دماهای پایین؛ آلتین تولید می نماید.

سیر تازه حاوی ۰/۱-۰/۳ درصد اسانس می باشد. برای ترکیبات جوانه سیر می توان آلتین را نام برد، ترکیبات دیگری مانند آلیسین، پلی سولفیدها، آژوتن ها، مرکاپتان ها، تیوگلیکوزیدها، تیوسولفینات ها و آدرنوزین ها در جوانه سیر یافت می شود. دو عنصر بسیار با اهمیت ژرمانیوم و سلنیوم با مقادیر کم در سیر وجود دارد که به نظر می رسد فعالیت ضد سرطانی سیر مربوط به آنهاست. همچنین ترکیبات دیگری از جمله پروتئین به میزان ۱۷ درصد وزن خشک سیر، گلوکومینولاز، آنزیم های پراکسیداز و میروزیناز در آن وجود دارند.

سیر حاوی تقریباً ۶۵ درصد آب می باشد. همچنین گزارش شد که سیر حاوی ۶/۷۶ درصد آلومینوئیدها، مقادیر اندکی قند و چربی ها، بیش از ۳۶ درصد نیتروژن آزاد قابل استخراج، ۰/۷۷ درصد سلولز و ۱/۴۴ درصد خاکستر می باشد [34]. طبق گزارش ها، ۱۰۰ گرم سیر، حاوی ۱۴۰ کیلو کالری، ۶۳/۸ گرم آب، ۲۸/۲ کربوهیدرات، ۵/۳ گرم پروتئین، ۰/۲ گرم چربی و ۱/۱ گرم سلولز می باشد. سیر بیش از ۲۰۰ ترکیب شیمیایی دارد که از مهم ترین آن ها می توان به ترکیبات گوگردی حاوی آلیسین و آلتین اشاره کرد. علاوه بر این، حاوی روغن های ضروری، آنزیم ها، مواد معدنی، اسید آمینه ها و ویتامین های A, B1, B2, C می باشد. بوی تند سیر به علت وجود آلیل سولفید ۱ و ترکیبات گوگردی و وجود روغن های ضروری می باشد. ترکیب گوگردی آلتین، در اثر له شدن یا جویده شدن توسط آنزیم آلئیناز به آلیسین تبدیل میشود و آلیسین در حضور بخار آب یا آب به آلیل دی سولفید تبدیل می شود [۳۷].

ویتامین C	نیاسین	ریبوفلاوین	تیامین	سدیم	پتاسیم	فسفر	منیزیم	آهن	کلسیم	کربن
۱۵	۰.۷	۰.۱۱	۰.۲	۱۰	۵۴۰	۱۹۵	۳۲	۱.۷	۲۴	۱۵



شکل ۲-۳- روند تبدیل آلین به آلیسین و ترکیبات دیگر [۳۹].

۲-۲- خواص درمانی سیر

سیر خواص درمانی وسیعی دارد که مهم ترین آن ها در بهداشت و سلامت انسان عبارت اند از:

- کاهش چربی و فشار خون
- تقویت سیستم ایمنی بدن
- خواص ضد میکروبی در سیستم گوارشی
- ضد سرطان

- تسکین درد های قلبی
- تقویت موی سر
- تقویت استخوان
- درمان عفونت ها و آنفلوانزا
- درمان بیماری های پوستی و آلزایمر

خلاصه کاربردهای سیر و مواد موثره آن در سلامت انسان در شکل ۲-۴ نمایش داده شده است.



شکل ۲-۴- کاربردهای پزشکی سیر.

۳-۲ وضعیت بازار سیر

۳-۲-۱ بازار سیر در ایران [۴۰].

خلاصه وضعیت سیر (خشک و تر) در کشور در سال ۱۴۰۰ در جدول ۲-۴ آمده است.

جدول ۲-۴- خلاصه وضعیت سیر در کشور [۴۰].

استان برتر در کشت سیر	استان همدان با ۳۵ درصد کل تولید
سطح زیر کشت سیر در استان همدان	۳۶۰۰ هکتار
میزان تولید سیر در استان همدان	۴۹ هزار تن در سال
میزان کل سیر تولیدی در کشور	۱۴۰ هزار تن
صادرات سیر استان همدان در سال	۷۵۲۱ تن
ارزش صادرات سیر استان همدان در سال	۶/۹ میلیون دلار
بیشترین صادرات سیر ایران	به کشور آذربایجان با ۱/۷۷ میلیون دلار (۴۳ درصد کل)

۲-۳-۲ بازار سیر در دنیا [۴۱].

رشد و تکثیر سیر از مناطق معتدل به آب هوای نیمه گرمسیری در سراسر جهان گسترش یافته است. عموماً از میان قاره های جهان، قاره پهناور آسیا بیشترین سطح زیر کشت و تولید گل سیر را داشته و در میان کشورهای اصلی تولید کننده سیر نیز کشورهای آسیایی از جایگاه ویژه ای برخوردارند [۳۲]. تولید کننده اصلی سیر به ترتیب کشورهای چین، هند و جمهوری کره می باشد [۴۲]. ایران از لحاظ کشت و مصرف سیر قدمت طولانی دارد و سطح زیر کشت آن در حدود ۱۰ هزار هکتار تخمین زده می شود [۴۳]. در سال ۱۳۷۳، از ۸۰۳۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت در دنیا، ۲۳۵۰ هکتار به ایران تعلق داشته است [۴۴].

خلاصه وضعیت سیر در سال ۲۰۲۰ در جدول ۲-۵ آمده است.

جدول ۲-۵- خلاصه وضعیت سیر در دنیا [۴۱].

بزرگ ترین تولید کننده سیر	چین
بزرگ ترین صادر کننده سیر	چین با ۲/۱۱ میلیارد دلار (۶۵ درصد کل)
بزرگ ترین وارد کننده سیر	اندونزی ۴۹۹ میلیون دلار (۱۵ درصد کل)
ارزش معاملات جهانی سیر	۳/۲۴ میلیارد دلار
رتبه جهانی سیر در معاملات جهانی	۸۸۷

۴-۲ فرآورده های سیر

سیر فرآوری شده حاوی ترکیبات سولفوردار متنوع تری از حبه سیر کامل است. ترکیبات حاوی سولفور در فرآوری تجاری بستگی به روند فرآوری فرق می کند و نشان داده شده علاوه بر این ترکیبات محلول در روغن بودار، ترکیبات ارگانوسولفور محلول در آب کم بو بر زیست پذیری سلول فعال هستند. SAC یک سری تاثیرات بیولوژیکی شامل کاهش مواد سرطان زا و کاهش آسیب های اکسیداتیو شده است [۴۵]. ترکیبات گوگرد دار، SAC و SAMC در چندین فرآورده سیر موجود است اما مقدار آنها به طور قابل ملاحظه ای با هم فرق دارد [۴۶].

۴-۲-۱ اسانس سیر

امروزه با توجه به عوارض جانبی و نامطلوب نگه دارنده های شیمیایی بر سلامت انسان، گرایش زیادی به استفاده از مواد نگه دارنده طبیعی از جمله ترکیبات گیاهی همانند اسانس ها وجود دارد. اسانس ها و ترکیبات آنها دارای طیف وسیعی از فعالیت ضد میکروبی میباشند. ساختار و گروه های عاملی اسانس ها نقش مهمی در تعیین فعالیت ضد میکروبی آنها بازی می کنند و به طور عمده ترکیبات با گروه های فنلی مؤثرترند. اسانس سیر با توجه به خواصی که از آن در تحقیقات مختلف به اثبات رسیده است، میتواند به عنوان نگه دارنده کاملاً طبیعی و جایگزین نگه دارنده های شیمیایی حداقل در بعضی از مواد غذایی مطرح شود. از طرف دیگر با افزودن اسانس سیر به مواد غذایی می توان آنها را به عنوان غذاهای فراسودمند معرفی کرد که در این صورت جایگاه مهمی در سبد غذایی مردم در آینده خواهد داشت.

روغن های اسانسی سیر به وسیله تقطیر با بخار بدست می آید. مقدار روغن اسانس سیر حدود ۰/۲ تا ۰/۵ درصد است و از سولفیدهای متنوعی از قبیل دی الیل دی سولفید و دی الیل تری سولفید تشکیل شده است [۴۷]. حبه های سیر دست نخورده در داخل آب آسیاب می شوند و با گرما تقطیر می شوند و یا با حلال های آلی عصاره گیری می شوند [۴۸].

۴-۲-۱-۱ ترکیبات موثره اسانس سیر

ترکیبات موثره موجود در اسانس سیر عمدتاً ترکیبات فعال زیستی هستند که شامل ترکیبات آلی گوگردی، ارگانو سولفور، فنل ها و ساپونین ها هستند.

۲-۱-۴-۲ خواص فیزیکوشیمیایی اسانس سیر

اسانس سیر یک ترکیب روغنی و نامحلول در آب است. دارای بوی شدید، فراریت بالا، ناپایدار و در معرض تخریب با تبخیر، اکسیداسیون و نور می باشد.

۳-۱-۴-۲ عوامل محیطی تاثیرگذار روی اسانس سیر

مهم ترین عوامل محیطی تاثیر گذار روی ترکیبات مواد موثره سیر شامل دمای بالا، اکسیژن و نور می باشد.

۴-۱-۴-۲ خواص اسانس سیر

اسانس سیر دارای خواص بسیاری است که مهم ترین آنها خاصیت آنتی اکسیدانی، تعدیل کننده سیستم ایمنی بدن، ضد سرطان، ضد التهاب، محافظ کبد، محافظ قلب و عروق، محافظ کلیه، ضد دیابت، ضد چاقی، ضد باکتری، ضد قارچ است [۴۹].

۵-۱-۴-۲ روش های مختلف آنالیز اسانس سیر

جدول ۶-۲- روش های مختلف آنالیز اسانس سیر [۵۰].

روش یا شماره استاندارد	توضیحات	نام آزمون
بهبانی و فولادی [۵۱]	شمارش کلی میکروبی، حداقل غلظت کشندگی MIC حداقل غلظت بازدارندگی MBC	ارزیابی فعالیت ضد میکروبی اسانس سیر
نوشاد و عزیزاده [۵۲]	با دستگاه GC یا GC/MS	شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس سیر
شن و همکاران [۵۳]	کاهش ظرفیت رادیکالی در طول موج ۵۱۷ نانومتر	تعیین قدرت آنتی اکسیدانی اسانس سیر

نام آزمون	توضیحات	روش یا شماره استاندارد
اندازه گیری فنول	با استفاده از واکنشگر فولین و در طول موج ۷۲۵ نانومتر	روش فولین-سیکالتو [۵۴]
اندازه گیری ترکیبات فلاونوئیدی	اندازه گیری در طول موج ۵۱۰ نانومتر	زیشن و همکاران [۵۵]

۲-۴-۲- پودر سیر

حبه های سیر تکه تکه شده، خرد شده و پودر می گردد. گمان می رود پودر سیر بعضی از ترکیبات سیر تر را حفظ کند اگرچه، مقدار و خصوصیات اجزا متفاوت، به طور قابل ملاحظه ای با هم فرق دارند [۵۶]. برای مثال ترکیبات مهم در سیر تر و پودر آن آلاین است. به طور میانگین حبه های سیر حدودا حاوی ۰/۸ آلاین هستند و در فرآیند خشک کردن سیر اگر بدون از دست دادن اجزاء باشد می تواند ۲ تا ۲/۵ میلی گرم در گرم آلاین داشته باشد اما پودر سیر حاوی ۱ درصد آلاین است. زیرا در بیشتر مواقع بیش از نصف آلاین در حین خشک کردن از دست می رود. سیر تازه خرد شده دارای آلسین بالایی است [۴۶]. اگر چه آلسین اغلب در پودر سیر اهمیت دارد اما بسیاری از فرآورده های سیر آلسین ندارد که شاید به علت ناپایداری آن باشد [۴۷].

۲-۴-۲-۱ روش های مختلف آنالیز پودر سیر.

جدول ۲-۷- روش های مختلف آنالیز پودر سیر [۵۷ و ۵۸]

نام آزمون	توضیحات	روش استاندارد
اندازه گیری pH	دستگاه اندازه گیری حتما کالیبره باشد	ISIRI No. 2852 [۵۹]
اندازه گیری میزان قهوه ای شدن	اندازه گیری در طول موج ۴۲۰ نانومتر	راپوسا و دریزکول [۶۰]
اندازه گیری ترکیبات فلاونوئیدی	اندازه گیری در طول موج ۴۲۰ نانومتر	کیم و همکاران [۶۱]

نام آزمون	توضیحات	روش استاندارد
اندازه گیری ویتامین ث	اندازه گیری ویتامین ث موجود در پودر سیر تولیدی با استفاده از روش یدومتری انجام می شود	دمیرچی [۶۲]
اندازه گیری میزان رطوبت	با آون خشک	پیشوافرد [۵۷]
جرم حجمی	جرم حجمی ظاهری پودر با اندازه گیری نسبت وزن به حجم به دست می آید.	رامیرز و همکاران [۶۳]
اندازه گیری رنگ	رنگ پودرها با دستگاه رنگ سنج اندازه گیری و تغییرات رنگ بررسی می شود.	دادلی و همکاران [۶۴]
ترکیب های عطر و طعم دهنده	مقدار پیرووات کل به عنوان شاخص ترکیب های عطر و طعم دهنده در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه گیری می شود.	آنتون و بارت [۶۵]
خواص جذب آب	برای تعیین مقدار رطوبت تعادلی پودر سیر در مقادیر مختلف فعالیت آبی به روش استاتیک اندازه گیری می شود.	نایکویز [۶۶ و ۶۷]

۲-۴-۳ عصاره سیر

برای تهیه عصاره سیر، حبه های خرد شده سیر، در محلول عصاره گیری (مثل آب مقطر و الکل رقیق) مخلوط شده و به مدت زمان متفاوتی باقی می ماند بعد از صاف کردن محلول، به طور معمول تلغیظ می شود و یا به صورت پودر در می آید. عصاره، به خصوص عصاره کهنه سیر عمدتاً حاوی ترکیبات ارگانوسولفور محلول در آب و مقدار کمی از ترکیبات ارگانوسولفور محلول در روغن است [۶۸].

در میان فرآورده های مختلف سیر، اسانس سیر دارای عملکرد ضد میکروبی قوی تری است به طوری که نسبت به پودر سیر و سیر تازه به ترتیب ۲۰۰ و ۹۰۰ برابر اثرات ضد میکروبی قوی تری دارد. به علاوه استفاده از اسانس و عصاره سیر در صنایع غذایی از سوی موسسه غذا و داروی ایالت متحده آمریکا ایمن معرفی شده است.

۲-۴-۴ عرق سیر

عرق سیر هم مانند سایر عرقیات گیاهان دارویی، کاربردهای مختلفی در صنایع غذایی و دارویی دارد. ساده ترین روش استخراج عرق سیر همان روش سنتی تقطیر با آب است. تکه های سیر در داخل آب به جوش آمده و بخار حاصل توسط یک سیستم مبرد به مایع تبدیل می شود.

۲-۵ مرور مطالعات انجام شده در زمینه استخراج مواد موثره سیر

هوانگ یانگ سونگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ اقدام به تولید اسانس سیر در مقیاس صنعتی با استفاده از روش تقطیر با بخار کردند. آن ها علاوه بر تولید اسانس سیر محصول جانبی به نام پلی ساکراید نیز تولید کردند. ابتدای کار آنها با آلودگی زدایی از سیر و سپس خرد کردن سیر با همزن بود. آنها به منظور کارایی بیشتر آنزیم آلیناز ۲ ساعت به سیر های خرد شده در دمای اتاق زمان دادند و در نهایت با روش تقطیر بخار اسانس نهایی را تولید و توسط سیلیکاژل تصفیه سیر را با خشک کردن رطوبت در ۱۰۰ درجه سلسیوس و زمان ۲ تا ۳ ساعت انجام دادند. همچنین استخراج پلی ساکراید سیر از تفاله مرحله اسانس گیری با روش های سانتریفیوژ و فیلتراسیون غشایی صورت دادند. محصول نهایی این تیم به صورت پودر با استفاده از دستگاه اسپری درایر با فشار گریز از مرکز ۰.۱ تا ۰.۳ مگا پاسکال با دمای ۱۵۰ تا ۱۷۰ و دمای خروجی ۷۵ تا ۹۰ درجه سلسیوس تولید شد [۶۹].

هان شائووی و همکاران در سال ۲۰۲۱ با استفاده از روش تقطیر با بخار آب پیوسته برای تولید اسانس سیر اقدام به تولید کردند. آنها سیر آسیاب شده را به ستون تقطیر منتقل کردند و با وارد کردن بخار پر فشار و حفظ دمای ۸۰-۹۲ درجه سانتی گراد عمل تقطیر را انجام دادند و با هدایت مخلوط بخار و اسانس به کندانسور در نهایت به اسانس سیر دست یافتند [۷۰].

کیانو ژوگونگ و همکاران در سال ۲۰۰۷ با روش تقطیر با بخار آب و تقطیر با حلال اسانس تولید کردند. آن ها برای بهبود اسانس تولیدی و کنترل آنزیمی آلاینز با افزودن $MnCl$ به سیر له شده به مدت ۶۰ دقیقه و دمای ۳۵ درجه سلسیوس محصول خود را استحصال کردند. برای اینکار فشار ۰/۱۲ مگاپاسکال، زمان ۱/۵ ساعت، جریان بخار 100kg/500Lh تنظیم و از جداکننده آب روغن برای جدا کردن اسانس سیر استفاده کردند. همچنین برای تصفیه اسانس از سیلیکاژل و رنگ زدایی آن از کربن فعال استفاده کردند [۷۱].

در اختراعی دیگر توسط نی هاپینگ و همکاران در سال ۲۰۱۴ این طور آمده است که برای تولید روغن سیر ابتدا پاکسازی و شستشو سیر با دقت انجام شد سپس سیر ها را له کرده و برای بهینه سازی شرایط آنزیمی آن با استفاده از یون منگنز در دمای ۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت زمان دادند. سپس سیر های له شده را در دستگاه تقطیر بارگزاری کرده و با روش تقطیر با بخار آب روغن سیر را در انتها جمع آوری کردند. آنها برای تصفیه و رنگ زدایی مصول خود از کربن فعال استفاده کردند [۱۳].

یانگ شانبینگ در سال ۲۰۱۶ برای تولید اسانس سیر تاکید بر انتخاب سیر مناسب برای دستیابی به راندمان بالا محصول خود داشت. او پس از انتخاب مناسب سیر پاکسازی و شستشو سیر را انجام و آنها را ۲ ساعت در آب خیساند. سپس خرد کردن آنها به اندازه ۰/۲ تا ۰/۳ میلی متر و بارگزاری سیر ها در دستگاه تقطیر با بخار را انجام داد. او فشار داخلی ۰/۱۰ الی ۰/۲۰ مگاپاسکال و افزایش دمای برج تقطیر به ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجه سلسیوس در زمان ۴ ساعت را برای شرایط تولید خود ذکر کرد و در انتها از مخلوط اسانس و بخار محصول خود را جداسازی کرد [۷۲].

نورالدین بنکبلیا در سال ۲۰۰۳ برای بررسی و مقایسه فعالیت ضد میکروبی اسانس سیر و اسانس پیاز بر دو باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سالمونلا* و سه قارچ *آسپرژیلوس*، *فوزاریوم* و *پنیسیلیوم* اقدام به تولید اسانس سیر کرد. روش تولید او تقطیر با بخار آب بود. بدین ترتیب که نمونه های کوچک خرد شده به وزن ۲۰۰ گرم را با ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر با استفاده از یک مخلوط کن به مدت ۱ دقیقه با سرعت متوسط همگن کرد و سپس مخلوط هموزنه را ۱ ساعت خیساند. در نهایت با ۳ ساعت زمان دادن به عملیات تقطیر، بخار تغلیظ شده را در یک جدا کننده خودکار آب/ روغن جدا کرد و اسانس سیر مورد نیاز پژوهش خود را استحصال کرد. در نهایت او دریافت اسانس سیر

فعالیت بازاریابی نسبت به اسانس پیاز داشته و می توان به عنوان افزودنی در محصولات غذایی استفاده کرد [۷۳].

رحمان و همکاران در سال ۲۰۱۸ تأثیر روش های تقطیر و استخراج با حلال برای سیر از دو گونه ی چینی و استرالیایی را مورد بررسی قرار دادند. در کنار تولید روغن سیر اثر ضد میکروبی گیاهان سیر استرالیایی و چینی را در غلظت های مختلف برای باکتری های /استافیلوکوکوس اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیاکلی و باسیلوس سابتیلیس تعیین کردند. آنها بیشترین درصد روغن استخراج شده را از سیر استرالیایی به دست آوردند و نشان دادند روش استخراج با حلال نسبت به روش تقطیر راندمان بالاتری داشت. رحمان و همکاران برای استخراج با روش تقطیر، ۲۰۰ گرم حبه سیر و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر را در مخلوط کن، آسیاب کرد و سپس تقطیر را انجام داد و بعد از مدت ۴ ساعت تقطیر محصول را با سولفات سدیم رطوبت زدایی کرد و محصول را در ظروف شیشه ای قهوه ای تیره در یخچال در دمای ۲ تا ۵ درجه سانتی گراد نگه داری شد. برای استخراج روغن سیر با استفاده از روش حلال آلی حبه های سیر را با استفاده از میکسر به صورت ذرات درشت آسیاب کرد و به مدت ۲۴ ساعت در حلال آلی (اتانول) قرار داد و در آخر در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد حلال را تبخیر کرد و محصول را نگه داری کرد [۷۴].

جدول ۲-۸- تأثیر روش های استخراج بر درصد روغن تولیدی و خواص فیزیک و شیمی [۷۴].

Extraction method	Distillation			Solvent ethanol		
	Australian		Chinese	Australian		Chinese
Garlic	White	Red		White	Red	
Oil %	0.058	0.046	0.044	6.730	5.971	5.658
Specific gravity	1.0588	1.0547	1.0549	1.0545	1.0555	1.0528
Refractive index	1.4658	1.4669	1.4650	1.4712	1.4710	1.4705
Acid value	0.00	0.00	0.00	0.50	0.52	0.48
Peroxide value	0.08	0.05	0.05	0.30	0.33	0.41

جدول ۲-۹- حساسیت باکتری ها به غلظت های مختلف عصاره سیر [۷۴].

Bacteria	Control	Antibacterial activity of Chinese garlic (mm)					Antibacterial activity of Australian garlic (mm)				
		50	100	200	300	500	50	100	200	300	500
<i>P. aeruginosa</i> ATCC@9027	18	15	16	18	19	21	13	13	16	17	20
<i>B. subtilis</i> ATCC@6633	18	18	21	22	23	25	15	17	18	19	22
<i>S. aureus</i> ATCC@25923	18	18	15	17	18	19	14	13	16	17	18
<i>E. coli</i> ATCC@25922	18	18	22	24	26	29	15	17	21	25	28

جدول ۲-۱۰- حساسیت باکتری به دو نوع عصاره سیر [۷۴].

Bacteria	Antibacterial activity of garlic extracts (mm)					
	C.O.S.	A.R.O.S.	A.W.O.S.	C.W.E.	A.R.W.E.	A.W.W.E.
<i>P. aeruginosa</i> ATCC@9027	28	30	22	28	27	23
<i>B. subtilis</i> ATCC@6633	35	30	22	26	25	24
<i>S. aureus</i> ATCC@25923	36	24	22	25	30	23
<i>E. coli</i> ATCC@25922	27	32	24	28	26	23

C.O.S. = Chinese organic solvent, A.R.O.S. = Australian red organic solvent, A.W.O.S. = Australian white organic solvent, C.W.E. = Chinese water extract, A.R.W.E. = Australian red water extract, A.W.W.E. = Australian white water extract.

در تحقیق دیگری که توسط حمدی سلطان و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام شد نشان دادند که اسانس سیر تولید شده با روش های تقطیر با بخار آب و استخراج با حلال دی اتیل اتر خاصیت ضد باکتریایی دارد. آنها برای روش تقطیر ابتدا حبه های سیر خرد شده (۱۰۰۰ گرم) با یک لیتر آب را در مخلوط کن به مدت ۱ دقیقه قرار دادند و سپس در ۳ ساعت زمان تقطیر را انجام دادند. آنها بخار تغلیظ شده را در یک جدا کننده خودرکار روغن/ آب هدایت و اسانس نهایی به دست آمده را با سولفات سدیم آب زدایی کردند و محصول را در دمای ۴ درجه سلسیوس به دور از نور نگه داری کردند. همچنین برای استخراج با حلال ۵۰۰ گرم از حبه های سیر تمیز شده و پوست گرفته شده را در ۵۰۰ میلی لیتر دی اتیل اتر به مدت ۴۸ ساعت قرار دادند سپس روغن را از عصاره های ترکیبی با تقطیر حلال در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد بازیابی کردند و با سانتریفیوژ مایع رویی شفاف را برداشتند [۷۵].

جدول ۲-۱۱- نتایج تجزیه و تحلیل GC-MS عصاره سیر [۷۵].

Compound	Percentage	
	Hydro-distillation	Diethyl ether
Diallyl sulfide	2.207	2.3
Diallyl trisulfide	24.253	20.4
Diallyl disulfide	34.276	28.4
Diallyl tetrasulfide	1.019	0.7
Allyl methyl sulfide	13.105	9.3
Allyl methyl disulfide	7.231	0.2
Allyl methyl trisulfide	0.138	16.3
Dimethyl disulfide	0.689	2.2
Dimethyl trisulfide	2.304	2
Dimethyl tetrasulfide	0.893	2.4
1-propenyl methyl disulfide	0.22	0.1
1-oxa-4-6-diazocyclooctane-5thione	8.398	-
3,5 diethyl 1,2,4 trithiolane	0.248	0.2
1-3 Dithiane	1.57	5.5
3H-1,2-dithiol-3-one,4,5 dimethyl	2.174	-
Di 1-propenyl sulfide	0.718	-
5 methyl -1,2,3thiazole	0.341	-
1,2-dithiacyclopentane	-	0.4
3-methylthio propanal	-	0.3
3-Vinyl-[4H]-1,2-dithiin	-	4

جدول ۲-۱۲- مقایسه مقادیر حداقل غلظت بازدارنده (ppm) استخراج روغن سیر با تقطیر با بخار آب و استخراج با حلال بر روی سویه های باکتریایی [۷۵].

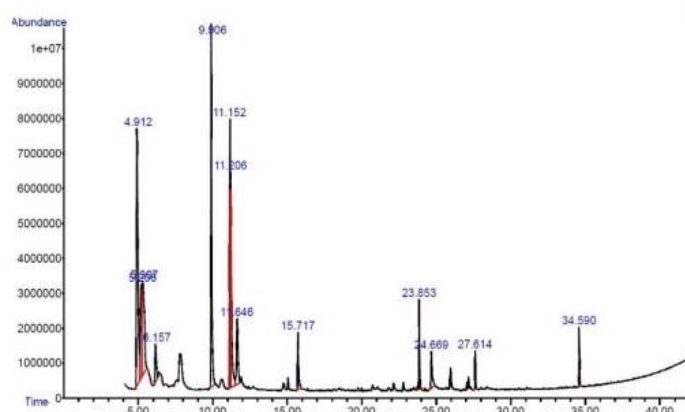
Minimal inhibitory concentration (ppm)			
Bacterial strains	Garlic oil extraction by steam distillation	Garlic oil extraction by solvent (Diethyl Ether)	Ampicillin
<i>A. tumefaciens</i>	300	400	6
<i>P. solanacerum</i>	750	300	15
<i>E. amylovolora</i>	300	200	6
<i>R. fascians</i>	250	100	6

انصاری پور و همکاران در سال ۱۳۹۸ با تولید اسانس سیر خواص ضد باکتریایی آن را به اثبات رساندند. سیر مورد استفاده آنها از همدان تهیه شد و ابتدا میزان ۵۰ گرم از حبه های خرد شده سیر را با ۶۰۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط کردند و با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با بخار آب عمل اسانس گیری را انجام دادند. مدت زمان

عمل اسانس گیری آنها ۳ ساعت به طول انجامید. و ترکیبات شیمیایی اسانس سیر را با دستگاه کروماتوگرافی گازی شناسایی کردند. نتایج حاصل از شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس سیر آنها نشان داد که، دی آلیل دی سولفید با ۴۰/۳ درصد بیشترین ترکیب بود همچنین میزان فنول کل، فلاونوئید و فعالیت آنتیاکسیدانی اسانس سیر به ترتیب برابر با ۰/۵۳ میلیگرم گالیک اسید در گرم، ۰/۲۴ میلیگرم کوئرستین در گرم و ۸۰ درصد بود. سپس آنها اثر ضدباکتریایی اسانس سیر با روش های انتشار در آگار به کمک دیسک، رقیق سازی در مایع حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی را بر تعدادی از ریزاندامگان بیماری زای غذازاد از جمله سودوموناس آئروژینوزا، شرشیا کلی، لیستریا اینوکوا و استافیلوکوکوس اورئوس در شرایط آزمایشگاهی انجام دادند. نتایج آنها نشان داد با افزایش غلظت اسانس سیر قطر هاله عدم رشد نیز افزایش یافت. نتایج پژوهش آنها نشان داد که گیاه سیر می تواند به عنوان یک منبع بالقوه برای تولید ترکیبات دارویی و نگه دارنده طبیعی در محصولات غذایی مورد استفاده قرار گیرد [۱۴].

جدول ۲-۱۳- میزان حداقل غلظت بازدارندگی^۱ و حداقل غلظت کشندگی^۲ اسانس سیر [۱۴].

Microorganisms	MIC	MBC
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	128	≥512
<i>Escherichia coli</i>	128	≥512
<i>Staphylococcus aureus</i>	32	≥512
<i>Listeria innocua</i>	64	≥512



شکل ۲-۵- کروماتوگرافی گازی، اسانس سیر [۱۴].

¹ Minimum Inhibitory Concentration

² Minimum Bactericidal Concentration

جدول ۲-۱۴- نتایج آنالیز کروماتوگرافی گازی اسانس سیر [۱۴].

No.	Compound	%
1	Diallyl disulphide	40.30
2	Trisulfide, methyl 2-propenyl	2.52
3	Trisulfide, di-2-propenyl	16.36
4	Triacetin	23.41
5	Tetrasulfide, di-2-propenyl	3.02
6	Hexadecanoic acid	3.24
7	n-Hexadecanoic acid	2.33
8	Methyl stearate	1.31
9	1,2-Benzenedicarboxylic acid	2.05
Total		94.54

گزارش های متعددی در مورد تولید و کاربرد های پودر سیر وجود دارد. شهرپاری و همکاران در سال ۱۳۹۰ تاثیر پودر سیر بر میزان کلسترول جوجه های گوشتی را بررسی کردند. آن ها برای تولید پودر سیر حبه های سیر را از هم جدا و پوست گیری کردند سپس آنها را خرد و در گرم خانه ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد خشک کردند. از مجموع نتایج حاصل از این پژوهش آن ها چنین استنتاج می شود که استفاده طولانی مدت از جیره های دارای مقادیر بالای سیر در جوجه های گوشتی کلسترول سرم کبد و عضلات را کاهش می دهد و این کاهش کلسترول ممکن است ناشی از مهار سنتز و یا ترشح آن از کبد باشد [۷۶].

جدول ۲-۱۵- تأثیر مقادیر متفاوت سیر بر میزان کلسترول تام در سرم، کبد و عضلات سینه و ران جوجه های گوشتی در سن ۴۹ روزگی [۷۶].

درصد پودر سیر جیره	سرم (mg/dl)	کبد (mg/g)	عضله ران (mg/g)	عضله سینه (mg/g)
۰٪ (a) (n=15)	۱۶۴/۳±۲۰/۴۶ ^d	۷/۲۸±۰/۷۱ ^d	۱/۳۹±۰/۲۴ ^d	۱/۳۹±۰/۲۳ ^d
۱٪ (b) (n=15)	۱۷۳/۹±۱۴/۱۲ ^{dc}	۷/۰۲±۰/۹۴ ^d	۱/۴±۰/۲۱ ^d	۱/۲۹±۰/۳ ^d
۲٪ (c) (n=15)	۱۵۶/۲±۵/۷۲ ^{db}	۶/۲۱±۱/۲۶ ^a	۱/۳۳±۰/۱۸ ^d	۱/۲۴±۰/۳۲ ^d
۴٪ (d) (n=15)	۱۴۰/۶±۱۰/۰۳ ^{abc}	۵/۶۷±۰/۶۸ ^{ab}	۱/۰۷±۰/۲۲ ^{abc}	۱/۰۲۹±۰/۲۶ ^a

حروف a تا d نشان دهنده گروه های مختلف آزمایش و حضور هر حرف کنار میانگین هر یک از زمان ها نشان دهنده

معنی دار بودن دو گروه برای هر پارامتر می باشد.

در تحقیقی دیگر در سال ۱۳۹۹ پیشو/ فرد و دمیرچی به تاثیر پیش تیمارهای مختلف پیش از خشک کردن سیر بر کیفیت پودر سیر تولیدی پرداختند. آن ها برای جلوگیری از واکنش میلارد از پیش تیمارهای متا بی سولفیت سدیم (۵/۰ درصد)، نمک (۱۰ درصد) و اسیدسیتریک استفاده کردند. آن ها سیرهای تازه را پس از آماده سازی مطابق روش متداول صنعتی، در داخل محلول های تهیه شده، به مدت ۲ دقیقه غوطه ور کردند سپس سیرهای تیمار شده در دماهای ۸۰ – ۹۰ درجه سانتی گراد قرار دادند تا رطوبت ۵/۲ درصد به روش کابینتی خشک شد. آن ها دریافتند پیش تیمار سیر موجب کاهش در میزان ترکیبات محلول در آب همچون ویتامین ث و فلاونوئیدها شده ولی پیش تیمارهای مختلف با توجه به اثرات مختلفی که در جلوگیری از قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی داشتند در تولید پودر سیری با رنگ مناسب نقش به سزایی داشتند و تمامی پودر سیرهای تولیدی از نمونه های سیر پیش تیمار شده رنگ روشنتری نسبت به نمونه کنترل داشتند و تیمار با محلول نمک نیز در بین پیش تیمارها اثر بیشتری در جلوگیری از بدرنگی پودر سیر تولیدی داشت [۵۷].

در تحقیقی دیگر غیاثوند و همکاران در سال ۱۳۹۶ به اثبات تاثیر عملکرد پودر سیر بر رشد و مقاومت به استرس شوری در بچه ماهی های سفید پرداختند. آنها اثبات کردند باتوجه به اینکه ۱ الی ۳ درصد آلئین موجود در سیر که در اثر آنزیم آلیناز تبدیل به آلیسین میشود باعث پیشرفت و بهبود عملکرد فلور رودهای میگردد و بر روی آن تاثیر مثبت میگذارد و در نتیجه باعث پیشرفت هضم مواد غذایی شده و مصرف انرژی را افزایش می دهد و به دنبال آن رشد نیز افزایش می یابد [۷۷].

جدول ۲-۱۶- مقایسه برخی از معیارهای رشد و بازماندگی به دست آمده در بچه ماهی سفید پرورشی تغذیه شده با

سطوح مختلف پودر سیر طی مدت ۷۶ روز پرورش [۷۷].

شاخص	تیمار	شاهد	۵ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۰/۵ درصد)	۱۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۱ درصد)	۱۵ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۱/۵ درصد)
وزن اولیه (میلی گرم)		$376 \pm 6/10^a$	$383 \pm 8/16^a$	$347 \pm 9/25^a$	$324 \pm 5/55^a$
وزن نهایی (میلی گرم)		$641 \pm 11/21^a$	$752 \pm 14/51^b$	$962 \pm 9/33^d$	$800 \pm 15/33^c$
افزایش وزن بدن (میلی گرم)		$265 \pm 8/20^a$	$369 \pm 11/12^b$	$615 \pm 8/95^c$	$476 \pm 10/05^{bc}$
درصد افزایش وزن		$70/50 \pm 3/14^a$	$96/31 \pm 4/16^a$	$177/20 \pm 10/25^b$	$146/91 \pm 15/73^b$
نرخ رشد ویژه (درصد در روز)		$0/51 \pm 0/10^a$	$0/65 \pm 0/16^a$	$0/98 \pm 0/25^b$	$0/87 \pm 0/55^b$
ضریب تبدیل غذایی		$4/50 \pm 0/11^a$	$4/18 \pm 0/76^a$	$3/61 \pm 0/26^a$	$3/92 \pm 0/27^a$
غذای خورده شده روزانه (درصد در روز)		$5/39 \pm 0/4^a$	$6/23 \pm 0/81^a$	$8/44 \pm 0/17^b$	$8/12 \pm 0/12^b$
نسبت کارایی پروتئین		$1/75 \pm 0/09^a$	$2/22 \pm 0/10^a$	$3/16 \pm 0/32^b$	$2/91 \pm 0/43^{ab}$
درصد بازماندگی		$80/0 \pm 2/33^a$	$92/0 \pm 1/25^b$	$98/0 \pm 0/35^b$	$95/0 \pm 1/45^b$
تولید خالص ماهی		$2120 \pm 209/15^a$	$3394 \pm 105/55^b$	$6027 \pm 95/65^c$	$4522 \pm 115/15^b$

وجود حروف مشترک در سطر، نشان دهنده معنی دار نبودن اختلافات در پارامترها می باشد ($P > 0/05$).

جدول ۲-۱۷- اثر سطوح مختلف پودر سیر بر مقاومت به تنش شوری (۱۵ گرم در لیتر) در بچه ماهی سفید

پرورشی پس از ۴۸ ساعت [۷۷].

درصد بازماندگی	شاهد	۵ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۰/۵ درصد)	۱۰ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۱ درصد)	۱۵ گرم در کیلوگرم پودر سیر (۱/۵ درصد)
۸ ساعت اول	$93/33 \pm 1/15^a$	$100 \pm 1/0^a$	$100 \pm 0/45^a$	$100 \pm 0/18^a$
۸ ساعت دوم	$64/44 \pm 1/21^a$	$68/89 \pm 1/0^a$	$70/02 \pm 0/93^b$	$69/11 \pm 0/23^a$
۸ ساعت سوم	$17/78 \pm 1/21^a$	$42/22 \pm 1/0^b$	$46/67 \pm 0/93^b$	$42/43 \pm 0/23^b$
۸ ساعت چهارم	.	$2/22 \pm 1/0^a$	$11/11 \pm 0/93^b$	$9/35 \pm 0/23^b$
۸ ساعت پنجم	.	.	.	.

وجود حروف مشترک در سطر، نشان دهنده معنی دار نبودن اختلافات در پارامترها می باشد ($P > 0/05$).

در سال ۱۳۹۶ نعمتی و همکارش با استفاده از پودر سیر توانستند ویژگی های کیفی تخم مرغ را افزایش بدهند. آن ها با افزودن پودر سیر در سه سطح و در مقایسه با شاهد افزایش وزن تخم مرغ را اثبات کردند. همچنین نشان دادند مکمل پودر سیر در سطح سه درصد موجب کاهش سطح کلسترول سرم خون و زرد تخم مرغ در مرغ های

تخمگذار شد. به طور کلی نتایج آزمایش های آنان ثابت کرد افزودن پودر سیر به جیره غذایی مرغ تخم گذار سبب بهبود وزن تخم مرغ و تعداد و کاهش میزان کلسترول پالاسمای خون و زرد تخم مرغ شد [۷۸].

جدول ۲-۱۸- تأثیر سطوح مختلف پودر سیر بر عملکرد مرغ های تخم گذار در سن ۵۸ الی ۶۳ هفتگی [۷۸].

گروه های آزمایشی ^۱	وزن تخم مرغ (گرم)	تولید تخم مرغ (درصد)	تولید توده ای تخم مرغ (گرم به ازای هر مرغ)	میانگین خوراک مصرفی هر مرغ (گرم در روز)	ضریب تبدیل غذایی
شاهد	۶۱/۲۱ ^b	۸۳/۳۳	۵۱/۰۰	۱۱۱/۵۵	۲/۱۹
پودر سیر ۱ درصد	۶۲/۱۳ ^b	۸۴/۵۲	۵۲/۵۱	۱۱۰/۹۹	۲/۱۱
پودر سیر ۲ درصد	۶۲/۵۹ ^b	۸۴/۸۹	۵۳/۱۳	۱۱۱/۱۶	۲/۰۹
پودر سیر ۳ درصد	۶۳/۹۹ ^a	۸۴/۲۳	۵۳/۹۰	۱۱۱/۳۵	۲/۰۷
خطای استاندارد میانگین ها	۰/۴۷۲۹	۲/۰۶۸۸	۱/۲۹۰۷	۰/۱۹۳۲	۰/۰۵۲۹
Pvalue	۰/۰۰۹۷	۰/۹۵۶۳	۰/۵۷۸۷	۰/۲۴۸۰	۰/۵۰۶۲

a-b میانگین های هر ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنادار است.

۶-۲ انتخاب بهترین روش استخراج مواد موثره سیر

انتخاب روش استخراج با توجه به نوع و حالت گیاه، مواد موثر ذخیره و سرانجام درجه خلوص محصول نهائی در نظر گرفته می شود. ولی معمولاً اسانس ها را از تقطیر گیاهان اسانس دار تهیه می کنند. در صنعت از روش تقطیر با آب، با آب و بخار و بخار مستقیم جهت تهیه اسانس ها استفاده می شود.

روش های مختلفی برای استخراج مواد موثره سیر وجود دارد که هر کدام از این روش ها مزایا و معایبی را به همراه دارد. برای انتخاب بهترین روش در مقیاس صنعتی همه پارامترهای تاثیر گذار عملیاتی (زمان، دما، فشار)، شرایط اقتصادی و سرمایه گذاری، میزان مصرف انرژی، میزان راندمان استخراج، کیفیت نهایی اسانس مورد توجه قرار می گیرد. برای تجاری سازی صنعت اسانس، فرایندها باید بر اساس روشی انتخاب شود که بازده فرایند و کیفیت محصول بالا باشد، البته توجیه اقتصادی هم داشته باشد.

چالش اصلی در افزایش تولید اسانس ها، "فرایند استخراج" است که معمولاً نیاز به زمان طولانی و صرف انرژی زیاد دارد. با توجه به جدول مقایسه روش های مختلف استخراج اسانس در فصل اول، پرکاربردترین روش

استخراج اسانس ها به دلیل سادگی و سرمایه گذاری پایین، روش تقطیر با بخار می باشد. روش تقطیر با بخار با حدود ۹۳٪ گسترده ترین فرایند برای استخراج اسانس ها در دنیا است. این روش با بازده کم و عدم قطعیت فرایند مواجه است اما به دلیل هزینه های عملیاتی پایین در مقایسه با سایر روش های استخراج، همچنان کاربردی ترین روش است.

مزایا و معایب روش ها در فرایند استخراج اسانس ها معمولاً به زمان استخراج و بازده استخراج مرتبط است تا احتمال تخریب محصولات کاهش یابد.

فصل سوم

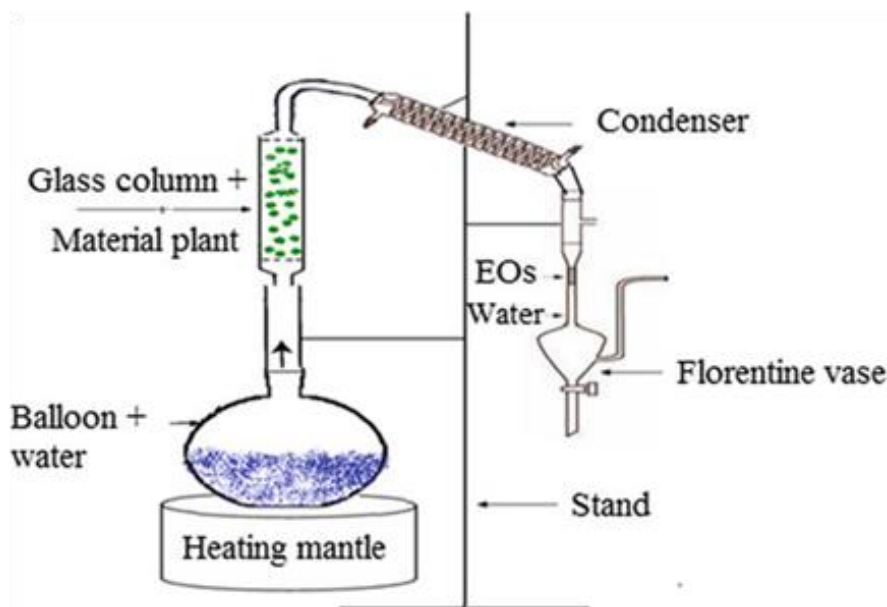
فاز آزمایشگاهی استخراج مواد موثره سیر

۱-۳ استخراج مواد موثره سیر

۱-۱-۳ استخراج اسانس سیر

برای استخراج اسانس سیر در مقیاس آزمایشگاهی، ابتدا ۵/۰ کیلوگرم سیر پس از شستشو در ظرف بالن شیشه ای با حجم ۲ لیتر ریخته شد و مقدار ۱ لیتر آب به آن اضافه کرده تا تمام سیر به طور کامل در آب غوطه ور شود. در ادامه بالن را روی هیتر قرار داده و سیستم شیشه ای کلونجر به بالن وصل شد. پس از اتصال سیستم مبرد به چیلر، هیتر را روشن کرده و قسمت جدا کننده اسانس در کلونجر با آب پر شد. صبر می کنیم تا مخزن به جوش بیاید و پس از رسیدن اولین قطره بخار به قسمت جداکننده، زمان اسانس گیری آغاز می شود.

پس از گذشت زمان ۳ ساعت از شروع اسانس گیری، در قسمت جدا کننده دیگری به حجم اسانس اضافه نمی شود و این نشان از اتمام فرایند اسانس گیری است. با خاموش کردن هیتر حدود ۱ CC اسانس از قسمت جدا کننده از شیشه خارج و جدا شد. برای آب گیری و حذف ذرات باقی مانده آب در اسانس، از سولفات سدیم استفاده شد و پس از فیلتراسیون نمونه اسانس در ظرف شیشه ای کدر جمع آوری و برای انجام آنالیز GC/MS به آزمایشگاه ارسال شد.



شکل ۱-۳ - شماتیک روش آزمایشگاهی استخراج اسانس سیر.



شکل ۳-۲- روش آزمایشگاهی استخراج اسانس سیر.

۳-۱-۲ استخراج عرق سیر

روش تهیه عرق سیر همانند سایر عرقیات از روش تقطیر با آب به دست می آید. در این روش ۱ کیلو گرم سیر تمیز شده بعد از خرد کردن با ۶ لیتر آب مقطر وارد مخزن عرق گیری شد و در دمای ۹۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی گراد بعد از ۳ ساعت بخار آب حاصله حاوی مواد موثره سیر از بالای مخزن خارج شد و وارد دستگاه کندانسور شد در نهایت مایع به دست آمده به عنوان عرق سیر در داخل مخزن جمع شد.



شکل ۳-۳- روش آزمایشگاهی استخراج عرق سیر.

۳-۱-۳ استخراج پودر سیر

برای استخراج محصول پودر سیر، ابتدا ۲ کیلو گرم سیر پوست گیری شد و بعد از شستشو به حبه های سیر به قطعات کوچک و لایه های نازک خرد شد و سپس داخل سینی و در دمای ۴۸ درجه سانتی گراد در دستگاه خشک کن قرار داده شد و در انتها توسط آسیاب به پودر تبدیل شد.

۳-۱-۴ استخراج عصاره خشک سیر

روش دیگر برای تهیه پودر سیر، استفاده از عصاره های آبی و الکلی سیر است. در این مرحله ابتدا عصاره سیر توسط حلال (آبی یا الکلی) استخراج می شود و سپس عصاره به دست آمده با روش خشک کردن تبدیل به پودر عصاره خشک می شود.

برای این کار ۲ کیلو گرم سیر پوست شده بعد از شستشو و تمیز شدن چرخ شد، سپس داخل بشر با ۵ لیتر اتانول ۹۶٪ قرار گرفت. بعد از رساندن درصد حلال به ۷۰٪، به مدت ۴ ساعت و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد داخل بن ماری عصاره گیری شد و بعد از فیلتر کردن با استفاده از روتاری تغلیظ شد سپس برای پودر شدن به دستگاه اسپری درایر با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد منتقل و در نهایت محصول پودر عصاره خشک جمع آوری شد.



شکل ۳-۴- دستگاه اسپری درایر برای تولید عصاره خشک سیر.



شکل ۳-۵- روش آزمایشگاهی استخراج عصاره خشک سیر.

۳-۲ مشخصات مواد مصرفی

مواد مصرفی مورد نیاز در جدول ۳-۱ گزارش شده است.

جدول ۳-۱- لیست مواد مصرفی.

نام	مشخصات
سیر	منطقه استان همدان
آب	آب شرب
حلال	اتانول

برگ آنالیز حلال استفاده شده در شکل ۳-۶- آمده است.

بسمه تعالی
نتیجه آزمون
پاراس الکل (سهامی خاص)

نام و نوع فرآورده: الکل متیلی ۹۶ درجه

شماره ثبت: ۷۸۳۰	نوع بسته بندی: فله
نام تجاری: پاراس الکل	شماره نامه: ۱۳۹۹/۱۸۴۰
نام شرکت: واحد تولیدی: پاراس الکل	تاریخ نامه: ۹۹/۱۱/۲۲
صاحب کالا / کوتران: واحد تولیدی	محل نمونه برداری: خط تولید ☒ انبار ☐ بازار ☐ سایر ☐
تاریخ تولید: ۹۹/۱۱/۱۹	نوع استاندارد اجباری: ☒ تشویقی ☐ تطبیقی ☐
سری ساخت: ۹۹۱۱۱۱۹	تاریخ نمونه برداری: ۹۹/۱۱/۲۱
شماره پیچ: ۱۱۰	کد نمونه: ۹۹/۱۱/۱۰
نام آزمایشگاه: واحد تولیدی پاراس الکل	تاریخ صدور نتیجه: ۹۹/۱۱/۲۱
استاندارد مرجع: ۱۶۱	تاریخ انقضا: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹

ردیف	ویژگی / شرح آزمون	حد استاندارد	نتیجه آزمون	نوع نقص	جزئی
۱	درجه الکلی بر حسب درصد حجمی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس	۹۶	۹۶.۲	عدد	
۲	وزن مخصوص نسبی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس	۰.۸۰۸۶	۰.۸۰۸۴	عدد	
۳	قابلیت اختلاط با آب	بدون کدر شدن	شفاف	مشاهده	
۴	قابلیت در مقابل فلز قلعین	منفی	منفی	مشاهده	
۵	باقیمانده تبخیر (بر حسب میلی گرم در صد میلی متر)	۲/۵	۰.۸	عدد	
۶	اسیدیته بر حسب اسید استیک (میلی گرم در صد میلی لیتر)	۳	۰.۲۴	عدد	
۷	آلوز فول	منفی	منفی	مشاهده	
۸	آلبدیه بر حسب استالیدین (میلی گرم در صد میلی لیتر الکل مطلق)	۱	۰.۴۲	عدد	
۹	آلستر بر حسب استات اتیل (میلی گرم در صد میلی لیتر الکل مطلق)	۴	۱.۲	عدد	
۱۰	متانول (میلی گرم در صد میلی لیتر الکل مطلق)	۵	۰.۹	عدد	
۱۱	الکل های سنگین (میلی گرم در صد میلی لیتر الکل مطلق)	۰.۹	۰.۵۷	عدد	
۱۲	کمونها	در مدت زمان ۲۰ دقیقه منفی میبایست	منفی	مشاهده	
۱۳	بسته بندی	مطابق استاندارد	مطابق	مشاهده	
۱۴	نشانه گذاری	مطابق استاندارد	مطابق	مشاهده	

نمونه های فوق در بند بالا با استاندارد ۱۶۱ ایران

تاریخ: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲

مهر: [مهر آزمایشگاه]

امضاء: [امضاء مسئول]

تاریخ: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲

مهر: [مهر سازمان]

امضاء: [امضاء مسئول]

تاریخ: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲

شکل ۳-۶- برگ آنالیز اتانول مصرفی

۳-۳ نتایج آزمایشگاهی

جدول ۳-۲- نتایج استخراج فراورده های سیر.

پارامتر	مشخصات
دما	۹۵ - ۱۰۰ درجه سانتی گراد
فشار	فشار اتمسفری
درصد اسانس سیر	۰/۲ درصد
درصد پودر سیر	۳۵ درصد
درصد عصاره خشک سیر(پودر)	۲۰ درصد

۳-۴ روش آنالیز

اندازه گیری فنول مطابق با دستورالعمل پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی با شماره PSA.QA.IA.SOP- 000 انجام گرفت.

برای شناسایی ترکیبات مواد موثره محصولات سیر از دستگاه GC-MS پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی با مشخصات جدول ۳-۳- استفاده شد.

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس، نمونه که توسط نرمال هگزان رقیق شده بود به مقدار 1 میکرولیتر به دستگاه GC-MS تزریق شد. برنامه دمائی ستون بصورت ذیل تنظیم گردید :دمای ابتدائی آون 23 درجه سانتیگراد و توقف در این دما به مدت 2 دقیقه، گرادیان حرارتی 0 درجه سانتیگراد در هر دقیقه، افزایش دما تا 543 درجه سانتیگراد و سپس با سرعت 12 درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا 033 درجه سانتیگراد و 0 دقیقه توقف در این دما و زمان پاسخ 52 دقیقه بود. دمای اتاقک تزریق 523 درجه سانتیگراد بصورت 1 split به 02 بود و از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان (فلو) ۰/۵ 3 میلیلیتر در دقیقه استفاده گردید. طیفنگار جرمی مورد استفاده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه

سانتیگراد بود. محدوده اسکن مس ها از ۴۳ تا ۲۳۳ تنظیم گردید. نرم افزار مورد استفاده chemstation بود. شناسائی طیفها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه آن با شاخصهای موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیفهای جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت.

جدول ۳-۳- مشخصات دستگاه GC-MS

Agilent 6890	مدل دستگاه GC
Agilent 5973N	مدل دستگاه Mass
BPX5	نوع ستون
30 m	طول ستون
0.25 μ	قطر داخلی ستون
50	دمای اولیه ستون
300	دمای نهایی ستون
He	نوع گاز حامل
Mass	دتکتور



شکل ۳-۷- دستگاه GC-MS

۳-۵ آنالیز نمونه ها

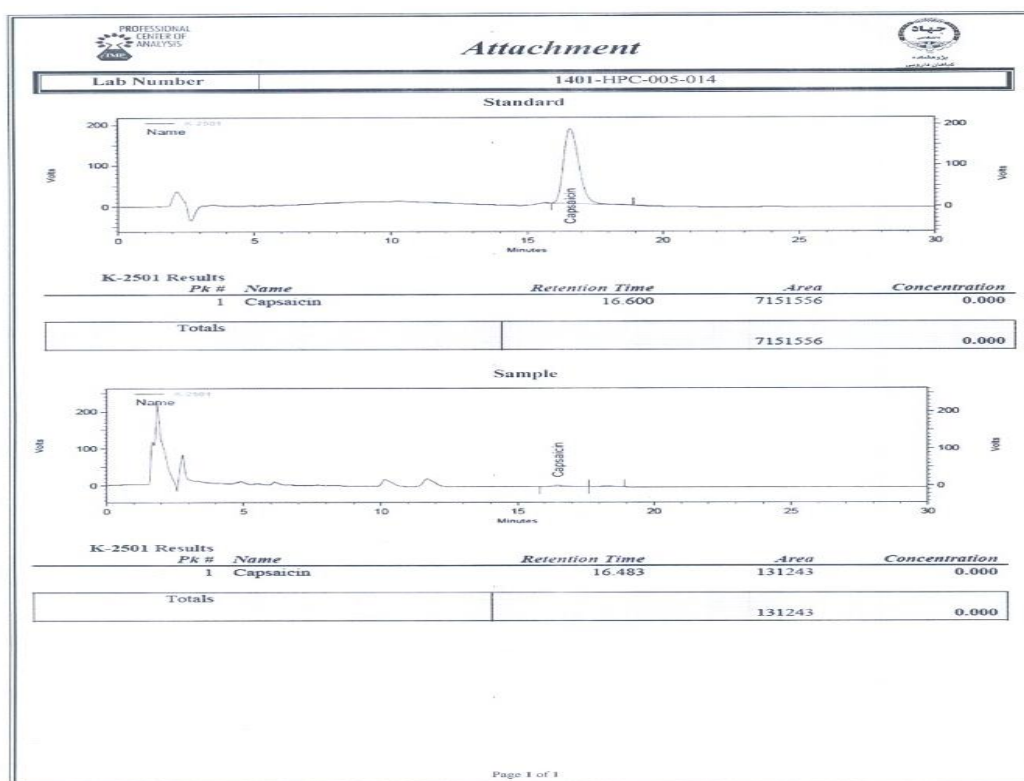
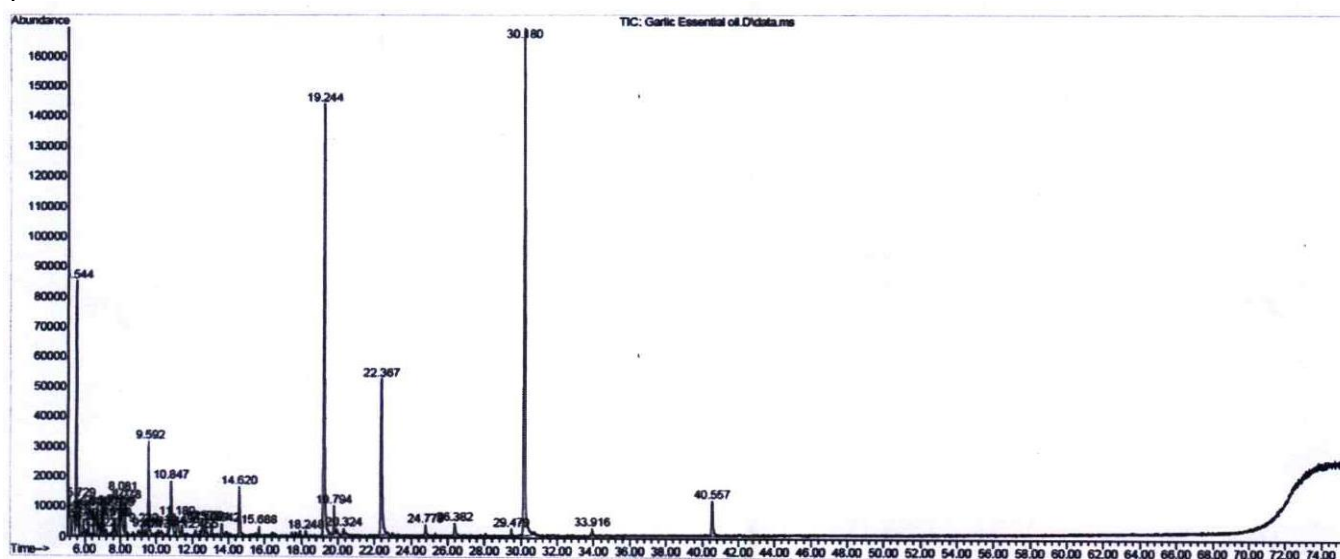
۳-۵-۱ آنالیز اسانس سیر

Analysis Report				
Certificate Number	HPC-005-009			
Product Name	Garlic Essential oil			
Manufacturer	Herbal Processing Center	Packaging	Vial	
Batch Number	-	Request Code	-	
Manufacturing Date	-	Expiration Date	-	
Date Of Receipt	1401/05/26	Date Of Analysis	1401/06/05	
Test Name	Method/Test Reference	Specifications	Test Results	Unit
Essential oil Identification	ADAMS	-	Attached file	KI
Essential oil analysis	GC-Mass / RT	-	Attached file	RT
Note: Sampling has been conducted by the applicant. The samples are kept up to one month.				
Lab Expert	Technical Responsible Dr S. Tavakoli	Head of Professional Center of Analysis Dr S. Moradian		
Karaj, Alborz Province, Institute of Medicinal Plants. Professional Center of Analysis (PCA) imp.analabs@gmail.com Tel: 02634764010 . Fax: 02634764010-2277				

شکل ۳-۸- گزارش آنالیز GC-MS اسانس سیر.

جدول ۳-۴- گزارش مواد آنالیز GC-MS اسانس سیر.

Attachment				
Lab Number	HPC-005-009			
Gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) Analysis				
No	RT	%	Components	KI
1	8.080	2.02	Diallyl sulfide	859
2	10.846	3.07	Methyl allyl disulfide	922
3	19.245	20.91	Diallyl disulfide	1086
4	22.365	8.66	Allyl metyl tirsulfide	1148
5	30.182	25.36	Tirsulfide, de-2-propenyl	1311



شکل ۳-۹- طیف GC-MS اسانس سیر.

۳-۵-۲ آنالیز پودر سیر

PROFESSIONAL CENTER OF ANALYSIS		Analysis Report		جهاد دانشگاهی پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی	
Certificate Number	HPC-005-015				
Product Name	پودر سیر				
Manufacturer	Herbal Processing Center	Packaging	Bulk		
Batch Number	-	Request Code	0105-0130		
Manufacturing Date	-	Expiration Date	-		
Date Of Receipt	1401/5/29	Date Of Analysis	1401/6/16		

Test Name	Method/Test Reference	Specifications	Test Results	Unit
Total Phenol Content	UV / In-House	-	1.03±0.08	mg Thymol /gr

Note: Sampling has been conducted by the applicant. The samples are kept up to one month.

Lab Expert	Technical Responsible Dr S. Tavakoli	Head of Professional Center of Analysis Dr S. Tavakoli
		

Karaj, Alborz Province, Institute of Medicinal Plants.
Professional Center of Analysis (PCA)
imp.analabs@gmail.com
Tel: 02634764010 , Fax: 02634764010-2277

Page 1 of 1

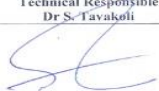
شکل ۳-۱۰- گزارش آنالیز پودر سیر.

۳-۵-۳ آنالیز عصاره خشک سیر

Certificate Number		HPC-005-017	
Product Name		عصاره خشک سیر (الکلی)	
Manufacturer	Herbal Processing Center	Packaging	Bulk
Batch Number	-	Request Code	0105-0132
Manufacturing Date	-	Expiration Date	-
Date Of Receipt	1401/5/29	Date Of Analysis	1401/6/16

Test Name	Method/Test Reference	Specifications	Test Results	Unit
Total Phenol Content	UV / In-House	-	4.44±0.18	mg Thymol /gr

Note: Sampling has been conducted by the applicant. The samples are kept up to one month.

Lab Expert	Technical Responsible Dr. S. Tavakoli	Head of Professional Center of Analysis Dr. S. Tavakoli
		

Karaj, Alborz Province, Institute of Medicinal Plants.
Professional Center of Analysis(PCA)
imp.analabs@gmail.com
Tel: 02634764010 , Fax: 02634764010-2277

Page 1 of 1

شکل ۳-۱۱- گزارش آنالیز عصاره خشک سیر.

منابع

- [۱] ازتیکن، سردار. مارتینو، میلان. "فرایند های برداشت، خشک کردن و فرآوری گیاهان دارویی و معطر"، ترجمه نجفی، فرزاد. عبادی، محمدتقی. عباسیان، جلال. مرکز انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۰.
- [۲] زرگری، علی. "گیاهان دارویی". چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.
- [۳] قاسمی، عبدالله؛ گیاهان دارویی و معطر شناخت و بررسی اثرات آنها؛ انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، ۱۳۸۸.
- [۴] لیست، پی.اچ. و اسمیت، پی.سی. "تکنولوژی ساخت داروهای مدرن از منشأ گیاه"؛ ترجمه اصغر جهانگیری و فرنا فرنوش، تهران، مؤسسه فرهنگی جهانگیری، ۱۳۷۳.
- [۵] امیدبیگی، رضا؛ "رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی"؛ انتشارات دانشگاه تهران، نشر طراحان، ۱۳۷۹.
- [6] R. Raja and R. M. Sreenivasulu. Medicinal plants secondary metabolites used in pharmaceutical importance-An overview. World J Pharm Pharm Science, 2015, 436-47,4.
- [7] P.J. Lea and R.C. Leegood. Plant biochemistry and molecular biology. John Wiley& Sons, 1993, chapter 3.
- [۸] جایمند، کامکار و رضایی، محمدباقر؛ "اسانس، دستگاه های تقطیر، روش های آزمون و شاخص بازداری در تجزیه اسانس"؛ انجمن گیاهان دارویی، ۱۳۸۵.
- [۹] سفیدکن، فاطمه؛ "شیمی و تهیه صنعتی روغن های اسانسی"؛ نشر زاوش، ۱۳۸۶.
- [10] Handa, S.S., et al., Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants, ed., new York, ICS UNIDO, 2008.
- [۱۱] مومنی، تاج خانم و شاهرخی، نوبهار؛ "اسانس های گیاهی و اثرات درمانی آنها؛ انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- [۱۲] محمودی، بهارک؛ "آشنایی با اسانس های معطر گیاهی و اثرات شفابخش آنها"؛ انتشارات نور دانش، (۱۳۸۱).
- [13] Ni Haiping, Tang Maolin, Yang Zhong, Tang Yanfang, Method for extraction of garlic oil , 2014 , chine, CN103642594A.

[۱۴] انصاری پور، امیرحسین؛ مهرنیا، محمدامین؛ نوشاد، محمد؛ برزگر، حسن؛ علیزاده، بهروز؛ اثر ضد میکروبی

اسانس سیر بر تعدادی از ریزاندامگان بیماری زای غذازاد، تعیین ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی آن؛

مجله علوم و صنایع غذایی، دوره ۱۶، ۹۱، ۱۳۹۸.

- [15] Justyna Zorga, Alina Kunicka-Styczyńska, Radosław Gruska , Krzysztof Śmigielski, Ultrasound-Assisted Hydrodistillation of Essential Oil from Celery Seeds (*Apium graveolens* L.) and Its Biological and Aroma Profiles, *Molecules*, 2020, 14–25, 5322, (22).
- [16] Zhongli Pan, Ruihong Zhang, Steven Zicari, Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products, *Molecules*, 2019, 14–25 ,1st Edition.
- [17] Astri Fadhilah Abdul Rahim , Norafiqah Jamaluddin, Atikah Kadri, Siti Shawalliah Idris, Norazah Abd Rahman, Microwave-Assisted Hydrodistillation of *Aquilaria Subintegra*, *Advance Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 2021, 1–12, 72, (2), DOI:10.37934/arfmts.72.2.112.
- [18] K. V. Peter, Handbook of Herbs and Spices , Second edition, Volume 1, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition), 2012, p.55-72.
- [19] Emo Chiellini, Environmentally Compatible Food Packaging, 1st Edition,: Food Science, Technology and Nutrition, 2008.
- [20] Buketov Karaganda, Margarita Yulayevna, ESSENTIAL OIL PLANTS OF THE KARAGANDA REGION, Karaganda, 2021, 978-601-204-506-2
- [21] www.hielscher.com
- [22] Krishna P. SolankiMeghal A. DesaiJigisha K. Parikh, Sono hydrodistillation for isolation of citronella oil: A symbiotic effect of sonication and hydrodistillation towards energy efficiency and environment friendliness, *Ultrasonics Sonochemistry*, 2018, 145–153, 49.
- [23] DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.117-119.2022
- [24] <https://en.wikipedia.org>.
- [25] Ren Xianjun .Qiao Haitao, Method for extracting garlic essential oil produced with garlic polysaccharide and garlic powder, 2008 , chine, CN101278723A.
- [26] Carlos Alberto Machado,Fabricia Oliveira Oliveira,Matheus Antônio de Andrade,Katharine Valéria Saraiva Hodel,Herman Lepikson, Steam Distillation for

Essential Oil Extraction: An Evaluation of Technological Advances Based on an Analysis of Patent Documents, characterization of the encapsulated garlic compounds and their industrial applicability, Sustainability, 2022, 232-244, 14, (12), doi.org/10.3390/su14127119.

[۲۷] میرزا، مهدی، سفیدکن، فاطمه و احمدی، لطیفه؛ "اسانس های طبیعی، استخراج، شناسایی کمی و کیفی، کاربرد"؛ وزارت جهاد سازندگی، (۱۳۷۵).

[28] Smallfield, B., Bruse and M. John, W., "Coriander Spice Oil: Effect of Fruit Crushing and Distillation Time on Yield and Composition", J.Agric. Food Chem., 49, 136-140, (2001).

[29] Kiran, G., Bikram, S. and Virendra, S., "Essential Oil Composition of Damask Rose Distillation under Different Peressures and Tempatures", Flavour and Fragrance J., 17, 136-140, (2002).

[30] Chang L.P., Sheng L.S., Yang M.Z., An D.K., Retention index of essential oil in temperature-programmed capillary column gas chromatography, Yao Xue Xue Bao, 24, 1989, 847-852.

[۳۱] شفیعی، عباس؛ "کروماتوگرافی و طیف سنجی"؛ انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ص ۵۱، ۱۳۷۳.

[32] J. Arboleya and C. Garcia. Response of Garlic at high density with mulch and fertigation. INTA-las Canelones Uruguay Horti abstr, 1994, 65, 11.

[۳۳] فارماکوپه گیاهی ایران، چاپ اول، ۱۳۸۱

[34] Krista, L.M., P.E. Waibel, R.N. Shofner, and J.H.Sautter. 1970. A study of ourtic rupture and performance as influenced by selection for hypertension and hypotension in the turkey. Poul. Sci. 49: 405-111.

[35] J. Borlinghaus, F. Albrecht, M. C. Gruhlke, I. D. Nwachukwu and A. J. Slusarenko. Allicin: chemistry and biological properties. Molecules, 2014, 19(8), 12591-12618.

[36] D. P. Ilić, V. D. Nikolić, L. B. Nikolić, M. Z. Stanković, L. P. Stanojević and M. D. Cakić. Allicin and related compounds: Biosynthesis, synthesis and pharmacological activity. Facta universitatis-series: Physics, Chemistry and Technology, 2011, 9(1), 9-20.

[37] E. Ayaz and H. C. Alpsoy. Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 2007, 31, 145-149

- [38] K. T. Augusti. Therapeutic and medicinal values of onions and garlic. Onions and allied crops, 1990, 3, 93-108.
- [39] Freeman, F., and Y. Koder. 1995. Garlic chemistry: stability of S-(2-propenyl)- 2-propene-1-sulfinothioate (allicin) in blood, solvents, and simulated physiological fluids. J. Agric. Food Chem. 43: 2332–2338.
- [40] www.hm.agri-jahad.ir
- [41] <https://oec.world/en>
- [42] A. Robledo and H. Tovar. Biotechnological tools for garlic propagation and improvement. Innovation in Biotechnology, 2012, chapter 3, 31-56.
- [43] A. Bideshki, M. J. Arvina and M. Darini. Interactive effects of Indole-3-butyric acid (IBA) and salicylic acid (SA) on growth parameters, bulb yield and allicin contents of garlic (*Allium sativum*) under drought stress in field. International Journal of Agronomy and Plant Production, 2013, 4(2), 271-279
- [۴۴] سیدان، سیدمحسن؛ بررسی اقتصادی کشت سیر در استان همدان ، اقتصاد کشاورزی و توسعه ، ۱۳۷۹ ، جلد ۸ ، شماره ۳۱ ، صفحه ۱۳۷ - ۱
- [45] Li, G., C.H. Qiao, R.I. Lin, J. Pinto, M.P. Osborne, and R.K. Tiwari. 1995. Anti-proliferative effects of garlic constituents in cultured human breast cancer cells. Oncol. Rep. 2: 787–791.
- [46] Lawson, L.D., 1993. Bioactive organosulfur compounds of garlic and garlic products. In: ACS gfh gfh gh gfh fdh gfhgf hgfh gfh Symposium Series 534, Human Medicinal Agents From Plants (Kinghorn, A.D., and M.F. Balandrin, , eds.), pp. 306–330. American Chemical Society, Washington, DC.
- [47] Yan, X., Z. Wang, and P. Barlow. 1992. Quantitative estimation of garlic oil content in garlic oil based health products. Food Chem. 45: 135–139.
- [48] Amagase, H. 2006. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. J. Nutr. 136: 716S–725S.
- [49] Loleny Tavaresa Lúcia Santosb Caciano Pelayo Zapata Noreña, Bioactive compounds of garlic: A comprehensive review of encapsulation technologies, characterization of the

encapsulated garlic compounds and their industrial applicability, Trends in Food Science & Technology, 2021, 232-244, 114, DOI:10.1016/j.tifs.2021.05.019.

[۵۰] انصاری پور ، امیرحسین؛ مهرنیا، محمد امین؛ نوشاد، محمد؛ برزگر، حسن؛ علیزاده، بهروز؛ اثر ضد میکروبی اسانس سیر بر تعدادی از ریزاندامگان بیماریزای غذازاد؛ علوم و صنایع غذایی، دوره ۹۱، ۱۶، ۲۹-۱۷، ۱۳۹۸.

[51] Alizadeh Behbahani B, Imani Fooladi AA. Evaluation of phytochemical analysis and antimicrobial activities Allium essential oil against the growth of some microbial pathogens. Microbial Pathogenesis. 2018;114:299-303.

[52] Noshad M, Alizadeh Behbahani B. Identification of Chemical Compounds, Antioxidant Activity, and Antimicrobial Effect of Elettaria cardamomum Essential Oil on a Number of Pathogenic Microorganisms in Vitro. Qom University of Medical Sciences Journal. 2019;13(2):57-69.

[53] Shen S, Chen D, Li X, Li T, Yuan M, Zhou Y, Ding C. Optimization of extraction process and antioxidant activity of poly saccharides from of paris polyphylla. Carbohydrate Polymers. 2014; 104: 80-86.

[54] Barzegar H, Mohammad Amin Mehrnia MA, Alizadeh Behbahani B. Determination of the chemical composition, antioxidant activity and the antimicrobial effect of Heracleum Lasiopetalum infection and food poisoning microorganisms. Journal of Applied Microbiology in Food Industry. 2019; 4(4):

[55] Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry. 1999; 64: 555-559.

[56] Iberl, B., G. Winkler, B. Mller, and K. Knobloch. 1990. Quantitative determination of allicin and alliin from garlic by HPLC. Planta Med. 56: 320-326.

[۵۷] پیشوا فرد، پریا ؛ دمیرچی، صدیف ؛ تاثیر پیش تیمار های مختلف پیش از خشک کردن سیر بر کیفیت پودر سیر تولیدی ، علوم و صنایع غذایی، دوره ۱۷، ۱۰۱، ۱۸۴-۱۷۷، ۱۳۹۹.

[۵۸] بیات ، فریبا؛ بدیعی، فوزان ؛ رفیعی ، زهرا؛ ارزیابی پایداری فیزیکی پودر سیر خشک شده با روش های خشک کردن انجمادی و جریان هوای گرم ؛ مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۷، ۱، ۳۸-۳۱، ۱۳۹۵.

- [59] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI No. 2852) (2006). Milk and milk products- Determination of titrable acidity and value pH- Test method, Tehran, Iran. (In Persian)
- [60] Rapusas, R.S. & Driscoll, R.H. (1995). Kinetics of non-enzymatic browning in onion slices during isothermal heating. *Journal of Food Engineering*, 24(3), 417- 429.
- [61] Kim, J.S., Kang, O.J. & Gweon, O.Ch. (2013). Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing steps. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 80-86.
- [62] Azadmard Damirchi, S. (2012). *Food Chemistry and Analysis*. Tabriz: Amidi Press. (In Persian)
- [63] Rodriguez Ramirez, J., Mendez Lagunas, L., Lopez Ortiz, A. & Sandoval Torres, s. (2012) True density and apparent density during the drying process for vegetables and fruits: a review. *Journal of Food Science*, 77(12), 145-154.
- [64] Dadali, G., Demirhan, E., and Ozbek, B. (2007) Color change kinetics of spinach undergoing microwave drying. *Drying Technology*, 25, 1713- 1723.
- [65] Anthon, G.E. & Barrett, D.M. (2003) Modified method for determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. *Journal of Science Food and Agriculture*, 83, 1210-1213.
- [66] AOAC. (1980) *Official methods of analysis* (11th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- [67] Nyqvist, H. (1983) Saturated salt solutions for maintaining specified relative humidity. *International Journal of Pharmaceutical Technology and Product Manufacture*, 4(2), 47-48.
- [68] Weinberg, D.S., M.L. Manier, M.D. Richardson, and F.G. Haibach. 1993. Identification and quantification of organosulfur compliance markers in garlic extract. *J. Agric. Food Chem.* 41: 37–41.
- [69] Huang Xuesong, Ou Shiyi, Tang Shuze, Fu Liang, Wang Yong, Method of combined preparing garlic essential oil and garlic polysaccharide, 2006 , chine, CN1263394C
- [70] Han Shaowei, Li Ying, Wang Qingan, Kang Huiyong, Wang Shiwen, Yang Zhen, Continuous distillation equipment of garlic essential oil, 2021 , chine, CN216639425U

- [71] Qiao Xuguang, Zhang Zhenhua, Zhang Rentang, Qin Xiaochun, Method of controlling allinase for improving extraction rate of garlic essential oil , 2007 , chine, CN101032319A
- [72] Yang Shanbing, Garlic essential oil extraction method, 2016 , chine, CN104046514A
- [73] N. Benkeblia, Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*), Food Science and Technology , 2003, 263–268, 37, (2)
- [74] Ahmed Yamani Rahman, Abulkhair Qasabi and Hariri Kadi, Effect of distillation and solvent extraction methods on oil extracts of Australian and Chinese garlic, Journal of Microbiology ISSN: 1718-3499 , 2018, 207-212, 5, (3)
- [75] Hamdy R Soltan, Soad M Ahmed, Doaa A Emam, Comparative antibacterial activity of garlic essential oil extracted by hydro–distillation and diethyl ether extraction methods on four pathogenic bacteria , Plants & Agriculture Research , 2016, 261-264, 4, (2)
- [۷۶] شهریار، علی ؛ جعفری، رمضانعلی ؛ فاطمی، سیدرضا ؛ مامی، سجاد ؛ اثر پودر سیر بر میزان لسترول سرم، کبد و عضلات جوجه های نر گوشتی، مجله دامپزشکی ایران، دوره ۸، ۳، ۱۳۹۰.
- [۷۷] غیاثوند ، زهرا ؛ چنگیزی، رضا ؛ شاملوفر، مهشید ؛ تاثیر پودر سیر بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت به استرس شوری در بچه ماهی سفید ؛ مجله علمی پژوهشی زیست شناسی جانوری تجربی، دوره ۲۲، ۲، ۱۳۹۶، ۷۴-۶۵.
- [۷۸] نعمتی ، ذبیح الله ؛ محمدی، رویه ؛ تأثیر سطوح مختلف پودر سیر در جیره غذایی بر عملکرد تولیدی، ویژگی های کیفی تخم مرغ و فراسنجه های خونی مرغ های تخمگذار ؛ مجله تولیدات دامی، دوره ۱۹، ۳، ۶۷۰-۶۵۷، ۱۳۹۶.