

مجموعه کتاب‌های کسب و کارهای خانگی و زودبازده تک ایده

جلد یازدهم

روغن‌های اسانسی:

ویژگی‌ها، کاربردها، روش‌های استخراج و فرآورده‌های جانبی

ویرایش اول

تالیف:

حسن گلدوز

حسن بسطامی

مرکز انتشارات

جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان

واحد صنعتی اصفهان

سرشناسه	: گلدوز، حسن، ۱۳۴۹-
عنوان و نام پدیدآور	: روغن‌های اسانسی: ویژگی‌ها، کاربردها، روش‌های استخراج و فرآورده‌های جانبی/ تالیف حسن گلدوز، حسن بسطامی.
مشخصات نشر	: اصفهان، جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	: ۵۴۱
فروست	: مجموعه کتاب‌های کسب و کارهای خانگی زودبازده تک ایده؛ ج. ۱۱.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۵۹۰۰-۳۲-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
موضوع	: اسانس‌ها - - صنعت و تجارت
موضوع	: Essences and essential oils industry
موضوع	: اسانس‌ها - - تجزیه و آزمایش
موضوع	: Essences and essential oils -- Analysis
شناسه افزوده	: بسطامی، حسن، ۱۳۶۲ خرداد-
شناسه افزوده	: جهاددانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان. مرکز انتشارات
رده‌بندی کنگره	: TP ۹۵۸
رده‌بندی دیویی	: ۶۶۱/۸۰۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۱۰۲۵۷۷

نام کتاب	: **روغن‌های اسانسی: ویژگی‌ها، کاربردها، روش‌های استخراج و فرآورده‌های جانبی**	**مدیر تولید**	: **مهندس رضا زمانی‌زاده**
تألیف	: **حسن گلدوز – حسن بسطامی**	**کارشناس نشر**	: **زهر شاه محمدی**
ناشر	: **جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان ـ مرکز انتشارات**	**صفحه‌آرایی و طرح جلد**	: **زهره شاه‌محمدی**
نوبت چاپ	: **اول**		
تاریخ نشر	: **۱۴۰۲**		
شمارگان	: **۵۰۰ جلد**		
تعداد صفحات	: **۵۴۱**		
چاپ	: **کوثر**		
صحافی	: **کوثر**		

- صحت مطالب کتاب به عهده مؤلف بوده و ناشر مسئولیتی در این موضوع ندارد.
- حق چاپ برای ناشر محفوظ است، تکثیر این کتاب یا بخشی از آن به هر شکل، شرعاً و قانوناً ممنوع بوده و دارای پیگرد قانونی است.

- نشانی ناشر : اصفهان ـ دانشگاه‌صنعتی اصفهان ـ جهاددانشگاهی ـ مرکز انتشارات : ۰۳۱-۳۳۹۱۲۷۱۱

نشانی الکترونیکی : sec.iut@acecr.ac.ir درگاه : www.jdiut.ac.ir درگاه : www.isba.ir

سخن ناشر

به شکرانه‌ی تابش پرتوهای حیات‌بخش اسلام بر پهنه کره‌ی خاکی، خرسندیم؛ در دورانی به‌سرمی‌بریم که اندیشه اصلاح نه تنها عبث نیست؛ بلکه پیمودن راه‌های کمال و رشد در همه‌ی ابعاد انسانی هموارتر و شدنی‌تر می‌نماید. بر این اساس وظیفه آنان که در این دوره و در این سرزمین مقدس زندگی می‌کنند بس سنگین و دشوار است، به‌ویژه "دانشگاه و دانشگاهیان" در کنار "حوزه‌های مقدس علمیه" که جایگاهی حساس و تعیین‌کننده در روند حرکت اجتماع به سمت آرمان‌های اسلام و انقلاب دارند.

تلاش پی‌گیر و همه‌جانبه برای بریدن بندهای وابستگی، جهاد مقدسی است که باید از دانشگاه و حوزه آغاز گردد و نشر کتب علمی، کوششی است از سوی ما، در همین راستا و این کوشش زمانی پربارتر و اثربخش‌تر خواهد بود که اساتید، دانشگاهیان و اندیشمندان متعهد انتقادها و پیشنهادهای سازنده‌ی خود را با ما به اشتراک بگذارند.

اینک که **چاپ اول** این کتاب تقدیم دانشگاهیان ارجمند و مشتاق علم می‌گردد؛ جا دارد از تمامی عزیزانی که در آماده‌سازی و تدوین آن تلاش نموده‌اند تشکر و قدردانی به‌عمل آید.

مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی اصفهان

شیوه نرگس ببین، نزد بنفشه نشین سوسن رعنا گزین، زرد شقایق ببار

برگ درختان سبز در نظر هوشیار هر ورقش دفتریست معرفت کردگار

(سعدی)

پیشگفتار مولفین

سپاس فراوان ایزد یکتا را که فرصت و توانی به ما ارزانی داشت تا اثر پیش‌رو، با عنوان **"روغن‌های اسانسی: ویژگی‌ها، کاربردها، روش‌های استخراج و فرآورده‌های جانبی"** که جلد یازدهم از مجموعه کتاب‌های کسب‌وکارهای خانگی و زودبازده تک ایده است، را تقدیم هموطنان گرامی کنیم.

سرزمین ایران کشوری ممتاز از نظر غنای گیاهی بوده و دارای ۱۱ اقلیم از ۱۳ اقلیم شناخته شده در جهان است. شمار گونه‌های گیاهی ایران در حدود ۸ هزار گونه برآورد شده است که بیش از ۲۳۰۰ گونه از این گیاهان دارای خواص دارویی هستند و نکته شایان توجه اینکه از بین آن‌ها ۱۷۲۸ گونه‌ی گیاه دارویی، از گیاهان بومی ایران می‌باشند. خاستگاه بسیاری از گونه‌های مهم از جمله گل سرخ (گل محمدی)، زعفران و شیرین‌بیان ایران است و بخش عمده‌ای از تولید جهانی این گونه‌ها در ایران انجام می‌گیرد. پوشش گیاهی ایران و به‌ویژه تنوع گیاهان دارویی آن، یک ظرفیت قابل‌توجه در کشور ما محسوب می‌شود و می‌توان از این گیاهان دارویی، فرآورده‌های با ارزشی مانند روغن‌های اسانسی، عصاره‌ها و عرق‌های گیاهی به دست آورد که ارزش‌افزوده قابل‌توجهی دارد.

امروزه، روغن‌های اسانسی و عرق‌های گیاهی کاربردهای گسترده‌ای در زمینه‌های گوناگون مانند عطرها، مواد غذایی، شوینده‌ها، مواد آرایشی و بهداشتی، رایحه‌درمانی، داروسازی و ... دارند و اهمیت استفاده از آن‌ها در ارتقای سطح زندگی، تغذیه، بهداشت و تندرستی بر کسی پوشیده نیست. کارگاه‌ها و واحدهای صنعتی کوچک و بزرگ بسیاری در سراسر کشور در زمینه تولید اسانس‌ها، عصاره‌ها، گلاب و عرقیات گیاهی فعال هستند و فرآورده‌های تولید شده توسط آن‌ها در سراسر کشور پخش شده و یا حتی به خارج از کشور صادر می‌شوند. با آشکار شدن ویژگی‌های دل‌چسب اسانس‌های طبیعی، تقاضا برای انواع آن ها روز به روز بیشتر می‌شود. از این رو تشکیل و راه‌اندازی کارگاه‌ها و یا واحدهای صنعتی

کوچک برای تولید انواع اسانس‌های طبیعی، با کیفیت و قیمت مناسب می‌تواند ایده‌ی بسیار مناسبی برای ایجاد یک کسب‌وکار زود بازده باشد. برای تولید روغن‌های اسانسی و عصاره های گیاهی با کیفیت، یکی از کلیدی‌ترین موارد شیوه استخراج مناسب می‌باشد. افزون بر شیوه مناسب استخراج، مواردی چون انتخاب گونه گیاهی مناسب، پیش فرآوری مواد گیاهی، آنالیز و اعتباربخشی روغن‌های اسانسی استخراج شده، نگهداری و انبارداری این روغن‌ها و .... نیز از اهمیت زیادی برخوردارند. اگر یک تولیدکننده روغن اسانسی اطلاعات تخصصی لازم در مورد شیوه استخراج مناسب، دستگاه‌ها و ابزار مناسب برای استخراج و شیوه کار با آن‌ها، جزئیات فرآیند استخراج و دیگر اطلاعات فنی لازم در این زمینه را نداشته باشد بدون شک در تولید محصول خود دچار چالش‌های فراوانی خواهد شد.

کتاب پیش رو، به‌منظور ارائه دانش پایه‌ای و آموزش‌های فنی کاربردی به علاقه‌مندان و تولیدکنندگان روغن‌های اسانسی و عصاره‌های گیاهی در ۹ فصل تهیه شده است. فصل اول درباره آشنایی کلی و تاریخچه کوتاهی از روغن‌های اسانسی است. در فصل‌های دوم و سوم کتاب نیز به ترتیب کلیات شیمی آلی، که برای درک شیمی روغن‌های اسانسی بایسته است، و شیمی روغن های اسانسی بررسی می‌شود. فصل چهارم ویژگی‌ها و کاربردهای کلی روغن‌های اسانسی را معرفی می‌کند. در فصل پنجم کتاب، انواع روش‌های استخراج روغن‌های اسانسی شامل روش‌های فراگیر و همچنین روش‌های نوین استخراج بررسی می‌شود. در فصل ششم ویژگی‌ها، کاربردها و روش‌های استخراج روغن اسانسی از ۲۰ ماده گیاهی تجاری مهم شرح داده شده است. در فصل هفتم انواع بدافزایی‌ها در روغن‌های اسانسی و شیوه شناسایی روغن‌های بدافزایی شده بررسی می شود. فصل هشتم به موضوع کنترل کیفی و روش‌های آنالیز روغن‌های اسانسی می‌پردازد و سرانجام در فصل نهم نیز ویژگی‌ها، خواص و تهیه عرق‌های گیاهی، که فرآورده جانبی مهم روغن‌های اسانسی هستند، توضیح داده شده است.

امید است که کتاب فرارو که به همراه بسته آموزش تصویری همراه آن عرضه می‌شود، بتواند نیازهای علمی و آموزشی تلاشگران در حوزه تولید روغن‌های اسانسی را به شیوه‌ی کاربردی برآورده سازد.

حسن گل‌دوز- حسن بسطامی

تابستان ۱۴۰۱

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: تاریخچه کوتاهی از روغن‌های اسانسی ۱
فصل دوم: شیمی آلی ۷
۲-۱- مقدمه ۷
۲-۲- هیدروکربن‌ها ۹
۲-۲-۱- هیدروکربن‌های آلیفاتیک ۱۰
۲-۲-۲- هیدروکربن‌های حلقوی ۱۳
۲-۳- گروه‌های عاملی ۱۶
۲-۴- ایزومری ۲۲
فصل سوم: شیمی روغن‌های اسانسی ۲۹
۳-۱- مقدمه ۲۹
۳-۲- ترپن‌ها ۳۰
۳-۳- ترکیب‌های (هیدروکربن‌های) اکسیژن‌دار ۴۴
۳-۴- فرآورده جانبی تولید روغن اسانسی: عرق گیاهی یا هیدرولات ۷۵
فصل چهارم: ویژگی‌های و کاربردهای کلی روغن‌ها اسانسی ۷۷
۴-۱- مقدمه ۷۷
۴-۲- ویژگی‌های کلی روغن‌های اسانسی ۸۱
۴-۳- دسته‌بندی گیاهشناسی برای روغن‌های اسانسی ۸۲
۴-۴- کنشگری و کاربردهای روغن‌های اسانسی ۸۴
۴-۵- هم‌افزایی و فرونشانی: خواص ویژه روغن‌های اسانسی ۹۴
۴-۶- نقش روغن‌های اسانسی در سلامتی و تناسب اندام ۹۸
۴-۷- ریسک‌ها و خطرات روغن‌های اسانسی ۹۹
فصل پنجم: روش‌های استخراج روغن‌های اسانسی از گیاهان و ادویه‌ها ۱۰۱
۵-۱- مقدمه ۱۰۱
۵-۲- روش‌های فراگیر استخراج ۱۰۵

عنوان	صفحه

۵-۳- روش‌های استخراج نوپدید ۱۳۰
فصل ششم: گیاهان دارای روغن‌های اسانسی با ارزش تجاری ۱۵۱
۶-۱- مقدمه ۱۵۱
۶-۲- گیاهان روغن اسانسی: گیاه‌شناسی، روش‌های استخراج، ویژگی‌ها و کاربردها ۱۵۲
فصل هفتم: کنترل کیفیت و شناسایی بدافزایی در روغن‌های اسانسی ۳۵۵
۷-۱- کنترل کیفیت ۳۵۵
۷-۲- بدافزایی‌ها در روغن‌های اسانسی و روش‌های آشکارسازی آن‌ها ۳۶۴
۷-۳- روش‌های شناسایی بد افزایی‌ها ۳۹۶
۷-۴- روش‌های آنالیزی برای شناسایی بدافزایی در روغن‌های اسانسی ۴۰۱
۷-۵- نشانگرهای سنتزی برای آشکارسازی بدافزایی ۴۰۹
۷-۶- روغن‌های اسانسی مهم و بدافزایی‌های احتمالی در آن‌ها ۴۲۱
فصل هشتم: تکنیک‌های آنالیزی برای واکاوی روغن‌های اسانسی ۴۵۷
۸-۱- مقدمه ۴۵۷
۸-۲- انواع تکنیک‌های دستگاهی و روش‌های فیزیکی برای آنالیز روغن‌های اسانسی ۴۵۹
فصل نهم: عرق‌های گیاهی: فرآورده‌های جانبی روغن‌های اسانسی ۴۹۹
۹-۱- مقدمه ۴۹۹
۹-۲- واژگان تخصصی و نامگذاری ۵۰۰
۹-۳- گیاهان مورد استفاده و فرآوری آن‌ها پیش از عرق‌گیری ۵۰۲
۹-۴- تهیه عرق‌های گیاهی ۵۰۳
۹-۵- بازده تولید عرق‌های گیاهی ۵۰۷
۹-۶- تهیه عرق گل سرخ: گلاب ۵۰۸
۹-۷- ترکیب‌بندی عرق‌های گیاهی ۵۱۲
۹-۸- روغن موجود در عرق گیاهی: روغن بازیابی شده ۵۱۳
۹-۹- مواد موجود در عرق‌های گیاهی ۵۱۵
۹-۱۰- جنبه‌های فیزیکی عرق‌های گیاهی ۵۱۷
۹-۱۱- آنالیز عرق‌های گیاهی ۵۱۸

عنوان **صفحه**

۹-۱۲- مزیت‌ها و کاربردهای عرق‌های گیاهی ۵۱۹
۹-۱۳- روش‌ها و نحوه مصرف ۵۲۰
۹-۱۴- ارزش دارویی عرق‌های گیاهی ۵۲۱
۹-۱۵- خواص دارویی شماری از عرق‌های گیاهی ۵۲۳
منابع ۵۲۹

فصل اول

تاریخچه کوتاهی از روغن‌های اسانسی



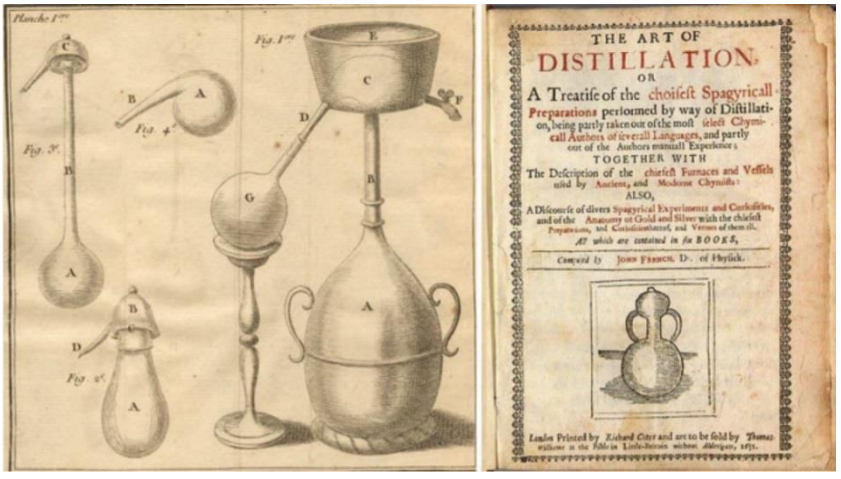
گرایش به گیاهان معطر و دارویی، از برای افزایش تقاضا و همچنین علاقه مصرف‌کنندگان به این گیاهان به منظور کاربردهای دارویی، غذایی (آشپزی) و انسان آورد[1] (وابسته به برخورد و تماس بشر با طبیعت) به‌طور پیوسته‌ای در حال رشد است. گیاهان معطر از دیرباز به‌عنوان طعم‌دهنده‌های غذایی، مواد اولیه در تهیه عطرها و فرآورده‌های آرایشی و همچنین برای کاربردهای درمانی در طب سنتی به کار رفته‌اند. استفاده از عطرها، رایحه‌ها و عصاره‌های گیاهی دارویی به دست آمده از منابع طبیعی به تمدن‌های باستانی بازمی‌گردد. در دوران فراعنه مصر، عطرها نقش مهمی در کاربردهای تغذیه‌ای، زیبایی‌شناختی و معنوی بازی کرده‌اند. در باند[2] (نوار زخم‌بندی) مومیایی‌های کشف شده در مصر ترکیب‌های معطر ویژه‌ای یافت شد که بررسی آن‌ها نشان داد این مواد معطر در بر دارنده سسکویی‌ترپن‌ها[3] هستند. سسکویی‌ترپن‌ها در عصاره شماری از گیاهان بویا چون عصاره گیاه کندر[4] که به‌طور گسترده برای مراسم مذهبی استفاده

---

1. Anthropogenic
2. Bandage
3. Sesquiterpenes
4. Olibanum

می‌شود، وجود دارند. گیاهان و صمغ‌های خوشبوی طبیعی (مانند کندر، مُر[1]، باریچه[2]) که برای اهداف پزشکی در روغن‌های گیاهی و یا در آب خیسانده می‌شوند، به‌طور گسترده در هند، ایران و مصر خریدوفروش می‌شدند. یونانی‌ها و رومی‌ها نیز سهم خود را در ایجاد اصول تقطیر مانند اختراع آمبیکس[3] انجام داده‌اند. آمبیکس دستگاهی بود که می‌توانست هم برای استخراج و هم برای تقطیر به کار رود. آن‌ها همچنین از طریق سوزاندن شاخه‌های اسطوخودوس، یک روش دود دهی[4] (تدخین، ضدعفونی‌سازی با دود) ساده برای ضدعفونی کردن اتاق‌های بیماران و همچنین پیشگیری از طاعون پیدا کردند که در شمال اروپا نیز استفاده می‌شد.

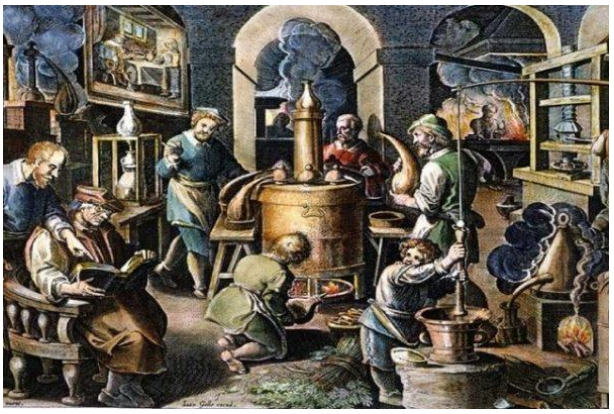
تمدن اسلامی نیز تجارت ادویه و تکنیک‌های تقطیر و استخراج را به شدت گسترش داد. دو دانشمندان ایرانی در آن دوره، جابر[5] (۷۱۲-۸۱۵) و ابن‌سینا[6] (۹۳۰-۱۰۳۷) به ترتیب انبیق (آلمبیک)[7]، تقطیر و سردکن[8] (مبرّد) را اختراع کردند که بعدها این نوآوری آن‌ها در کشورهای اروپایی هم گسترش یافت (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱-۱- دستگاه انبیق برای تقطیر گل سرخ و تولید گلاب: مک‌کوئر ۱۷۵۶ میلادی[9] (چپ)، فرانس ۱۶۵۱ میلادی[10] (راست).

1. Myrrh
2. Galbanum
3. Ambix
4. Fumigation
5. Geber
6. Avicenne
7. Alembic
8. Refrigerant
9. Macquer 1756
10. French 1651

پس از تهیه اولیه آب مقطر در قرون‌وسطی، استفاده از روغن‌های اسانسی گیاهان معطر ویژه‌ای مانند میخک و جوز هندی در کاربردهای گوناگون در دوره رنسانس تجربه شده است. اولین روش ثبت شده استخراج روغن‌های اسانسی توسط پزشک و شیمیدان اندولسی (ناحیه‌ای در جنوب اسپانیا)، ابن البیتار[1] در قرن سیزدهم نوشته شده است.



شکل ۱-۲- نمایی از یک کارگاه تقطیر در دوران قدیم.

اختراع فلاسک فلورانسی[2] (فلاسک فلورنتین) توسط جیووانی باتیستا دلا پورتا[3] (۱۵۳۳-۱۶۱۵)، جداسازی روغن‌های اسانسی و آب را پس از فرآیند استخراج یا تقطیر آسان‌تر کرد. از آن زمان به بعد، صنعت عطرسازی موفقیت‌ها و پیشرفت‌های زیادی را شاهد بوده است. این صنعت، محبوبیت رایحه‌های چرمی[4] را در قرن شانزدهم، تولید روغن ترنج و روغن نرولی[5] را در قرن هفدهم، گسترش و توسعه اولین عطرهای سنتزی (مصنوعی) و رایحه‌های سرخس گونه[6] را در قرن نوزدهم، عطر سازان تحسین شده و عطرهای معروف را در قرن بیستم تجربه کرده است.

✓ عطرهای چرمی یا گروه بویایی چرمی، یادآور بوی چرم هستند. این رایحه‌ها معمولاً از نُت‌های توتون، چوب و چرم تشکیل شده و در اساس پایه‌ای برای عطرهای مردانه هستند.

1. Ibn al-Baitar
2. Florentine flask
3. Giovanni Battista Della Porta
4. Leather fragrances
5. Neroli
6. Fern fragrances

روغن‌های اسانسی نام خود را به دلیل ویژگی‌های قابل اشتعال خود گرفته‌اند. استفاده از واژه "روغن اسانسی (EOs) [۱]" به قرن شانزدهم برمی‌گردد. این واژه از روی داروی کوئینتا اسنشیا، Quinta Essentia که توسط پاراسلسوس فون هوهنهایم[۲] سوئیسی نامگذاری شده بود، گرفته شده است[۳]. روغن‌های اسانسی (EOs) از جمله دگر گوهره‌های (متابولیت‌های) ثانوی تولید شده توسط گیاهان و در واقع از اجزای تشکیل‌دهنده حدود ۳۰۰۰۰ گونه گیاهی هستند که در نقاط گوناگون جهان پراکنده شده‌اند. به بیان دیگر، روغن‌های اسانسی[۴] گروهی از ترکیب‌های معطر فرّار هستند که توسط گونه‌های گیاهی گوناگون ساخته می‌شوند. روغن‌های اسانسی در گیاهان به‌عنوان سیگنال‌های شیمیایی عمل می‌کنند و به گیاه اجازه می‌دهند محیط خود را با روش‌هایی مانند دفع شکارچیان، جذب حشرات برای گرده‌افشانی، مهار جوانه‌زنی بذر و برقراری ارتباط بین گیاهان گوناگون کنترل و تنظیم کند (نقش اکولوژیکی). روغن‌های اسانسی در قسمت‌های گوناگون گیاهان بویا مانند گل‌ها (گل میخک، بهارنارنج، اسطوخودوس، جوانه گل درخت میخک و برگچه زیر گل (براکت) در ایلانگ ایلانگ)، برگ‌ها (نعناع، اکالیپتوس، برگ بو، آویشن، مریم‌گلی، مرزه، سوزن کاج)، ساقه‌های زیرزمینی یا ریزوم‌ها (اقارون چمنی[۵] و زنجبیل)، ریشه‌ها (گیاه خس‌خس[۶] یا وتیور)، دانه‌ها (گشنیز، زیره سیاه)، میوه‌ها (انیسون، رازیانه و پوست مرکبات)، چوب و پوست درخت (چوب صندل، دارچین و چوب رز) وجود دارند.

روغن‌های اسانسی در دمای اتاق فرّار هستند و به روش‌های گوناگون از مواد گیاهی برون آوری (استخراج) می‌شوند. بررسی‌های پژوهشی و علمی فراوان در نقاط گوناگون دنیا نشان داده‌اند که کنش‌های زیستی و دارویی پرشماری مانند کنش‌های ضدمیکروبی، ضد قارچی، حشره‌کشی، ضد سرطانی، ضد جهش‌زایی[۷]، ضدویروسی، ضد دیابت، ضد اکسیدکنندگی[۸] و ضدالتهابی را می‌توان برای روغن‌های اسانسی در نظر گرفت؛ بنابراین، روغن‌های اسانسی از برای داشتن خواص سودمند فراوان، هم از دیدگاه علمی و هم از دیدگاه صنعتی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند.

1. Essential oils (EOs)
2. Paracelsus von Hohenheim
3. Brenner 1993
4. Essential oils (EOs)
5. Sweet flag
6. Vetiver
7. Antimutagenesis
8. Antioxidant

بررسی گستره‌ی فرآورده‌های تولیدکنندگان و فروشندگان روغن‌های اسانسی نشان می‌دهد که تنها ۲۵۰ — ۳۰۰ روغن اسانسی در مقادیر گوناگون در بازار عرضه می‌شود که از میان آن‌ها ۱۵۰ روغن اسانسی می‌توانند بر اساس قیمت و مقدار تولید شده، در دسته روغن‌های مهم قرار بگیرند. در واقع، تنها شمار اندکی از روغن‌های اسانسی در زمینه‌های گوناگون مانند صنایع دارویی، فرآورده های بهداشتی-آرایشی، رایحه‌درمانی[1]، تغذیه حیوانات و .... به کار برده می‌شوند.

روی‌هم‌رفته، ۵۰٪ مواد خام برای تولید روغن‌های اسانسی از منابع کشتکاری نشده (بیابانی، خودرو یا وحشی) و حدود ۵۰٪ دیگر از منابع کشاورزی (کشتکاری شده) به دست می‌آیند. مصرف روغن‌های اسانسی در سرتاسر جهان بسیار زیاد است. مصرف‌کنندگان، همچنان که به‌طور فزاینده‌ای در مورد موضوعاتی چون سلامت، مواد غذایی و تغذیه آگاه می‌شوند، در مورد توانش (پتانسیل) و سودمندی‌های گیاهان دارویی و دگرگوهره‌های[2] (متابولیت‌های) آن‌ها نیز آگاهی به دست می‌آورند. داده‌های منتشر شده در سال ۲۰۰۹ میلادی نشان می‌دهد که میزان تولید و مصرف روغن‌های اسانسی بیش از ۱۲۰۰۰۰ تُن بوده است. ارزش روغن‌های اسانسی خریدوفروش شده در سرتاسر جهان در سال ۲۰۱۷ میلادی بیشتر از ۱۷ میلیارد دلار برآورد شده است و پیش‌بینی می‌شود که این مقدار در سال ۲۰۲۲ میلادی به بیش از ۲۷ میلیارد دلار برسد که این موضوع توجه بسیاری از کنشگران اقتصادی را به خود جلب کرده است. امروزه (قرن بیست و یکم)، گسترش همه‌جانبه استفاده از روغن‌های اسانسی در زمینه‌های گوناگون مانند عطرسازی، لوازم‌آرایشی و بهداشتی، مواد غذایی دارویی و خانگی و تأثیر فزاینده آن‌ها بر رایحه‌درمانی، روان‌درمانی و فیزیوتراپی را شاهد هستیم[3].

1. Aromatherapy
2. Metabolites
3. Smadja 2009

فصل دوم

شیمی آلی



۲-۱- مقدمه

شیمی آلی[1]، ترکیب‌های کربن را مورد بررسی قرار می‌دهد. ایده‌های اولیه درباره ترکیب-های آلی بر پایه این باور بود که ترکیب‌های آلی همگی ترکیب‌هایی طبیعی هستند که از منابع گیاهی یا حیوانی به دست می‌آیند و تنها می‌توانند از راه «نیروهای حیاتی» ذاتی موجود در سلول‌های زنده به وجود آیند. اما، در پرتو روش‌های سنتزی مدرن آزمایشگاهی روشن شد که این باور واقعیت ندارد. امروزه، شیمی آلی به صورت، شیمی ترکیب‌های کربن که با پیوندهای کوالانسی به هم پیوند شده‌اند، تعریف می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیب‌های شناخته شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای[2] بیشتر است. شمار ترکیب‌های آلی بسیار بیشتر از ترکیب‌های معدنی است اما نکته جالب اینجا است که خود ترکیب‌های آلی از شمار بسیار کمی از عناصر تشکیل شده‌اند. تمام ترکیب‌های آلی دارای کربن

---

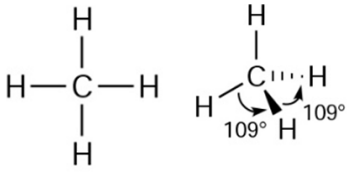
1. Organic Chemistry
2. Periodic table

بوده و بیشتر آن‌ها دارای هیدروژن هستند. افزون بر آن‌ها، عنصرهایی مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و فسفر نیز در بسیاری از ترکیب‌های آلی یافت می‌شوند. در شماری از ترکیب‌های آلی، اتم‌های هالوژن یعنی فلوئور، کلر، برم و ید نیز وجود دارند.

پیوند بین اتم‌ها در ترکیب‌های آلی از نوع کووالانسی ناقطبی و یا با قطبیت کم می‌باشد، از این رو بسیاری از ترکیبات آلی اغلب ناقطبی هستند و در نتیجه در آب حل نشده و یا حلالیت کمی دارند. بیشتر ترکیب‌های آلی جامدهایی با نقطه ذوب پائین و یا مایع‌ها یا گازهایی نامحلول در آب هستند که می‌توانند در حلال‌های ناقطبی مانند اتر، بنزن و هیدروکربن‌ها حل شوند. آن‌ها جریان برق را ازخود عبور نمی‌دهند.



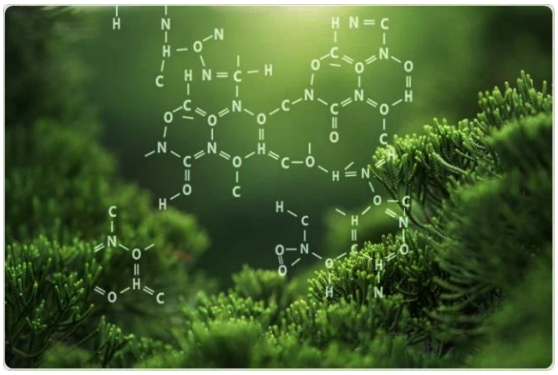
اتم کربن دارای چهار الکترون در لایه ظرفیت است و برای رسیدن به آرایش هشتایی، چهار (۴) پیوند یگانه اشتراکی ایجاد می‌کند که به سمت گوشه‌های یک چهار وجهی منتظم (یک هرم با قاعده مثلثی) جهت‌گیری می‌کنند (شکل ۲-۱).



نمایش دو بعدی نمایش سه بعدی

شکل ۲-۱- ساختار مولکول متان (CH_4).

✓ شیمی روغن‌های اسانسی[1] بخشی از شیمی آلی است که گستره بزرگی از ترکیب‌ها را پوشش می‌دهد.



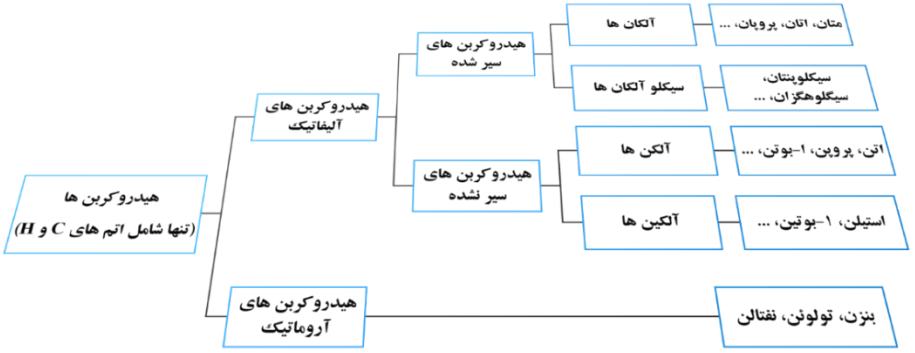
مواد آلی به طور کلی به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند که در ادامه هر یک از این دسته‌های ترکیب‌های آلی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- هیدروکربن‌ها: مانند متان، اتان، پروپان و ....
- ترکیب‌های اکسیژن‌دار: مانند الکل‌ها، فنول‌ها، آلدهیدها، کتون‌ها، اسیدها و استرها
- ترکیب‌های نیتروژن‌دار: مانند آمین‌ها، آمیدها، نیتریل‌ها و ....

۲-۲- هیدروکربن‌ها

هیدروکربن‌ها ترکیب‌هایی هستند که تنها شامل کربن و هیدروژن بوده و فرمول کلی آن‌ها C_xH_y است. هیدروکربن‌ها به‌طور کلی به دودسته آلیفاتیک و آروماتیک دسته‌بندی می‌شوند. خود هیدروکربن‌های آلیفاتیک نیز به آلکان‌ها، سیکلوآلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها دسته‌بندی می‌شوند. در شکل ۲-۲ دسته‌بندی کلی هیدروکربن‌ها نشان داده شده است.

1. Essential oil

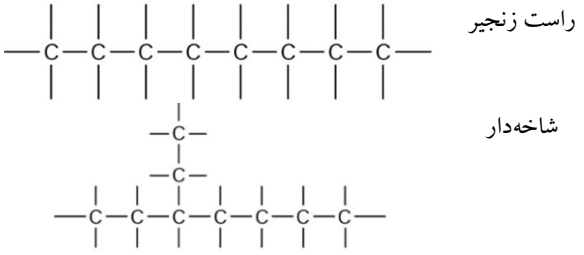


شکل ۲-۲- دسته‌بندی هیدروکربن‌ها.

۲-۲-۱- هیدروکربن‌های آلیفاتیک

(آ) آلکان‌ها

آلکان‌ها یا هیدروکربن‌های سیرشده خطی دارای فرمول کلی C_nH_{2n+2} بوده و در آن‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم کناری خود (H و یا C و یا هر دو) پیوند شده است. از آن جا که هراتم کربن، حداکثر می‌تواند با ۴ اتم دیگر پیوند برقرار کند، به آلکان‌ها، هیدروکربن‌های سیر شده می‌گویند. آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی هستند که تمایل چندانی برای انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند، به همین خاطر به آن‌ها پارافین (یعنی بی‌میل) هم گفته می شود. اتم‌های کربن در ساختار آلکان‌ها می‌توانند پشت سرهم همانند یک زنجیر به هم پیوند شده باشند و یا برخی از آن‌ها به شکل شاخه‌ی جانبی به زنجیر اصلی پیوند شوند. در آلکان‌های راست زنجیر هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است. در آلکان‌های شاخه‌دار، برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند شده‌اند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- نمایش استخوان‌بندی آلکان‌های راست زنجیر و شاخه‌دار.

در جدول ۲-۱ فرمول و نام شماری از آلکان‌های راست زنجیر آمده است.

جدول ۲-۱- فرمول و نام شماری از آلکان‌ها.

فرمول	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان

- **خواص فیزیکی و شیمیایی آلکان‌ها**

در آلکان‌ها، پیوندهای $C-C$ و $C-H$ ناقطبی بوده و از این رو مولکول‌های آلکان ناقطبی هستند و گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر است. نیروی بین مولکول‌های آلکان‌ها، نیروهای بین مولکولی ضعیف (واندروالسی) است. آلکان‌ها به دلیل ناقطبی بودن در آب (که قطبی است) نامحلول هستند. شمار اتم‌های کربن در هیدروکربن‌ها از جمله آلکان‌ها تاثیر زیادی روی ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها دارد. با افزایش شمار کربن‌ها اندازه مولکول بزرگ‌تر و جرم مولکولی آن‌ها بیشتر می‌شود و با زیادشدن جرم مولکولی، قدرت نیروهای بین مولکولی نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه، با افزایش شمار کربن‌ها، جاذبه‌ها بیشتر شده و دمای جوش افزایش می‌یابد. همچنین، گرانروی (مقاومت در برابر جاری‌شدن) آلکان‌ها نیز با بیشتر شدن شمار اتم‌های کربن افزایش می‌یابد. از لحاظ شیمیایی نیز از آنجایی که در آلکان‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به اتم‌های دیگر پیوند شده است، آلکان‌ها اصطلاحا **سیر شده** بوده و تمایل چندانی برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی از خود نشان نمی‌دهند و فقط در واکنش‌های سوختن و واکنش جانشینی هیدروژن‌های خود با هالوژن‌ها در مجاورت نور شرکت می‌کنند.

اگر از ساختار آلکان (C_nH_{2n+2}) یک اتم H برداشته شود، گروه آلکیل با فرمول عمومی C_nH_{2n+1} به دست می‌آید. برای نامگذاری آلکیل‌ها از نام آلکان مربوطه پسوند "آن" را برداشته و به جای آن پسوند "ایل" قرار می‌گیرد. در جدول ۲. نام و فرمول شیمیایی شماری از گروه‌های آلکیل آمده است.

$$CH_4 \xrightarrow{-H} -CH_3$$

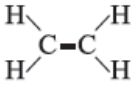
متان متیل

جدول ۲-۲- نام و فرمول شیمیایی شماری از آلکان‌ها و گروه‌های آلکیل وابسته به آن‌ها.

نام آلکان	متان	اتان	پروپان	بوتان
فرمول مولکولی آلکان: C_nH_{2n+2}	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}
نام آلکیل	متیل	اتیل	پروپیل	بوتیل
فرمول مولکولی آلکیل	$-CH_3$	$-C_2H_5$	$-C_3H_7$	$-C_4H_9$
ساختار نیمه گسترده آلکیل	$-CH_3$	$-CH_2-CH_3$	$-CH_2-CH_2-CH_3$	$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

(ب) آلکن‌ها

آلکن‌ها، هیدروکربن‌های سیرنشده خطی با فرمول کلی C_nH_{2n} بوده و تعداد کل پیوندها در آن‌ها برابر با **3n** می‌باشد ($n \geq ۲$). آلکن‌ها دست کم دارای یک پیوند دوگانه‌ی کربن–کربن ($C = C$) هستند و چون به این دو اتم کربنِ پیوند شده با بند دوگانه، فقط سه اتم دیگر متصل است (به جای چهار اتم) به آن‌ها سیر نشده می‌گویند.



- اتن (اتیلن C_2H_4) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده‌ی آلکن‌ها است.

به دلیل سیر نشدگی و وجود پیوند دوگانه، این دو اتم کربن ($C = C$) تمایل دارند هرکدام به یک اتم دیگر متصل شوند. از این رو، واکنش‌پذیری آلکن‌ها از آلکان‌ها بیشتر است.

- گاز اتن می‌تواند موجب رسیدن سریع‌تر میوه‌های نارس شود. به همین دلیل در کشاورزی از گاز اتن به عنوان عمل آورنده استفاده می‌شود.

- **واکنش‌پذیری آلکن‌ها**

آلکن‌ها به علت وجود پیوند دوگانه سیر نشده بوده و در مقایسه با آلکان‌ها واکنش‌پذیری بیشتری دارند و در واکنش‌های شیمیایی گوناگونی (واکنش‌های افزایشی) شرکت می‌کنند. در واکنش آلکن‌ها با آب، هیدروژن، هالوژن و هیدروژن هالید، پیوند دوگانه به یگانه تبدیل می‌شود. مانند:

1) $CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_2(H) - CH_2(OH)$

2) $CH_2 = CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2(Br) - CH_2(Br)$

(پ) آلکین‌ها

آلکین‌ها دارای فرمول کلی C_nH_{2n-2} بوده و تعداد کل پیوندها در آن‌ها برابر با 3n-1 می‌باشد $(n \geq ۲)$ و دست کم بین دو کربن در آلکین‌ها یک پیوند سه گانه کربن – کربن $(C \equiv C)$ وجود دارد.

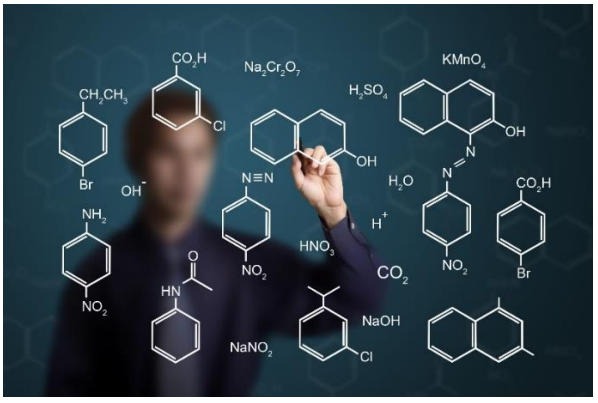
چون به دو اتم کربن پیوند شده با بند سه گانه، فقط دو اتم دیگر متصل است (به جای ۴ اتم) به آن‌ها سیرنشده می‌گویند.

- ✓ اتین (استیلن C_2H_2) ساده‌ترین و نخستین و عضو خانواده آلکین‌ها هستند.
- ✓ به دلیل سیر نشدگی و وجود پیوند سه گانه و این که این دو اتم کربن $(C \equiv C)$ تمایل دارند هر کدام به دو اتم دیگر پیوند شوند، واکنش‌پذیری آلکین‌ها از آلکن‌ها هم بیشتر است.

واکنش پذیری: آلکان‌ها > آلکن‌ها > آلکین‌ها

- ✓ اتین و پروپین واکنش‌پذیری زیادی داشته و با مواد شیمیایی گوناگون واکنش می‌دهند.

۲-۲-۲- هیدروکربن‌های حلقوی

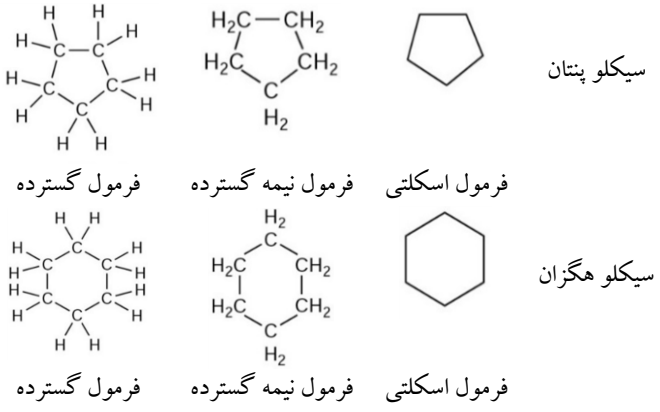


هیدروکربن‌های حلقوی، هیدروکربن‌هایی هستندکه در آن‌ها از به هم پیوستن اتم‌های کربن، ساختاری به شکل حلقه بوجود می‌آید. دو زیر مجموعه مهم هیدروکربن‌های حلقوی عبارتند از : ۱- سیکلوآلکان‌ها ۲- هیدروکربن‌های آروماتیک.

(آ) سیکلو آلکان‌ها

دسته‌ای از هیدروکربن‌های سیر شده هستند که در آن‌ها مانند آلکان‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر پیوند شده است اما دارای ساختار حلقوی می‌باشند و فرمول عمومی آن‌ها (مانند آلکن‌ها) به صورت C_nH_{2n} است ($n \geq 3$).

در شکل ۲-۴ ساختار شماری از ترکیب‌های سیکلو آلکان نشان داده شده است.

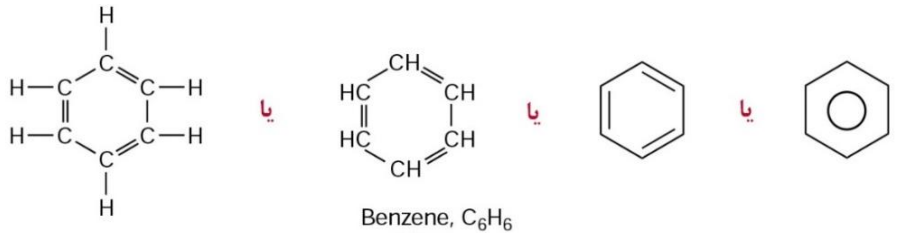


شکل ۲-۴- نام، فرمول و ساختار شیمیایی شماری از ترکیب‌های سیکلو آلکان.

(ب) هیدروکربن‌های آروماتیک

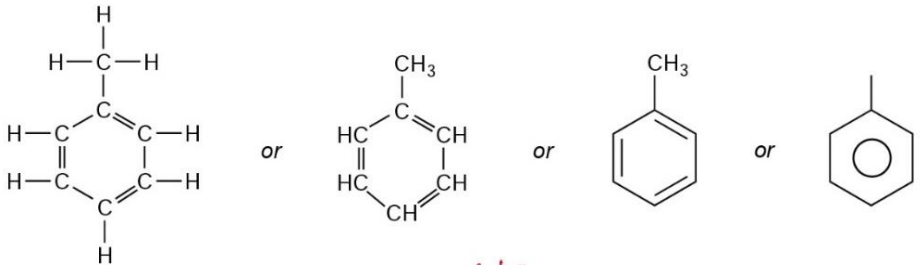
هیدروکربن‌های آروماتیک دسته‌ای از هیدروکربن‌های سیرنشده هستند که ساختار حلقوی دارند. بنزن سرگروه خانواده‌ی آروماتیک‌ها است و فرمول مولکولی آن C_6H_6 بوده و فرمول ساختاری آن در شکل ۲-۵ نمایش داده شده است. بنزن دارای ۳ پیوند دوگانه است و می‌تواند با ۳ مول گاز هیدروژن، به سیکلوهگزان تبدیل شود. به‌طور کلی اگر در ساختار ماده‌ای حداقل یک حلقه‌ی بنزنی وجود داشته باشد، آن ماده جزء خانواده‌ی آروماتیک (ترکیب‌های معطر)

خواهد بود. ترکیب‌های آروماتیک سیر نشده هستند زیرا همه‌ی اتم‌های کربن حداکثر، به چهار اتم دیگر متصل نیستند.

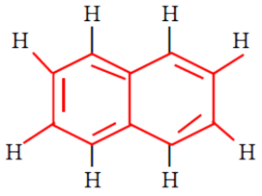


شکل ۲-۵- ساختار مولکول بنزن

نفتالن و تولوئن نمونه‌های دیگری از ترکیب‌های آروماتیک هستند. تولوئن با فرمول مولکولی C_7H_8 یک حلال آلی است که کاربردهای زیادی در صنایع شیمیایی و در آزمایشگاه ها دارد (شکل ۲-۶). فرمول مولکولی نفتالن نیز $C_{10}H_8$ می‌باشد و از آن به عنوان ضد بید برای نگهداری فرش و لباس استفاده می‌شده است (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۶- ساختار مولکول تولوئن

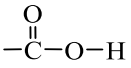
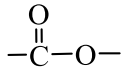
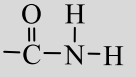


شکل ۲-۷- ساختار مولکولی نفتالن

۲-۳- گروه‌های عاملی[1]

به آرایش منظمی از اتم‌ها که به مولکول‌های آلی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشند، گروه عاملی گفته می‌شود. وجود گروه عاملی یکسان در مولکول‌های گوناگون سبب می‌شود که آن‌ها بتوانند در واکنش شیمیایی یکسانی شرکت کنند و حتی شماری از ویژگی‌های فیزیکی همانند در مولکول‌ها نیز از برای وجود گروه‌های عاملی یکسان در آن‌ها است. نام و فرمول عمومی شماری از گروه‌های عاملی مهم در جدول ۳ آمده است. در ادامه شماری از گروه‌های عاملی مهم در شیمی آلی به کوتاهی بررسی می‌شوند.

جدول ۲-۳- نام و فرمول عمومی شماری از گروه‌های عاملی مهم.

فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	خانواده دارای گروه عاملی	فرمول عمومی
	کربونیل	کتون	$C_nH_{2n}O$
	آلدهیدی	آلدهید	
	هیدروکسیل	الکل	$C_nH_{2n+2}O$
	اتری	اتر	
	کربوکسیل	کربوکسیلیک اسید	$C_nH_{2n}O_2$
	استری	استر	
	آمیدی	آمید (نوع اول)	$C_nH_{2n+1}NO$
$R-NH_2$	آمینی	آمین (نوع اول)	$C_nH_{2n+3}N$

(آ) الکل‌ها

الکل‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در آن‌ها اتم اکسیژن گروه OH- به یک اتم کربن با پیوند یگانه متصل است. به بیان دیگر الکل‌ها دارای گروه عاملی OH- هستند که با پیوند کووالانسی به اتم کربن متصل شده است. گروه عاملی در الکل‌ها، OH- ، هیدروکسیل نام دارد.

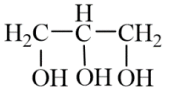
1. Functional groups

فرمول عمومی الکل‌ها R– OH یا $C_nH_{2n+2}O$ است (R یک زنجیر هیدروکربنی است). از ساده‌ترین الکل‌ها می‌توان از متانول و اتانول نام برد.

جدول ۲-۴- فرمول و نام چند الکل متداول.

فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	نام متداول	نام آیوپاک
CH_3OH	$CH_3 - OH$	متیل الکل	متانول
C_2H_5OH	$CH_3–CH_2–OH$	اتیل الکل	اتانول
C_3H_7OH	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	پروپیل الکل	۱- پروپانول
C_3H_7OH	$CH_3 - \underset{\underset{OH}{\vert}}{CH} - CH_3$	ایزوپروپیل الکل	۲- پروپانول

الکل‌ها می‌توانند چند عاملی نیز باشند، یعنی بیش از یک گروه هیدروکسیل(OH –) داشته باشند. گلیسیرین نمونه‌ای از الکل‌های چند عاملی است. در جدول ۴ نام و فرمول ساختاری شماری از الکل‌ها آمده است.



پروپان تری اُل (گلیسیرین)

(ب) اترها

اترها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در آن‌ها اتم اکسیژن به دو اتم کربن با بند یگانه کووالانسی پیوند شده است. این گروه عاملی، گروه اتری (-O-) نام دارد. به بیان دیگر اترها دارای گروه عاملی -O– می‌باشند. فرمول عمومی اترها R-O-R یا $C_nH_{2n+2}O$ است (R یک زنجیر هیدروکربنی است). از ساده‌ترین اترها می‌توان از دی‌متیل اتر و اتیل متیل اتر نام برد.

دی متیل اتر: $CH_3 – O – CH_3$, اتیل متیل اتر: $CH_3CH_2 – O – CH_3$

- مهم‌ترین ناهمسانی گروه هیدروکسیل و گروه اتری، وجود اتم هیدروژن پیوند شده به اکسیژن در گروه هیدروکسیل است.

- الکل‌ها واترها، هر دو دارای فرمول عمومی $C_nH_{2n+2}O$ بوده و از این رو الکل‌ها واترهایی که شمار کربن برابری دارند با هم ایزومرند. برای نمونه برای ترکیبی به فرمول C_2H_6O دو ساختار زیر را می‌توان رسم نمود.

دی متیل اتر: CH_3-O-CH_3 ، اتانول: CH_3CH_2-O-H

(پ) آلدهیدها و کتون‌ها

آلدهیدها و کتون‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که دارای گروه کربونیل می‌باشند. آرایش اتم‌های کربن و اکسیژن با پیوند دوگانه ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$) نشانه‌ی گروه عاملی کربونیل است که به آلدهیدها و کتون‌ها خواص ویژه‌ای می‌بخشد. اگر گروه کربونیل به یک اتم کربن متصل باشد ($-\underset{|}{\overset{|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$) آلدهید تولید می‌شود. مانند ترکیب پروپانال: $CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ و اگر گروه کربونیل به دو اتم کربن متصل باشد ($-\underset{|}{\overset{|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}-$) کتون تولید می‌شود مانند ترکیب ۲-پروپانون:

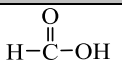
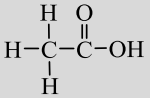
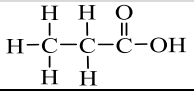
$$H_3C-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

(ت) کربوکسیلیک اسیدها

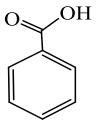
کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل (-COOH) دارند. اسیدهای یک عاملی دارای فرمول کلی $RCOOH$ و $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ فرمول عمومی $C_nH_{2n}O_2$ می‌باشند.

آشناترین عضو خانواده‌ی کربوکسیلیک اسیدها، اتانوییک اسید (استیک اسید) با فرمول CH_3COOH می‌باشد. در جدول ۲-۵ نام و ساختار شماری از کربوکسیلیک اسیدها آمده است.

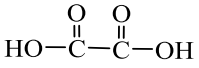
جدول ۲-۵- نام و ساختار شماری از کربوکسیلیک اسیدهای متداول.

نام متداول	نام آیوپاک اسید	فرمول اسید	ساختار اسید	نام آلکان هم کربن
فرمیک اسید	متانوئیک اسید	$HCOOH$		متان
استیک اسید	اتانوئیک اسید	CH_3COOH		اتان
–	پروپانوئیک اسید	CH_3CH_2HCOOH		پروپان

بنزوئیک اسید، که یک عضو خانواده‌ی کربوکسیلیک اسیدها است، در صنایع غذایی به عنوان نگهدارنده[1] استفاده می‌شود. فرمول مولکولی بنزوئیک اسید $C_7H_6O_2$ بوده و ساختار آن به صورت زیر است:



- ✓ نگهدارنده‌ها، سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شود را کاهش می‌دهند.
- ✓ اسیدها مزه‌ی ترش دارند. مزه ترش لیموترش، کیوی، گوجه سبز و.... ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی است.
- ✓ اسیدهای آلی می‌توانند چند عاملی باشند. مانند اتان دی‌اوئیک اسید (اگزالیک اسید) که یک اسید دوعاملی است.

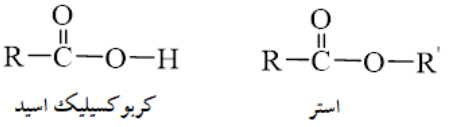


1. Preservative

(ث) استرها:

استرها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی با فرمول عمومی $C_nH_{2n}O_2$ هستند که در ساختارشان گروه عاملی استری ($-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-$) وجود دارد. استرها از واکنش اسیدهای آلی با الکل‌ها به دست می‌آیند. در واقع استرها یکی از برگرفته‌های کربوکسیلیک اسیدها هستند. اگر به جای اتم هیدروژن کربوکسیل در کربوکسیلیک اسیدها (RCOOH) یک زنجیر هیدروکربنی (R') قرار گیرد، ترکیبی به نام استر با ساختار کلی RCOOR' به دست می‌آید (R' فقط می‌تواند گروه هیدروکربنی باشد اما R می‌تواند هم هیدروژن و هم گروه هیدروکربنی باشد).

✓ اسیدها با استرها ایزومرند. ترکیبی با فرمول $C_nH_{2n}O_2$ می‌تواند یک استر و یا یک اسید با ساختارهای زیر باشد:



برای نمونه، ترکیبی به فرمول $C_2H_4O_2$ می‌تواند دارای دوساختار زیر باشد:

CH_3COOH: اتانوئیک اسید (اسید آلی) , $HCOOCH_3$: متیل متانوآت[1] (استر)

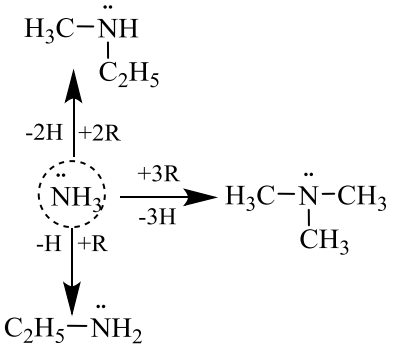
✓ استرها منشا بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها هستند. برای نمونه بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود استر اتیل بوتانوآت[2] در آن است.

اتیل بوتانوآت : $CH_3CH_2CH_2COOCH_2CH_3$

(ج) آمین‌ها

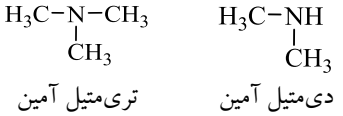
آمین‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی نیتروژن‌دار هستند که شباهت بسیار زیادی به آمونیاک (NH_3) دارند. در ساختار آمین‌ها اتم‌های H و C و N وجود دارد. وجود اتم نیتروژن، خواص شیمیایی و فیزیکی ویژه‌ای به آمین‌ها داده است. در واقع با جایگزین کردن یک، دو و یا سه اتم H با زنجیر هیدروکربنی (آلکیل) سه نوع آمین ناهمسان به دست می‌آید (شکل ۲-۸).

1. Methyl methanoate
2. Ethyl butanoate



شکل ۲-۸- ساختارهای آمین‌های نوع اول، دوم و سوم.

متیل آمین، CH_3NH_2، ساده‌ترین آمین و یک آمین نوع اول است. دی‌متیل آمین، $(CH_3)_2NH$، یک آمین نوع دوم و تری‌متیل آمین، $(CH_3)_3N$، نمونه‌ای از یک آمین نوع سوم است.



تری‌متیل آمین　　دی‌متیل آمین

(چ) آمیدها:

آمیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی نیتروژن‌دار هستند که در ساختار آن‌ها گروه کربونیل متصل به اتم نیتروژن وجود دارد و دارای عامل آمیدی، $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{|}{N}-$ ، می‌باشند. آمیدها از واکنش بین آمین‌ها و کربوکسیلیک اسیدها می‌توانند به وجود آیند (شکل ۲-۹). نام، ساختار و فرمول شیمیایی شماری از ترکیب‌های آلی (هیدروکربن‌ها و ترکیب‌های آلی دارای گروه‌های عاملی) در جدول ۲-۶ نشان داده شده است.

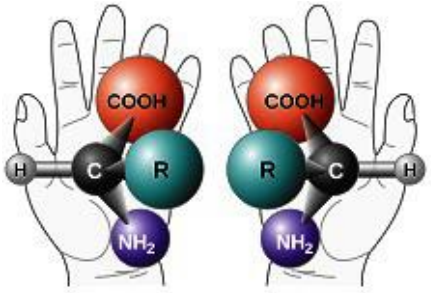


شکل ۲-۹- شمای کلی تهیه آمیدها از واکنش بین کربوکسیلیک اسیدها و آمین‌ها.

جدول ۲-۶- نام، ساختار و فرمول شماری از ترکیب‌های آلی.

نام ترکیب	ساختار ترکیب و گروه عاملی (رنگ قرمز)	نمونه	
		فرمول	نام
آلکن	C=C	C_2H_4	اتن
آلکین	C≡C	C_2H_2	اتین
الکل	R—Ö—H	CH_3CH_2OH	اتانول
اتر	R—Ö—R′	$(C_2H_5)_2O$	دی اتیل اتر
آلدهید	R—C(=O)—H	CH_3CHO	اتانال
کتون	R—C(=O)—R′	$CH_3COCH_2CH_3$	متیل اتیل کتون
کربوکسیلیک اسید	R—C(=O)—Ö—H	CH_3COOH	استیک اسید
استر	R—C(=O)—Ö—R′	$CH_3CO_2CH_2CH_3$	اتیل استات
آمین	R—N(H)—H R—N(R′)—H R—N(R′)—R″	$C_2H_5NH_2$	اتیل آمین
آمید	R—C(=O)—N(H)—R′	CH_3CONH_2	استامید

۲-۴- ایزومری:



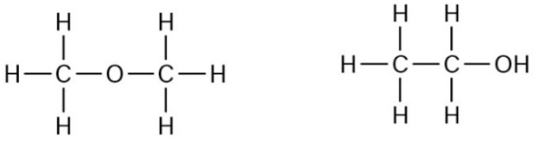
بسیاری از ترکیب‌ها فرمول مولکولی همسانی با ترکیب‌های دیگر داشته و دارای شمار یکسانی از اتم‌های عناصر همانند می‌باشند اما آرایش (نحوه قرارگیری) اتم‌ها در این ترکیب‌ها ناهمسان است. این پدیده ایزومری یا همپاری نامیده می‌شود. به بیان دیگر به موادی که فرمول

مولکولی یکسان، اما فرمول ساختاری ناهمسانی دارند، ایزومر یا همپار می‌گویند. گونه‌های گوناگونی از ایزومری وجود دارد که در ادامه بررسی می‌شوند.

(آ) ایزومرهای گروه‌های عاملی[1]

ایزومرهایی هستند که در نوع گروه عاملی ناهمسان هستند. برای نمونه فرمول مولکولی C_2H_6O را در نظر بگیرید. این فرمول مولکولی می‌تواند نشان‌دهنده یک اتر (دی‌متیل اتر) و یا یک الکل (اتانول) باشد (شکل ۲-۱۰). این دو ترکیب با وجود داشتن فرمول مولکولی یکسان در نوع گروه عاملی با یکدیگر ناهمسان هستند و بنابراین ایزومر گروه عاملی یکدیگر بوده و ویژگی‌های ناهمسانی دارند.

فرمول مولکولی: C_2H_6O



دی‌متیل اتر (یک اتر) — اتانول (یک الکل)

شکل ۲-۱۰- ساختار مولکولی دو ترکیب ایزومر دی متیل اتر و اتانول.

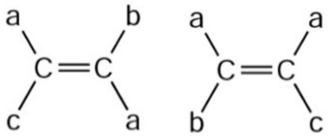
✓ الکل‌ها با اترها، آلدهیدها با کتون‌ها و اسیدها با استرها، ایزومر گروه عاملی هستند.

(ب) ایزومرهای هندسی[2]:

هنگامی که یک مولکول سیر نشده و دارای بند دوگانه است، بند دوگانه اجازه چرخش مولکول به دور محور خود را نمی‌دهد بنابراین گروه‌های گوناگون را در جای خود در فضا ثابت می‌کند. هنگامی که گروه‌های یکسان در یک سمت بند دوگانه هستند، این ایزومر، ایزومر سیس[3] نامیده می‌شود و هنگامی که گروه‌های یکسان در جاهای روبروی هم در اطراف بند دوگانه هستند، این ایزومر، ایزومر ترانس[4] نامیده می‌شود (شکل ۲-۱۱). برای نمونه ساختار ایزومرهای سیس و ترانس ۲-بوتن در شکل ۲-۱۲ نشان داده شده است. ایزومرهای هندسی

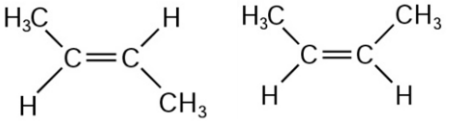
1. Functional isomers
2. Geometric isomers
3. Cis Isomer
4. Trans Isomer

سیس و ترانس در روغن‌های اسانسی نیز وجود دارند. برای نمونه دو ترکیب نرال[1] و ژرانیال[2]، که در روغن‌های اسانسی یافت می‌شوند، در واقع ایزومر هندسی سیس و ترانس هستند (شکل ۲-۱۳).



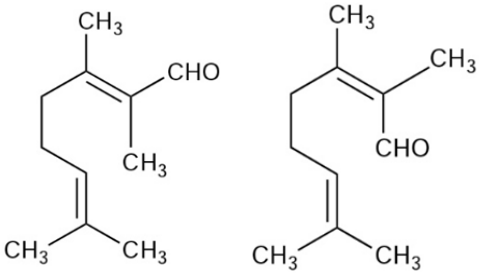
ترانس (trans)　　سیس (Cis)

شکل ۲-۱۱- شمای کلی ایزومرهای سیس و ترانس.



ترانس -۲- بوتن　　سیس- ۲- بوتن

شکل ۲-۱۲- ساختار ایزومرهای سیس و ترانس ترکیب ۲-بوتن.



ژرانیال (ترانس)　　نرال (سیس)
Geranial (trans)　　Neral (Cis)

شکل ۲-۱۳- ساختار مولکولی دو ترکیب ایزومر هندسی سیس و ترانس نرال و ژرانیال (موجود در روغن‌های اسانسی).

1. Neral　　2. Geranial

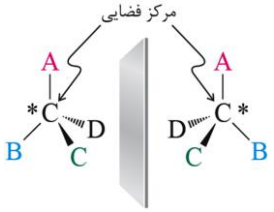
(پ) ایزومرهای نوری:

ایزومرهای نوری نمونه‌ای از همپاری فضایی[1] (ایزومری فضایی)، با آرایش ناهمسان اتم‌ها در فضا می‌باشد. ویژگی مهم همپاری فضایی بر پایه کایرالیته[2] (بر گرفته از واژه یونانی به معنی دست) یا دستوارگی[3] یک مولکول ، به این معنی که آن مولکول راست گرد[4] و یا چپ گرد[5] است، قرار دارد. ویژگی کایرالیته در یک مولکول منجر به ساختارهایی می‌شود که تصویر آینه-ای یکدیگر هستند و درست مانند دست چپ و دست راست، که قابلیت انطباق بر روی یکدیگر را ندارند، نمی‌توانند بر روی هم منطبق شوند (شکل ۲-۱۴). همپارهای حاصل همپارهای نوری نامیده می‌شوند و در آن‌ها یک شکل از مولکول تصویر آینه‌های شکل دیگر آن است. برای این که مولکولی کایرال باشد، بایستی یک کربن نامتقارن، کربنی که چهار اتم یا گروه ناهمسان به آن پیوند شده‌اند، در ساختار آن وجود داشته باشد (شکل‌های ۲-۱۵ تا ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۴- (آ) دست‌های راست و چپ به عنوان مدلی برای همپارهای فضایی تصویر آینه‌ای (ب) تصویر یک چکش و تصویر آینه‌ای آن قابل انطباق هستند.

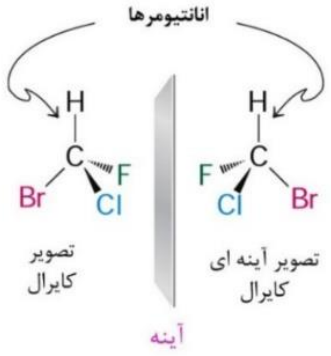
1. Stereoisomerism
2. Chirality
3. Handedness
4. Right handed
5. Left handed



تصویر آینه ای آینه تصویر

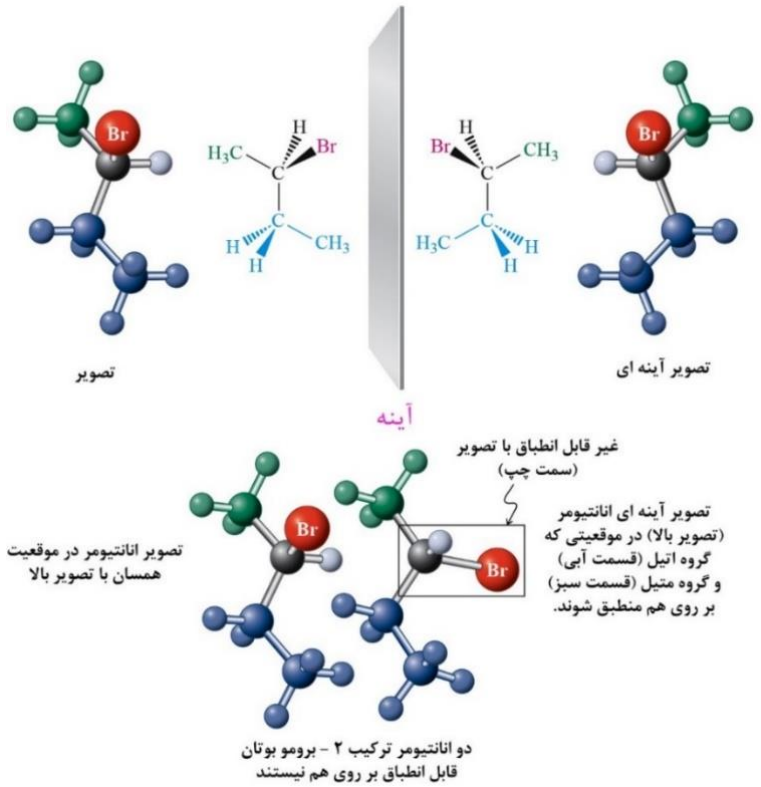
یک مرکز فضایی بر پایه کربن نامتقارن = C*

شکل ۲-۱۵- نمایش کربن نامتقارن: کربنی که چهار اتم یا گروه ناهمسان به آن پیوند شده‌اند.





شکل ۲-۱۶- نمایش ساختار مولکولی، نمونه‌هایی از مولکول‌های کایرال و غیرکایرال.



شکل ۲-۱۷- نمایش ساختار مولکولی انانتیومرهای ترکیب ۲- بروموبوتان.

دو ایزومر به وجود آمده، ایزومرهای d و l نامیده می‌شوند. آن‌ها دارای ویژگی‌های فیزیکی همسانی مانند نقطه ذوب، نقطه جوش، ... هستند اما در تاثیر بر روی نوع ویژه‌ای از نور به نام نور قطبیده مسطح[1]، که به جای ارتعاش در صفحه‌های تصادفی تنها در یک صفحه ویژه ارتعاش می‌کند، ناهمسان هستند. این ایزومرها می‌توانند با استفاده از این نور قطبیده مسطح از هم متمایز شوند زیرا آن‌ها می‌توانند سبب چرخش صفحه ارتعاش نور قطبیده به یک مقدار اما در جهت-های وارون هم به ازای هر ایزومر شوند. اگر چرخش تولید شده توسط ایزومر در جهت عقربه‌های ساعت باشد، به آن راست‌گرد[2] گفته شده و ایزومر فرم d نامیده می‌شود. اگر چرخش

1. Plane-polarized light
2. Dextrorotatory

تولید شده خلاف جهت عقربه‌های ساعت باشد، به آن چپ‌گرد گفته شده و ایزومر فرم l نامیده می‌شود. ویژگی تأثیرگذاری بر نور پلاریزه شده از این طریق را فعالیت نوری[1] می‌نامند. ترکیب-های فعال نوری طبیعی معمولاً فقط از یک ایزومر تشکیل می‌شوند. آن‌هایی که در آزمایشگاه سنتز می‌شوند معمولاً دارای مقدارهای برابر از شکل‌های d و l هستند و اصطلاحا راسمیک[2] (یا مخلوط‌های راسمیک یا راسمات‌ها[3]) نامیده می‌شوند که از نظر نوری غیرفعال هستند (دو چرخش چپ و راست اثر یکدیگر را لغو می‌کنند). تقریباً همه روغن‌های اسانسی دارای ترکیب-های ایزومری نوری بوده و فعالیت نوری از خود نشان می‌دهند و این به آن‌ها خواص زیستی ناهمسانی از جمله بوهای ویژه آن‌ها را می‌دهد. این نشان‌دهنده اهمیت ایزومرهای فعال نوری در سیستم‌های زنده است. سلول‌های انسانی تغییرات را توسط گیرنده‌هایی که به محرک‌های خاص از جمله مواد شیمیایی پاسخ می‌دهند، تشخیص می‌دهند. شیوه برهمکنش یک مولکول کایرال و ایزومر نوری آن با یک محل گیرنده کایرال ناهمسان است. این همانند ناهمسانی بین دست راست و یا دست چپ هنگام قرار گرفتن در دستکش راست، است.

1. Optical activity
2. Racemic
3. Racemates

فصل سوم

شیمی روغن‌های اسانسی



۳-۱- مقدمه

شیمی روغن‌های اسانسی بر پایه ترکیب‌های آلی بوده و بسیار گسترده است. دو گونه اصلی از ترکیب‌ها در روغن‌های اسانسی وجود دارد که عبارت هستند از: (۱) هیدروکربن‌ها[1] (ترکیب-هایی که تنها از کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند) و (۲) هیدروکربن‌های اکسیژن‌دار[2] که افزون بر کربن و هیدروژن دارای اکسیژن نیز می‌باشند. این گونه‌های اصلی بر پایه ساختار خود به گروه‌های فرعی تقسیم می‌شوند (جدول ۳-۱).

1. Hydrocarbons
2. Oxygenated hydrocarbons

جدول ۳-۱- دو گونه اصلی از ترکیب‌های موجود در روغن‌های اسانسی.

ترکیب‌های اکسیژن‌دار	هیدروکربن‌ها
الکل‌ها	ترپن‌ها[1] بر پایه واحد ایزوپرن[2] (۵ کربنه)
فنول‌ها	مونو ترپن‌ها[3]: ۲ واحد ایزوپرن (تا ۱۰ اتم کربن)
آلدهیدها	سسکوئی‌ترپن‌ها[4]: ۳ واحد ایزوپرن (تا ۱۵ اتم کربن)
کتون‌ها	دی ترپن‌ها[5]: ۴ واحد ایزوپرن (تا ۲۰ اتم کربن)
استرها	
لاکتون‌ها[6]	

- اگر ترکیب‌های اکسیژن‌دار از ترپن‌ها مشتق شوند، ترپنوئید[7] نامیده می‌شوند.
- هیدروکربن‌های سیر شده، آلیفاتیک نیز نامیده می‌شوند.
- اگر هیدروکربن‌ها سیر نشده (دارای بند دوگانه) باشند نام آن‌ها به "اِن" ختم می‌شود.

در ادامه ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و خواص درمانی وابسته به هر گروه بررسی می‌شود ولی باید به این نکته توجه داشت که تمام اعضای یک گروه ویژگی‌های کاملا یکسان ندارند. برای نمونه استیک اسید (جوهر سرکه) و پلی‌اسیدهای موجود در چربی خوراکی همگی به صورت X-COOH هستند اما خواص آن‌ها بسیار متفاوت است. برهمکنش‌های اعضای یک گروه با گروه‌های دیگر در مولکول و در روغن نیز می‌تواند این ویژگی‌ها را تحت تاثیر قرار دهد.

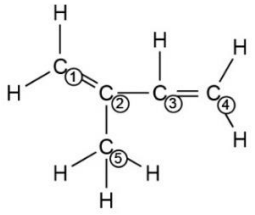
✓ ترکیب‌های اکسیژن‌دار، همراه با سسکوئی‌ترپن‌ها، بسیار تاثیر گذارند و تقریبا رایحه همه اسانس‌های روغنی را تعیین می‌کنند.

۳-۲- تِرپن‌ها[8]

تِرپن‌ها، که فقط از کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند، گروه بزرگی از هیدروکربن‌های طبیعی هستند که در اسانس‌های روغنی یافت می‌شوند. ترپن‌ها بر پایه واحدهای ایزوپرن[9] با فرمول مولکولی C_5H_8 هستند (شکل ۳-۱). ایزوپرن دارای ساختار زنجیری است و نامِ روش-

1. Terpenes
2. Isoprene
3. Monoterpenes
4. Sesquiterpenes
5. Diterpenes
6. Lactones
7. Terpenoid
8. Terpenes
9. Isoprene
10. Systematic

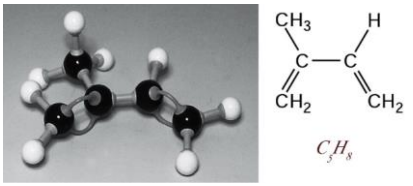
فرمول مولکولی C_5H_8 هستند (شکل ۳-۱). ایزوپرن دارای ساختار زنجیری است و نامِ روش‌مند[1] یا آیوپاک[2] آن، ۲- متیل بوتا – ۱و۳-دین[3] است . این نام به این مفهوم است که ایزوپرن یک آلکن با دو بند دوگانه است که طولانی‌ترین زنجیر آن دارای چهار اتم کربن (مانند بوتان) می‌باشد. پسوند "اِن" نشان‌دهنده آلکن بودن این ترکیب و کلمه "بوتا" نشان دهنده چهار کربنه بودن این آلکن است. شماره‌های ۱ و ۳ نیز نشان‌دهنده موقعیت بندهای دوگانه کربن-کربن (C=C) (کربن‌های شماره ۱ و ۳) است، که منجر به نام بوتا – ۱و۳-دین می‌شود و ۲-متیل نیز نشان می‌دهد که گروه متیل به کربن شماره ۲ متصل شده است. در مواردی این ترکیب ممکن است ۲- متیل– ۱و۳- بوتا دین نیز نامیده شود. این ترکیب در بسیاری از موارد کاربردی با همان نام معمولی "ایزوپرن" نامیده می‌شود.



شکل ۳-۱- ساختار مولکول ایزوپرن (نام معمولی) یا ۲- متیل بوتا – ۱و۳-دین (نام آیوپاک).

ترکیب با ساختار زنجیری، که ترکیب آلیفاتیک یا غیر حلقوی نیز نامیده می‌شود، به این معنا است که چینش اتم‌های کربن ترکیب به صورت زنجیر یا خطی است و به شکل حلقه‌های بسته نمی‌باشد.

واحدهای ایزوپرن به عنوان مونومر یا تک واحد، به صورت واحدهای تکرار شونده، برای ساخت گروه‌های ترپنی که در اسانس‌های روغنی یافت می‌شوند، به‌کار می‌روند (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- ایزوپرن: مونومر یا تک واحدی که در ساختار ترپن‌ها به کار می‌رود.

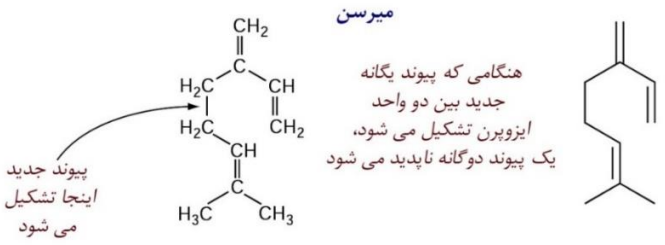
1. Systematic
2. IUPAC
3. 2-methylbuta-1,3-diene

چندین گروه از هیدروکربن‌های ترپنی، بر پایه شمار واحدهای ایزوپرن به کار رفته در ساخت آن‌ها ، وجود دارد که در ادامه انواع آن‌ها را بررسی می کنیم.

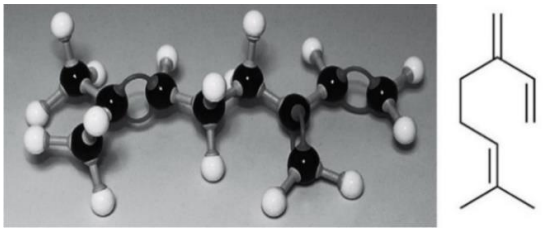
۳-۲-۱- مونوترپن‌ها[1]:

مونوترپن‌ها از اتصال سر به سر دو واحد ایزوپرن ساخته شده‌اند و فرمول مولکولی آن‌ها $C_{10}H_{16}$ است (شکل‌های ۳-۳ تا ۳-۵). انواع مونوترپن‌ها عبارتند از: میرسِن[2] ، اُسیمن[3]، پینِن، ... (جدول ۲) که در ادامه ساختار و ویژگی‌های شماری از آن‌ها آمده است.

- **میرسِن:** میرسِن نمونه‌ای از منوترپن‌ها است که در بسیاری از روغن‌های اسانسی از جمله روغن‌های اسانسی به دست آمده از برگ بو[4]، گل شاه پسند[5]، کاج[6] و سرو کوهی[7] وجود دارد (شکل ۳-۳ و شکل ۳-۴).



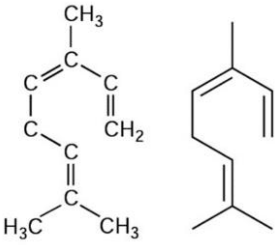
شکل ۳-۳- نحوه تشکیل میرسن از دو واحد ایزوپرن.



شکل ۳-٤- مونوترپن ($C_{10}H_{16}$): میرسِن، یک مونوترپن غیر حلقوی.

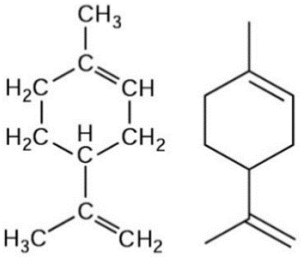
1. Monoterpenes
2. Myrcene
3. Ocimene
4. Bay
5. Verbena
6. Pine
7. Juniper

- **اُسیمن:** اُسیمن، نمونه‌ی دیگری از مونوترپن‌ها است که در روغن اسانسی ریحان یافت می‌شود (شکل ۳-۵). همانطور که در شکل ۳-۵ مشاهده می‌شود، یک پیوند جدید بین واحدهای ایزوپرن تشکیل می‌شود و سه (۳) بند دوگانه باقی می‌ماند.



شکل ۳-۵- ساختار ترکیب مونو ترپنی اُسیمن.

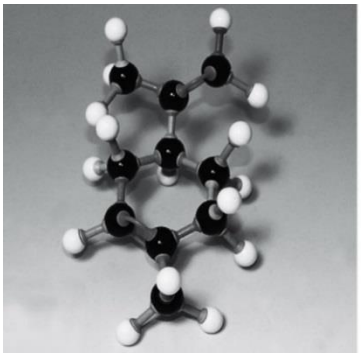
- **دی-لیمونِن**[1]: وارون ترکیب‌های میرسِن و اُسیمن، که دارای ساختار حلقوی نبوده و غیر خطی[2] هستند، بسیاری از مونوترپن‌ها دارای ساختار حلقوی هستند مانند لیمونِن[3] (شکل ۳-۶ و شکل ۳-۷).



شکل ۳-۶- ساختار مونو ترپن حلقوی دی- لیمونن ($C_{10}H_{16}$) .

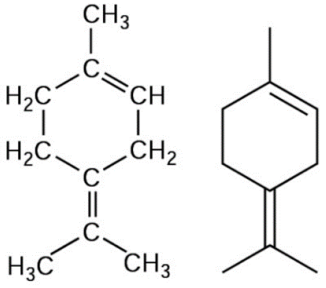
دی- لیمونن در روغن‌های اسانسی مرکبات، برگ‌های کاج و نعناع یافت می‌شود. همانطور که در شکل ۳-۶ مشاهده می‌شود، دو پیوند جدید بین واحدهای ایزوپرن تشکیل شده و دو (۲) بند دوگانه باقی می‌ماند.

1. d-Limonene
2. Acyclic
3. Limonene



شکل ۳-۷- مونوترپن ($C_{10}H_{16}$): دی- لیمونن، یک مونوترپن با ساختار تک حلقه‌ای.

- **ترپینولن**[1]: ترپینولن، در روغن‌های اسانسی به دست آمده از اکالیپتوس، درخت چای[2] و ترپانتین[3] (سقز) یافت می‌شود (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸. ساختار مونو ترپن حلقوی ترپینولِن.

- **ترپینِن**[4]: ترپینِن، در روغن‌های اسانسی درخت چای و سرو کوهی[5] یافت می‌شوند. ترپینن دارای سه ایزمر آلفا، بتا و گاما ترپینن[6] می‌باشد که در آن‌ها، جایگاه بندهای دوگانه ناهمسان است (شکل ۳-۹).

1 Terpinolene
2 Tea tree
3 Turpentine
4 Terpinene
5 Juniper
6 α, β and γ Terpinene