



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

استخراج اسانس لیمو شیرین به روش Cold Press  
و تقطیر و مقایسه نتایج آنها

نگارش

الهام رضائی

استاد راهنما  
دکتر سید محمد حسینی

بهمن ۱۳۸۶



دانشگاه صنعتی  
امیرکبیر  
(پلی‌تکنیک تهران)

بسمه تعالی

فرم اطلاعات پایان‌نامه  
کارشناسی- ارشد و دکترا

تاریخ:  
شماره:

معاونت پژوهشی  
فرم پروژه تحصیلات  
تکمیلی 7

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: الهام رضائی دانشجوی آزاد ● بورسیه ○ معادل ○  
شماره دانشجویی: 84122022 دانشکده: مهندسی شیمی رشته تحصیلی: مهندسی  
شیمی گروه: صنایع غذایی

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: محمد حسینی  
نام و نام خانوادگی:  
درجه و رتبه: استادیار  
درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: فرزانه وهابزاده  
نام و نام خانوادگی: نسرین صمدی  
درجه و رتبه: استاد  
درجه و رتبه: دانشیار

عنوان پایان‌نامه به فارسی: استخراج اسانس لیموشیرین به روش cold press و تقطیر و مقایسه نتایج آنها  
عنوان پایان‌نامه به انگلیسی: comparative study on extraction using cold press and hydrodistillation method

نوع پروژه: کارشناسی ارشد ● دکتر ا ○  
سال تحصیلی: 84-86  
کاربردی ● نظری ○  
بنیادی ○ توسعه ای ●

تاریخ شروع: 85/2 تاریخ خاتمه: 86/11 تعداد واحد: 6 سازمان تأمین کننده اعتبار:

واژه‌های کلیدی به فارسی: اسانس، لیموشیرین، پرس سرد، تقطیر با بخار، تقطیر با آب، خواص آنتی باکتریال

واژه‌های کلیدی به انگلیسی: Essential oil, Sweet lime, Citrus limettioides, Cold press, Hydrodistillation, effect : Steamdistillation, Antibacterial

تعداد صفحات ضمايم 40	تعداد مراجع 71	تعداد نمودار ● جدول ● واژه‌نامه ○	تعداد صفحات 110	مشخصات ظاهري
تصوير نقشه ○	فارسي ● انگليسي ○	چکیده	فارسي ● انگليسي ○	زبان متن

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیتهای پژوهشی دانشگاه  
استاد:

دانشجو: تخصیص اعتبارات مالی

امضاء استاد راهنما:  
تاریخ:

# چکیده

با توجه به نقش اسانس‌ها در صنایع غذایی و دارویی و با توجه به لزوم تحقیق بر روی گونه‌های متنوع گیاهی موجود در کشورمان ایران، استخراج اسانس پوست لیموشیرین به سه روش پرس سرد، تقطیر با آب و تقطیر با بخار آب برای پوستهای تازه و خشک انجام شد. آنالیز اسانسها با کمک GC و GC-MS بررسی شد. نقاط ضعف و قوت هر کدام از روشها مورد بحث و تفسیر قرار گرفت.

همچنین اهمیت خاصیت ضد میکروبی اسانسها باعث شد ارزیابی این مشخصه برای اسانس پوست لیموشیرین انجام شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، لیموشیرین، پرس سرد، تقطیر با بخار، تقطیر با آب، خواص آنتی‌باکتریال

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

7 1-2- تاریخچه اسانس

2-2- خواص و منشأ گیاهی

3-2- شیمی اسانس

4-2- اسانس پوست لیموشیرین

15

1-4-2- مرکبات Citrus

15

2-4-2- لیموشیرین Sweet Lime

16

3-4-2- خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات مهم

موجود در اسانس

لیموشیرین

22 5-2- روشهای استخراج اسانس

25 1-5-2- استخراج به روش تقطیر

25 1-1-5-2- تقطیر با آب

2-1-5-2- تقطیر با آب و بخار

3-1-5-2- تقطیر با بخار آب

2-5-2- استخراج و تقطیر با بخار به طور همزمان با یک

حلال آلی

3-5-2- استخراج اسانس با حلال

4-5-2- روش آنزیمی

32 5-5-2- تقطیر تجزیه ای

6-5-2- استخراج با میکروویو

7-5-2- استخراج با انرژی مافوق صوت

8-5-2- استخراج به روش تخلیه الکتریکی

9-5-2- استخراج اسانس به روش سیال فوق بحرانی

10-5-2- استخراج اسانس به روش پرس سرد

1-10-5-2- انواع استخراجگرها

2-10-5-2- سانتیفوژ کردن

41 3-10-5-2- صاف کردن

4-10-5-2- اسلاج گیری و موم گیری

6-2- اثر روشهای مختلف استخراج بر روی اسانس

7-2- روش شناسایی ترکیبات استخراج شده از اسانسها

	1-7-2-1 کروماتوگرافی	47
	2-7-2-2 کروماتوگرافی گازی (GC)	47
49	3-7-2-3 طیف سنج جرمی (MS)	
	4-7-2-4 کروماتوگرافی همراه با طیف سنج جرمی (GC-MS)	50
	8-2- کاربرد اسانس (تحقیقات وجود اثر ضد باکتریایی)	52
	فصل سوم: مواد و روشها	54
	3-1- تقطیر	55
	3-1-1- مواد اولیه	55
55	3-1-2- دستگاه کلونجر	
	3-1-3- روش انجام آزمایش	58
59	3-2- پرس سرد	
	3-2-1- مواد اولیه	59
	3-2-2- دستگاه پرس	59
	3-2-3- روش انجام آزمایش	62
	3-3- آنالیز	64
	4-3- بررسی اثرات ضد میکروبی	65
65	3-4-1- روش تعیین MIC	
70	3-4-2- روش disk diffusion	
	فصل چهارم: نتایج	71
	4-1- بررسی نتایج آزمایشات تقطیر	72
72	4-1-1- خشک کردن	
	4-2- نتایج حاصل از روش تقطیر با آب	74
74	4-2-1- پوست تازه	
75	4-2-2- پوست خشک شده	
	4-3- نتایج حاصل از روش تقطیر با بخار	76
76	4-3-1- پوست تازه	
77	4-3-2- پوست خشک شده	
	4-4- نتایج حاصل از روش پرس سرد	78
79	4-5- خواص فیزیکی اسانس	
	4-6- نتایج حاصل از بررسی خواص آنتی باکتریال اسانس پوست لیموشیرین	80
81	4-7- بحث و نتیجه گیری	
83	منابع	
91	ضمیمه A	
98	ضمیمه B	

# فصل اول

## مقدمه

جمهوری اسلامی ایران سالانه 9 میلیون تن انواع محصولات مرکبات را تولید می کند و در مقام پنجم جهان است. تولید مرکبات در ایران قدمتی 900 ساله دارد. براساس آمارهای موجود سطح زیر کشت باغات کشور 2 میلیون و 600 هزار هکتار است که 230 هزار هکتار آن به مرکبات اختصاص دارد [4].

در حال حاضر حدود 100 هزار تن از مرکبات تولیدی در کشور در صنایع تبدیلی مرکبات به مصرف می رسد. صنایع تبدیلی مرکبات با حجم عظیم تفاله مرکبات که بیش از نیمی از خوراک ورودی به واحد تولیدی را تشکیل می دهد مواجه می باشد. در حال حاضر در کشور ما این تفاله ها کاربرد بسیار اندک و ابتدایی مانند مصرف به عنوان خوراک دام را دارد. توجه به این نکته بسیار مهم است که این ضایعات شامل مقادیر بالایی از مواد با ارزش مانند پکتین، الیاف خوراکی، روغن هسته، اسانس، اسید سیتریک و ترکیبات دارویی متعددی می باشد که در صورت استفاده صحیح از ضایعات و استحصال این مواد با ارزش حتی می توان سودی بالاتر از سود حاصل از محصولات اصلی صنایع تبدیلی مرکبات ایجاد کرد. اسانس یکی از محصولات جانبی صنایع تبدیلی می باشد. از نظر شیمیایی اغلب این مواد هیدروکربنهای نوع ترپنی هستند و قابلیت صابونی شدن ندارند. با توجه به قابلیت بالای ایران در تولید انواع مرکبات علی الخصوص لیموشیرین، می توان از اسانس حاصل از این میوه در زمینه های مختلف استفاده کرد.

لیموشیرین یکی از گونه های غیراسیدی لیمو (لایم) است که لیمو خود، گونه ای از مرکبات citrus می باشد [1]. لیموشیرین در ایران بیشتر در نواحی مرکزی که شامل بلوچستان، خوزستان، فارس، کرمان و باختران و ناحیه بندرعباس و دریای عمان کاشت می شود [2].

از اسانس انواع لیمو در ساخت نوشابه های غیرالکلی، غذاهای پخته شده، شیرینی پزی، عطریات و لوازم آرایشی و ... استفاده می شود [2].

همچنین استفاده از اسانس ها به عنوان دارو از قرن ها قبل رواج داشته است. بسیاری از آنها دارای اثرات درمانی هم هستند که از جمله این اثرات خواص ضد میکروبی (حتی قابل مقایسه با آنتی بیوتیک های رایج) می باشد.

چهار روش کلی برای استخراج اسانسها شامل استخراج بوسیله تقطیر، پرس سرد، استفاده از حلال و استخراج با سیال فوق بحرانی وجود دارد. استخراج به روش تقطیر روش سنتی و اقتصادی می باشد و لیکن به سبب استفاده از حرارت بالا در این فرایند، در برخی اسانسها افت کیفیت بوجود می آید. در مرکبات از روش دیگری به نام پرس سرد نیز استفاده می شود که در آن با استفاده از دستگاه های مکانیکی و پرس کردن و یا خراشیدن پوست مرکبات اسانس بدست می آید. در این روش به خاطر عدم وجود

حرارت تخریب صورت نمی گیرد، اما راندمان کار پایین است. استفاده از استخراج با حلال به سبب باقی ماندن مقداری از حلال در اسانس، در صنایع غذایی توصیه نمی شود. در روش سیال فوق بحرانی کیفیت اسانس حفظ می شود و حتی این روش قدرت انتخابگری بالایی دارد ولی تجهیزات مورد نیاز در این روش باعث شده این روش از نظر اقتصادی در مقیاس صنعتی مقرون به صرفه نباشد.

علی رغم پتانسیل موجود، مطالعات کمی در رابطه با استخراج اسانس از مرکبات و خصوصاً استخراج اسانس از پوست لیموشیرین وجود دارد.

هدف از این پروژه استخراج اسانس از پوست لیموشیرین به دو روش استخراج با تقطیر و استخراج به روش پرس سرد بوده است. پس از استخراج اسانس داده های مربوطه به دو روش با هم مقایسه شده و مزایا و معایب آن ها ذکر گردیده است و در نهایت به بررسی خواص آنتی باکتریال (ضد میکروبی) اسانس استخراج شده پرداخته شد.



# فصل دوم

## مروري بر مطالعات انجام شده

## 2-1- تاریخچه اسانس

تاریخچه استفاده از عطر و اسانس به 2500 سال قبل و به کشورهای ایران و مصر برمی گردد. ایرانی‌ها یکی از قدیمی ترین مردمانی بودند که از عطر و اسانسهای معطر به صورت تجملاتی استفاده می کردند و در نوشیدنیهایشان از اسانسهای معطر استفاده می کردند. اگرچه هیچ مدرکی دال بر تولید عطر در امپراطوری پادشاهان ایرانی بدست نیامده ولی چیزی که مسلم است ایرانی ها برای تهیه این اسانسها از همسایگان خود، مبالغ هنگفتی پرداخت می کردند. ولی این تمدنهای یونان و روم بودند که عطرسازی را به هنری واقعی تبدیل کردند. سنت تولید اسانس های معطر در فرانسه نیز سابقه ای بسیار طولانی دارد. شهر گراس<sup>1</sup> این کشور از قرن 16 در تولید عطر شهرت فراوانی داشته است. این کشور با جمع آوری کارگاههای کوچک و جذب افراد متخصص و کارآمد در زمینه فراوری و استخراج ترکیبات معطر و همچنین به خدمت گرفتن افرادی که از نظر حس بویایی بسیار مشهور بودند، صنعت بزرگی را پایه گذاری کرد و به سرعت خود را سردمدار صنعت اسانس در جهان معرفی نمود. این یکه تازی تا قبل از شروع جنگ جهانی دوم و ظهور رقبای دیگر ادامه داشت. اما مشکلی که فرانسه و یا سایر کشورهای اروپایی با آن مواجه بودند تأمین مواد خام گیاهی بود که به علت شرایط جوی فرانسه مجبور بودند وارد کننده محض این مواد از منطقه بالکان، خاورمیانه، شمال آفریقا و اروپای شرقی باشند. به همین خاطر با شروع فعالیت سایر کشورها نظیر آمریکا در زمینه اسانس نعناع، برزیل در زمینه اسانس مرکبات، صنعت اسانس شمعدانی در الجزایر، فراوری اسانس گل رز در بلغارستان و غیره، قدرت فرانسه کاهش یافت و تنها در تولید گیاهانی نظیر اسطوخودوس و ترخون که با شرایط آب و هوایی آن مطابقت داشت محدود گردید. این رقابت هم اکنون نیز در بین کشورهای تولید کننده بسیار شدید است اما کشورهای آسیایی و ایران پیشرفت قابل توجهی در این زمینه نداشته اند و هنوز به طور عمده به تجارت گیاهان خشک زراعی یا خودرو می پردازند [5].

## 2-2- خواص و منشاء گیاهی

اسانسها مخلوطی معطر از مواد با ترکیبات شیمیایی بسیار متفاوت از یکدیگرند و در اندامهای مختلف گیاهان یافت می شوند. این مواد عموماً در دمای معمولی حالت مایع داشته و فقط محدودی از آنها به حالت جامد می باشند. بوی آنها بسیار قوی است و چون از نظر کلی در مجاورت هوا و در دمای معمولی فرار

---

1- Grasse

هستند از این جهت اصطلاح روغنهای فرار<sup>1</sup>، روغنهای اتری<sup>2</sup> و یا به شکل متداول تر روغنهای اسانسی<sup>3</sup> و یا اختصاصاً اسانس برای آنها به کار رفته است.

اسانسها وزن مخصوص حدود 0/7 تا 0/9 دارند. قابل حل در دسته معینی از حلالهای آلی هستند ولی در آب غیرقابل اختلاطند. البته در عین انحلال کم در آب به خوبی بوی خود را به آن انتقال می‌دهند. قدرت به چرخش نوری و ضریب شکست اسانسها اغلب وسیله مناسبی جهت تشخیص آنهاست.

اسانسها به طور کلی بی رنگ هستند، به ویژه هنگامی که تازه تهیه شده باشند ولی رنگ آنها در اثر مرور زمان به علت اکسیداسیون و رزینی شدن، تیره می‌گردد. بنابراین توصیه شده است که برای جلوگیری از تغییرات اسانسها باید در مکان خنک، خشک، ظرفهای سربسته و پر و از جنس شیشه و به رنگ دودی نگهداری شوند. اسانسها با آنکه نام روغن را به همراه دارند ولی فاقد ترکیب استرهای گلسیرول اسیدهای چرب بوده و از این رو تولید لکه روغنی ثابت روی کاغذ نمی‌نمایند و بوسیله قلیایی ها نیز صابونی نمی‌گردند [6].

اسانسها در بسیاری از تیره‌های گیاهان آلی یافت می‌شوند (تقریباً 2000 در 87 تیره). مهمترین تیره‌هایی که دارای اسانس می‌باشند عبارتند از: تیره کاج<sup>4</sup>، برگ بو<sup>5</sup>، نارنج<sup>6</sup>، مورد<sup>7</sup>، چتریان<sup>8</sup>، نعنائیان<sup>9</sup> و کاسنی<sup>10</sup>. اسانسها ممکن است به طور مستقیم توسط پروتوپلاسم به وسیله تجزیه مواد رزینی غشاء سلولها یا از هیدرولیز بعضی از گلوکوزیدها حاصل شوند. محل تشکیل و جایگزینی اسانسها در گیاهان به تیره های مختلف بستگی دارد. به عنوان مثال در گیاهان تیره نعنائیان اسانسها در تارهای ترشح کننده، در تیره فلفل<sup>11</sup>، در سلولهای پارانشیم، در تیره چتریان در لوله های روغنی و سرانجام در تیره های کاج و نارنج در مجراهای لیزیژن<sup>12</sup> و شیزوژن<sup>13</sup> یافت می‌شوند. درجه پخش این اسانسها در گیاهان متفاوت می‌باشد. مثلاً در گیاهان تیره مخروطیان در تمام بافتهای گیاهی وجود دارد، در صورتیکه در گل

1 - Volatile Oils

2 - Ethereal Oils

3 - Essential Oils

4 - Pinaceae

5 - Lauracea

6 - Rutaceae

7 - Myrtaceae

8 - Umbelliferae

9 - Labiatae

10 - Compositae

11 - Piperaceae

12 - Lysigenus

3- Schizogenous

سرخ فقط در گلبرگ و در دارچین در پوست و برگ و در میوه چتریان فقط در پریکاب و در نعنائیان در تارهای ترشح کننده و برگها و سرانجام در یک نوع نارنج در گلبرگ و در نوع دیگر در پوست آن یافت می شوند [7].

## 2-3- شیمی اسانس

اسانسها را از روی ترکیبات شیمیایی که در بر دارند به 11 گروه زیر تقسیم می نمایند [9]:

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| 1. هیدروکربورها | 7. اترهای فنلی     |
| 2. الکلها       | 8. اکسیدها         |
| 3. آلدهیدها     | 9. پراکسیدها       |
| 4. کتونها       | 10. ترکیبات گوگردی |
| 5. استرها       | 11. ترکیبات ازتدار |
| 6. فنلها        |                    |

از لحاظ شیمیایی اسانسها بر اساس ریشه بیوسنتز آنها به دو دسته تقسیم می شوند:

1. مشتقات ترپنی بدون اکسیژن که از استات، اسید موالیک ایجاد می شوند.
  2. مشتقات حلقوی اکسیژن دار که از اسید شیکمیک و فنیل پروپانوئید ایجاد می شوند [8].
- اسانسها مخلوطی از ترکیبهای مختلف می باشند که با یکدیگر تفاوت بسیاری دارند. این ترکیبها در گیاهان مختلف به ترتیب زیر می باشند:

### 1. ترکیبهای هیدروکربوری

این دسته از مواد در اغلب اسانسها وجود دارند و بیشتر حاوی ترپنها، سزکوئی ترپنها و دی ترپنها می باشند که در ساختمان شیمیایی آنها اکسیژن وجود ندارد. مهمترین گیاهان و داروهای که حاوی این دسته از ترکیبات می باشند عبارتند از کبابه چینی<sup>1</sup>، فلفل سیاه<sup>2</sup>، روغن تربانتین<sup>3</sup> و رازک<sup>4</sup> [9].

---

<sup>1</sup>- Cubeb

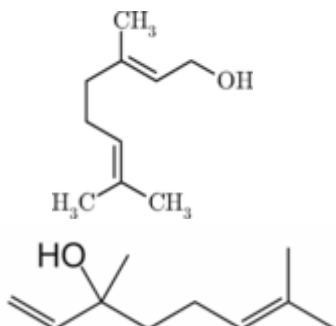
<sup>2</sup>- Black pepper

<sup>3</sup>- Turpentin oil

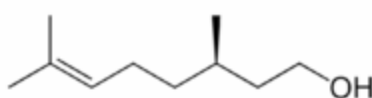
<sup>4</sup>- Hops(Hum)

## 2. ترکیبهای کلی

این گروه را میتوان به سه دسته تقسیم نمود [10,9,6]:  
الف- الکل‌های خطی (غیر حلقوی) مانند ژرانیول<sup>1</sup> در اسانس گل سرخ، لینالول<sup>2</sup> و سیترونلول<sup>3</sup>

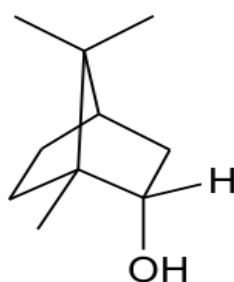


شکل 2-1- فرمول ساختمانی ژرانیول  
شکل 2-2- فرمول ساختمانی لینالول

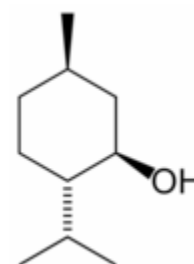


شکل 2-3- فرمول ساختمانی سیترونلول

ب- الکل‌های تریپتی مانند منتول<sup>4</sup> در اسانس نعناع و بورنئول<sup>5</sup> در گیاه کافور



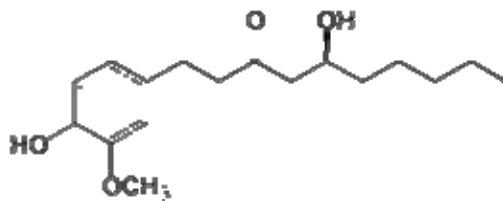
شکل 2-5-



شکل 2-4- فرمول ساختمانی منتول  
فرمول ساختمانی بورنئول

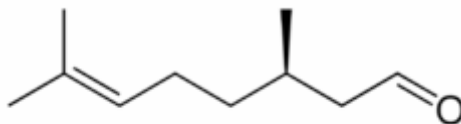
<sup>1</sup>- Geraniol  
<sup>2</sup>- Linalool  
<sup>3</sup>- Citronellol  
<sup>4</sup>- Menthol  
<sup>5</sup>- Borneol

ج- الكلهاي سزكوئي ترپن مانند سانتالول<sup>1</sup> در اسانس چوب  
گياه صندل و جينجروول<sup>2</sup> در اسانس زنجبيل



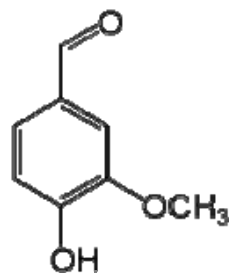
شكل 2-6- فرمول ساختماني جينجروول

3. تركيبهاي آلدهيدي  
تركيبهاي آلدهيدي موجود در اسانسها را مي توان به دو دسته  
زير تقسيم نمود [9,6]:  
الف- آلدهيدهاي خطي مانند سيترونلال<sup>3</sup> در اسانس اوکالیپتوس و  
مركبات



شكل 2-7- فرمول ساختماني سيترونلال

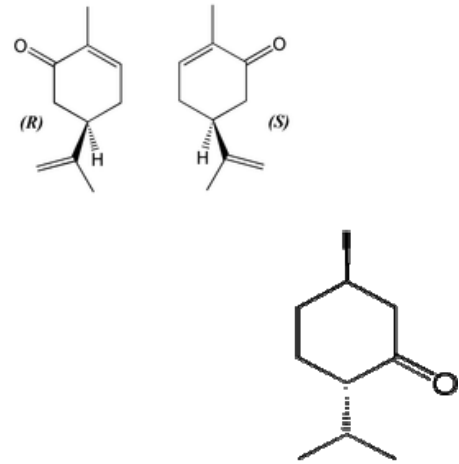
ب- آلدهيدهاي حلقوي (عطري) مانند وانيلين در اسانس حاصل از  
وانيل



شكل 2-8- فرمول ساختماني وانيلين

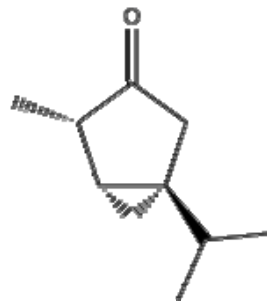
4. تركيبهاي كتوني  
به طور كلي كتونهاي موجود در اسانس را به دو دسته تقسيم  
مي نمايند [6]:  
الف- كتونهاي ترپني يك حلقه اي مانند كاروون<sup>4</sup> در اسانس نعناع  
سبز و زيره سياه و رازيانه، منتون<sup>1</sup> در اسانس نعناع فلفلي و  
پيپريتون<sup>2</sup> در اسانس اوکالیپتوس

<sup>1</sup>- Santalol  
<sup>2</sup>- Gingerol  
<sup>3</sup>- Citronellal  
<sup>4</sup>- Carvone



شکل 2-9- فرمول ساختمانی کاروون  
شکل 2-10- فرمول ساختمانی منتون

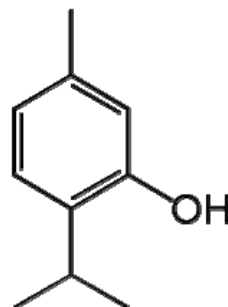
ب- کتونهای دو حلقه‌ای مانند کامفنون<sup>3</sup> در اسانس کامفر و توجون<sup>4</sup> در اسانسهای توجا، افسنتین و مریم‌گلی



شکل 2-11- فرمول ساختمانی توجون

5. ترکیبهای فنلی

مانند اوژنول در اسانس میخک، تیمول در اسانس آویشن [10،9،6]



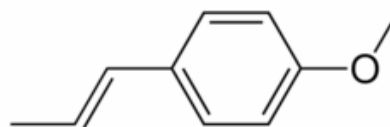
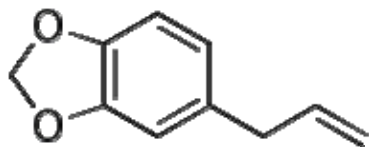
شکل 2-12- فرمول ساختمانی تیمول

6. ترکیبهای اترهای فنلی

<sup>1</sup>- Menthone  
<sup>2</sup>- Pipritone  
<sup>3</sup>- Comphenone  
<sup>4</sup>- Thujone

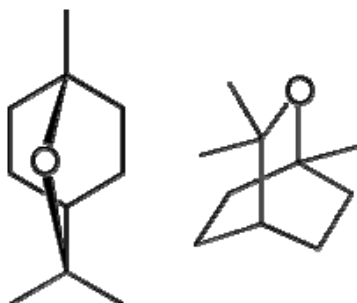


مانند آنتول<sup>1</sup> در اسانس رازیانه و سافرول<sup>2</sup> در کافور  
[10,9,6]



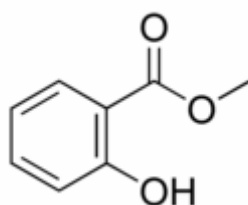
شکل 2-13- فرمول ساختمانی آنتول  
شکل 2-14- فرمول ساختمانی سافرول

7 و 8. ترکیبهای اکسیدی و پر اکسیدی  
مانند 1,8- سینئول (اکسید) در اوکالیپتوس و اسکاریدول  
(پراکسید) [9]



شکل 2-15- فرمول ساختمانی سینئول

9. ترکیبهای استری  
مانند متیل سالیسیلات در اسانس وینتر گرین<sup>3</sup> [6,9]



شکل 2-16- فرمول ساختمانی متیل سالیسیلات

10 و 11. ترکیبهای نیتروژن دار و سولفور دار  
مانند متیل-بتا- متیل تیولپروپیونات در آناناس و بنزیل  
سیاناید در ترتیزک [6]

<sup>1</sup>- Anethole  
<sup>2</sup>- Safrole  
<sup>3</sup>- Winter green

2-4) اسانس پوست لیمو شیرین

### 2-4-1) مرکبات (Citrus L.)

واریته‌های مختلف مرکبات در بسیاری از نقاط دنیا پرورش داده می‌شوند. گفته می‌شود لیمو بومی مناطق جنوب و شرق آسیا، چین و جمع الجزایر مالزی می‌باشد. در قرن سوم قبل از میلاد وقتی که اسکندر مقدونی آسیای غربی را فتح کرد این میوه از این نقاط به اروپا راه یافت. بعدها وقتی که رومی‌ها راه‌های کشتیرانی را از دریای سرخ به طرف هند گشودند، پرتقال و لیموترش وارد مناطق مدیترانه‌ای شد. از آن به بعد کشت و زرع مرکبات در آمریکای جنوبی (که برزیل بیشترین سهم را در بازار جهانی پرتقال و مرکبات دارد) و آفریقای جنوبی و قسمتهایی از استرالیا گسترش یافت. بازارهای مهم، منطقه مدیترانه، فلسطین، سیسیل (لیمو) و اسپانیا می‌باشند [11].

مرکبات از قرون گذشته و گویا به وسیله پرتقالیها به ایران وارد شده و در ابتدا در صفحات جنوب که محیط مناسبی برای رویش آن به شمار می‌رود کاشته شده و از این جهت نام پرتقال بر روی یکی از گونه‌های آن گذاشته شده است [12].

مرکبات گیاهانی به صورت درختچه‌های کوچک و دارای برگهایی به ظاهر ساده‌اند. گل‌های آنها دارای کاسه‌ای مرکب از کاسبرگهای پیوسته به هم، 4 یا 5 گلبرگ زود افت، غالباً معطر و تعداد 15 پرچم (گاهی بیشتر) است. عموماً میوه‌ای به صورت سته‌ای، آبدار، غالباً خوش طعم، خوراکی و شامل یک پوسته خارجی رنگی، نسبتاً ضخیم و یک طبقه اسفنجی تقریباً سفید رنگ در زیر آن دارند. برچه‌های درون میوه آنها نیز پر از سلولهای دوکی شکل بزرگ، و مملو از اندوخته‌های قندی و اسیدی است.

برگ، گل و پوسته خارجی میوه این گیاهان بر اثر دارا بودن اسانس، و میوه برخی از آنها به علت خوراکی بودن، مورد استفاده قرار می‌گیرد. چوب بعضی از آنها نیز حائز اهمیت فراوان در نجاری و منبت کاری است. چوب درخت نارنج به رنگ سفید مایل به سبز و چوب درخت پرتقال، به رنگ سفید (درون آن به رنگ مایل به قرمز) و بالاخره چوب درخت لیمو، محکم، بادوام و جلاپذیر است [13].

استخراج اسانس از تمام واریته‌های مرکبات به دلیل قیمت آن معمولاً مطلوب است و تولید آن سرمایه زیادی را نمی‌طلبد. بیشتر اسانس مرکبات در پوست آنها یافت می‌شود و به مقدار جزئی هم در آب میوه و هم در برگ درخت آنها موجود می‌باشد. اسانس انواع لیمو در بازارهای جهانی از ارزش بیشتری نسبت به پرتقال، نارنگی و گریپ فروت برخوردار است. کشورهای تولید کننده اسانس لیمو شامل ایتالیا، اسرائیل، اسپانیا، پرتقال، فرانسه، ایالات متحده و مکزیک هستند [3 و 16]

در صنعت، اسانس پوست مرکبات به روش پرس سرد و اسانس برگها به روش تقطیر با آب استخراج میشود [54].

#### 2-4-2) لیموشیرین (Sweet lime)

lemon و lime در بسیاری از کشورها در سرتاسر دنیا کاشته می شود. انواع لیمو در مناطقی با تابستان گرم و زمستان ملایم (معتدل) می روید خصوصاً در نواحی مدیترانه، کالیفرنیا، جنوبی و آرژانتین همچنین در مناطق حاره ای و شبه حاره ای مثل فلوریدای جنوبی، هند، مکزیک، مصر و غرب هند می روید. برطبق طبقه بندی Swingle، lemonها و limeها متعلق به دو گونه هستند:

Citruslimon(L.) Burm و Citrus aurantifolia (christm) [1]. برعکس در سیستم Tanaka این مواد را به چندین بخش براساس تفاوت در مشخصه های گیاهشان تقسیم کرده است [53].

لیموشیرین با نام علمی limettioides Tan. به عنوان یکی از زیرمجموعه های تیره روتاسه<sup>1</sup> شناخته می شود [14]. این میوه از گونه های غیراسیدی لیمو می باشد. از نظر گیاه شناسی Swingle شمای جایگاه گیاه C. limettioides در شکل (2-17) آورده است [1].

---

<sup>1</sup> - Rotaceae

شکل (2-17) : شمای جایگاه گیاه *C.limettioides*

