

ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار

هدف‌های رفتاری: دانش‌آموز، پس از آموختن مفاهیم و روش‌های این فصل، باید بتواند:

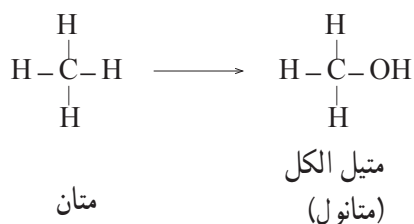
- ۱- عوامل اکسیژن‌دار مهم مانند عوامل الکلی، اتری، فنولی، آلدیدی، کتونی، گروه کربوکسیل و عامل استری را بشناسد و تعریف کند.
- ۲- روش تهیه‌ی دو الکل مهم یعنی اتیل الکل (تخمیر) و متیل الکل (الکل چوب)، همچنین استیک اسید (جوهر سرکه) را بیان نماید.
- ۳- نقش بعضی الکل‌ها، آلدیدها و کتون‌ها، استیک اسید و استرها را در زندگی روزمره و در صنعت برشمارد.
- ۴- الکل‌های چند عاملی مانند اتیلن گلیکول و گلیسرول (گلیسرین) و فنول معمولی را بشناسد.
- ۵- ساختار چربی‌ها و روغن‌ها را تحت عنوان استراسیدهای چرب با گلیسرول شرح دهد.
- ۶- روش تهیه‌ی صابون را توضیح دهد.

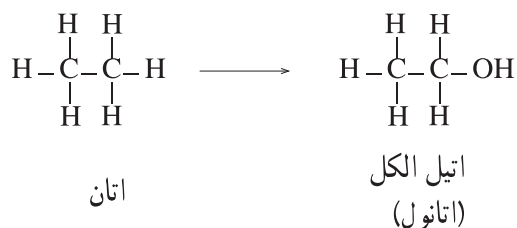
۷-۱- پیشگفتار

تعداد ترکیب‌های آلی بسیار زیاد است؛ از این رو، مطالعه‌ی یکایک آن‌ها ناممکن و بسیار دشوار است. برای سادگی مطالعه‌ی ترکیب‌های آلی، آن‌ها را به خانواده‌های گوناگون طبقه‌بندی می‌کنند. اعضای هر خانواده دارای یک گروه ساختاری مشترک هستند. این گروه ساختاری را «گروه عاملی» می‌نامند. هر گروه عاملی، اتم یا مجموعه‌ای از اتم‌هاست که خواص معینی به مولکول می‌بخشد. ترکیب‌هایی که دارای یک نوع گروه عاملی هستند، در واکنش‌های شیمیایی به یک شکل رفتار می‌کنند. در این جا چند خانواده‌ی مهم از ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار را به‌طور خلاصه بررسی می‌کنیم.

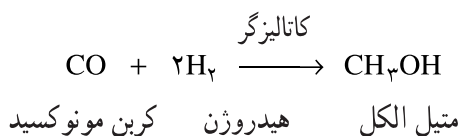
۷-۲- الکل‌ها

اگر یکی از هیدروژن‌های هیدروکربن سیرشده، برای مثال متان، CH_4 ، یا اتان، C_2H_6 ، را به وسیله‌ی یک گروه هیدروکسیل ($-\text{OH}$) جانشین کنیم، الکل به‌دست می‌آید. گروه $-\text{OH}$ را که در تمام الکل‌ها وجود دارد، «عاملی الکلی» می‌نامند.

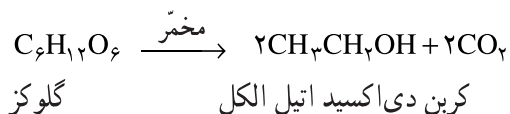




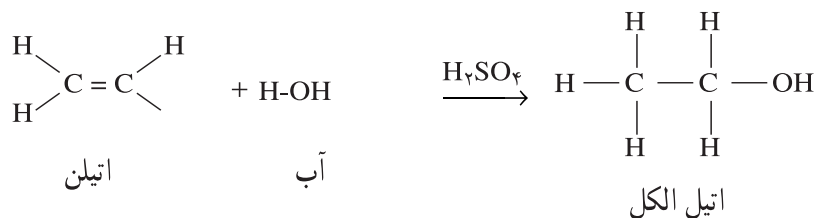
متیل الکل، $\text{CH}_3 - \text{OH}$ و اتیل الکل $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \text{OH}$ هر دو دارای گروه عاملی $-\text{OH}$ هستند. همین گروه عاملی را می‌توان در الکل‌های دیگر نیز مشاهده کرد؛ بنابراین، وجه تشابه تمام الکل‌ها گروه عاملی $-\text{OH}$ است. تفاوت الکل‌های گوناگون با یک‌دیگر در بنیان هیدروکربنی آنها است. بنیان هیدروکربنی در متیل الکل گروه متیل، $-\text{CH}_3$ ، و در اتیل الکل گروه اتیل، $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ است. اگر الکل به‌خصوصی مورد نظر نباشد، می‌توانیم گروه هیدروکربنی را با R نشان دهیم که در این صورت، آن را «گروه آلکیل» می‌نامیم؛ بر این اساس، فرمول عمومی الکل‌ها به صورت $\text{R}-\text{OH}$ نوشته می‌شود که از دو بخش «گروه عاملی $-\text{OH}$ » و «بنیان هیدروکربنی R » تشکیل شده است. متیل الکل ساده‌ترین الکل‌هاست که آن را «الکل چوب» نیز می‌نامند، زیرا در گذشته متیل الکل را از گرمادادن چوب، در ظرف‌های سرپسته، تا دمای 30°C به دست می‌آوردند. امروزه متیل الکل را از واکنش کربن مونوکسید، CO ، با هیدروژن، H_2 ، در مجاورت کاتالیزگرهای مناسب تهیه می‌کنند.



این الکل بسیار سمی است. اگر خورده شود، موجب کوری و حتی مرگ می‌شود. اتیل الکل همان الکل موجود در نوشابه‌های الکلی است. چند هزارسال است که این الکل را از تخمیر مواد قندی (مانند آب‌انگور، نشاسته و ...) تهیه می‌کنند. هم‌اکنون نیز بخش بزرگی از اتیل الکل مورد نیاز از این راه تهیه می‌شود. در این روش، گلوکز حاصل از مواد قندی به کمک مخمر به اتیل الکل و کربن دی‌اکسید، CO_2 ، تجزیه می‌شود:

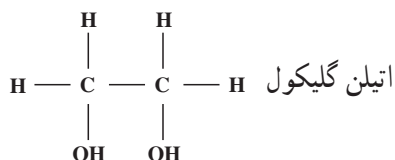


همان‌طور که دیدید، امروزه اتیل الکل را از افزایش آب به اتیلن در مجاورت کاتالیزگرهای اسیدی، مانند سولفوریک اسید، H_2SO_4 ، تهیه می‌کنند:

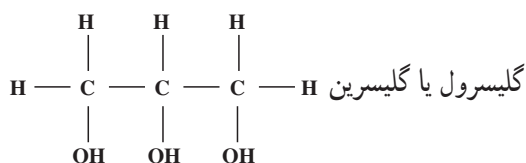


از این الکل تنها برای کارهای صنعتی استفاده می‌شود.

الکل طبی در حدود ۵٪ آب دارد. این الکل در کارهای پزشکی و در سنتزهای آزمایشگاهی کاربرد دارد. برای کارهای صنعتی در حدود ۵٪ متیل الکل (سمی)، ۵٪ پیریدین (یک ماده سمی و بدبو) و یک ماده رنگی، مانند بنفش متیل، به اتیل الکل می‌افزایند تا با الکل طبی تفاوت داشته باشد و به آسانی تشخیص داده شود. الکل صنعتی بسیار ارزان‌تر از الکل طبی است. همان‌گونه که اشاره شد، متیل الکل و پیریدین بسیار سمی هستند و با تقطیر ساده نمی‌توان آن‌ها را از اتیل الکل جدا کرد. بعضی از الکل‌ها دارای دو یا چند عامل الکلی هستند. «گلیکول» یک الکل دو عاملی است و در رادیاتور اتومبیل به‌عنوان ضدیخ مصرف می‌شود. محلول ۵۰٪ آن در آب در 34°C - منجمد می‌شود.



گلیسرول یا گلیسرین دارای سه عامل الکلی است و از هیدرولیز چربی‌ها به‌دست می‌آید. این الکل در مواد آرایشی، در تهیه ماده منفجره «نیتروگلیسرین» و در تهیه مواد پلاستیک کاربرد دارد.



مطالعه‌ی آزاد

رازی، ابوبکر محمدبن زکریا

رازی، شیمی‌دان، داروساز، داروشناس، پزشک، فیزیک‌دان و فیلسوف ایرانی در ری زاده شد. وی پدرش را در جوانی از دست داد پس به شغل زرگری روی آورد و پس از زمان کوتاهی توانست شیمیدان، داروساز و داروشناس ماهری شود.

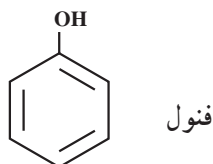
رازی علم کیمیا را پیش از تحصیل در پزشکی فرا گرفت. او یکی از کیمیاگرانی است که به بحث‌های نظری و عملی پرداخته است. رساله‌های شیمیایی او در واقع، نخستین کتاب‌های علمی شیمی به‌شمار می‌روند. طبقه‌بندی مواد توسط وی کار پرازشی بوده است، که از دیدگاه علم شیمی، نه از دیدگاه کیمیا، انجام شده است.

کتاب **سرالاسرار** از مهم‌ترین کتاب‌های رازی است. در واقع، رازی در این کتاب شیمی را به زبان کیمیاگران بیان کرده است. به‌طورکلی، سرالاسرار کتابی در شیمی و شناخت داروهاست که به چندین زبان خارجی ترجمه شده است.

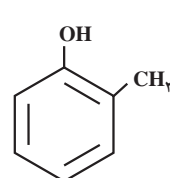
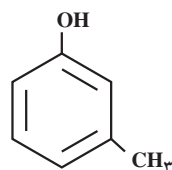
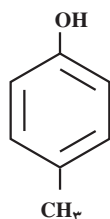
رازی برای نخستین بار هیدروکلریک اسید را از حرارت دادن نشادر (آمونیم کلرید) به‌دست آورد و آن را جوهرنمک نامید. هم‌چنین برای نخستین بار الکل (اتانول) را از تقطیر شراب به‌دست آورد و آن را **الکُهل** نامید.

۳-۷- فنول‌ها

اگر یکی از هیدروژن‌های حلقه‌ی بنزن را با گروه هیدروکسیل ($-OH$) جانشین سازیم، «فنول» به دست می‌آید. فنول معمولی یک جامد بلوری و ضد عفونی کننده و میکروب کش است، اما به پوست آسیب می‌رساند و سوختگی‌های شدید ایجاد می‌کند.

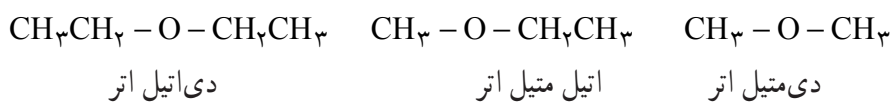
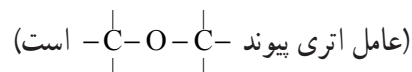


در صنایع شیمیایی به عنوان ماده‌ی اولیه برای تهیه‌ی رنگ، دارو و مواد پلاستیک کاربرد دارد. از جمله فنول‌های دیگر کرزول‌ها^۱ (متیل فنول‌ها) هستند که به عنوان ضد عفونی کننده و ماده‌ی اولیه در صنایع شیمیایی مصرف می‌شوند:



۴-۷- اترها

اگر در مولکول آب هر دو اتم هیدروژن را با بنیان‌های هیدروکربنی (مثلاً گروه متیل - CH_3 ، یا گروه اتیل - CH_3CH_2) جانشین سازیم، «اتر» به دست می‌آید. در اترها یک اتم اکسیژن، دو اتم کربن را به یکدیگر پیوند می‌دهد. به مثال‌های زیر توجه کنید:



دی اتیل اتر یا اتر معمولی متداول‌ترین اترهاست. در گذشته از آن به عنوان ماده‌ی هوش بر (بیهوش کننده) استفاده می‌شد، اما چون با اکسیژن هوا، مخلوط‌های منفجر شونده، در برابر جرقه یا شعله، تشکیل می‌دهد. امروزه به جای آن از اترهای دیگر مانند اتران^۲ و ایزوفلوران^۳ و ترکیب‌های دیگر استفاده می‌شود.

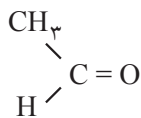
۵-۷- آلدئیدها و کتون‌ها

گروه عاملی در آلدئیدها و کتون‌ها گروه کربونیل،، است. گروه کربونیل >C=O در آلدئیدها به اتم هیدروژن و یک بنیان هیدروکربنی (مثلاً گروه متیل - CH_3) متصل است (در فرمالدهید، دو اتم هیدروژن با گروه کربونیل پیوند دارند).

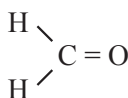
۱- Cresols

۲- $CH_3CF_2CF_2 - O - CHF_2$ اتران

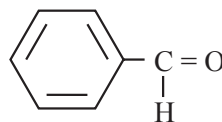
۳- $CF_3CHCl - O - CHF_2$ فلوران



استالدهید
(اتانال)

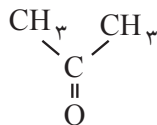


فرمالدهید
(متانال)

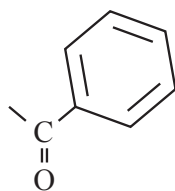


بنزالدهید

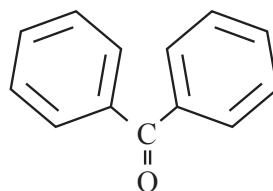
فرمالدهید یکی از متداولترین آلدئیدهاست که بویی تند و نافذ دارد. محلول ۴٪ فرمالدهید در آب را «فرمالین» می‌نامند. از این محلول برای نگه‌داری اعضای بدن در آزمایشگاه و یا نگه‌داری جانوران کوچک در موزه‌ها استفاده می‌شود. زیرا از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند. در تهیه‌ی مواد پلاستیک و چسب نیز کاربرد دارد. در کتون‌ها، گروه کربونیل به دو بنیان هیدروکربنی (مانند دو گروه متیل) متصل است. به این مثال‌ها توجه کنید:



استون
(دی‌متیل کتون)



استوفنون
(متیل فنیل کتون)



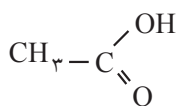
بنزوفنون
(دی‌فنیل کتون)

استون یا دی‌متیل کتون یکی از متداولترین کتون‌هاست که حلال چربی‌ها، بعضی از مواد پلاستیک و بسیاری از مواد آلی دیگر نیز هست.

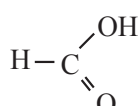
۶-۷- اسیدهای آلی

گروه عاملی در اسیدهای آلی گروه کربوکسیل است که به صورت $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ یا COOH - نشان داده می‌شود. مزه‌ی ترش

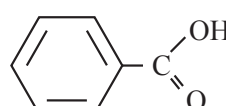
بسیاری از میوه‌ها به علت وجود کربوکسیلیک اسید در آن‌ها است؛ برای مثال، پرتقال، لیموترش و نارنگی دارای سیتریک اسید (جوهر لیمو) است. به این مثال‌ها توجه کنید:



استیک اسید

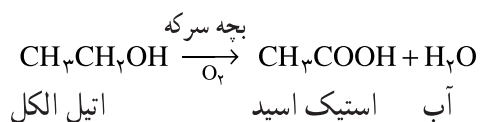


فورمیک اسید

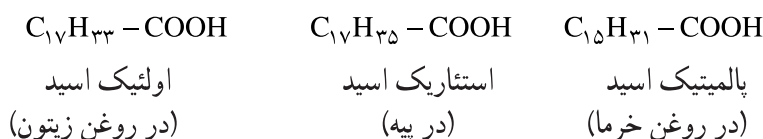


بنزویک اسید

استیک اسید متداول‌ترین اسیدهای آلی است. ترشی سرکه به‌علت وجود استیک اسید در آن است. از این رو استیک اسید را «جوهر سرکه» می‌نامند. سرکه را از اکسایش محلول‌های رقیق الکلی در مجاورت نوعی باکتری موسوم به «بچه سرکه» تهیه می‌کنند. در این عمل اتیل الکل به استیک اسید اکسید می‌شود:



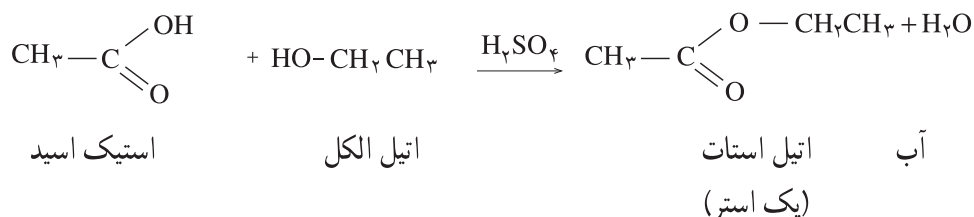
بعضی از اسیدهای آلی در زنجیره هیدروکربنی خود ۱۶ یا ۱۸ اتم کربن دارند. این اسیدها را «اسید چرب» می‌نامند، زیرا در ساختار روغن‌ها و چربی‌های نباتی و جانوری وجود دارند.



۷-۷- استرها

عامل شیمیایی در استرها به‌صورت $\text{C} \begin{matrix} \text{OR}^- \\ // \\ \text{O} \end{matrix}$ نشان داده می‌شود. برای تهیه‌ی استرها می‌توان از واکنش یک اسید آلی

(مانند استیک اسید) با یک الکل (اتیل الکل) در مجاورت کاتالیزگرهای اسیدی (سولفوریک اسید) استفاده کرد:



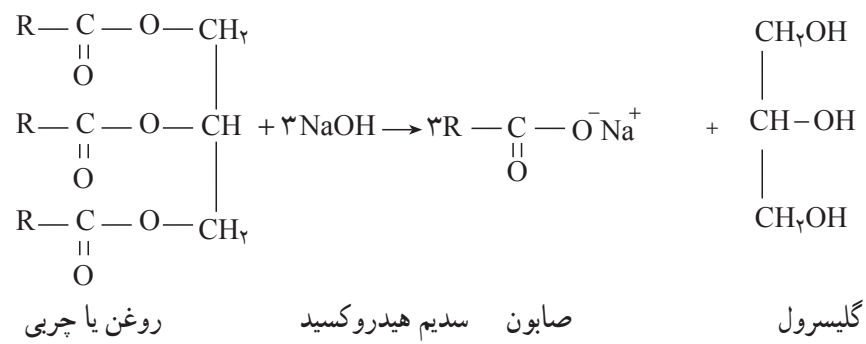
این واکنش را «استری شدن» می‌نامند.

بوی خوشایند بسیاری از میوه‌ها و گل‌ها به‌علت وجود نوعی استر در آن‌ها است.

روغن‌ها و چربی‌های نباتی و جانوری نیز استر هستند. این استرها از واکنش اسیدهای چرب (اسیدهایی که در مولکول خود ۱۶ یا ۱۸ اتم کربن دارند) با گلیسرول یا گلیسرین (الکل سه‌عاملی) به‌وجود آمده‌اند. اسیدهای چرب ممکن است سیر شده (مانند پالمیتیک اسید و استئاریک اسید) یا سیر نشده (مانند اولئیک اسید) باشند (اولئیک اسید در مولکول خود دارای ۱۸ اتم کربن و یک پیوند دوگانه در میانه زنجیر است). اگر اسید چرب موجود در مولکول استر سیر نشده باشد، استر موردنظر را «روغن» می‌نامند. روغن‌ها (استرهای سیر نشده) زودتر از چربی‌ها (استرهای سیر شده) در برابر هوا فاسد می‌شوند؛ از این رو، روغن‌ها را در برابر کاتالیزگر نیکل با هیدروژن واکنش می‌دهند (هیدروژن‌دار می‌کنند) تا دوام بیشتری داشته باشند.

اگر روغن‌ها و چربی‌ها را با محلول سدیم هیدروکسید گرم کنند، به صابون (نمک سدیم اسیدهای چرب) و گلیسرول تبدیل

می‌شوند. این عمل را «صابونی شدن» می‌نامند:



پرسش و تمرین



۱- متیل الکل را متانول و اتیل الکل را اتانول نیز می‌نامند. از پروپان چه الکی مشتق می‌شود؟ آیا از این هیدروکربن تنها یک الکل مشتق می‌شود؟ نام الکل یا الکل‌های مشتق‌شده از پروپان را بنویسید.

۲- متیل الکل را الکل چوب و اتیل الکل را «الکل غلات» نیز می‌نامند. چرا چنین نام‌هایی به این دو الکل داده شده است؟

۳- استیک اسید یک اسید ضعیف است. با وجود این، در بسیاری از واکنش‌های خود مانند اسیدهای معمولی عمل می‌کند. معادله‌ی واکنش استیک اسید را با سدیم کربنات و سدیم هیدروکسید بنویسید.

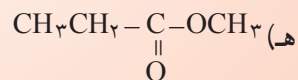
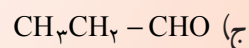
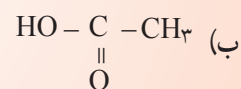
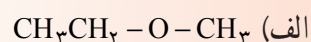
۴- چرا روغن‌ها مایع و چربی‌ها جامدند؟

۵- چرا روغن‌ها را باید در ظرف‌های دربسته نگه‌داشت تا فاسد نشوند؟

۶- چرا گاهی روغن‌های گیاهی (نباتی) را در مجاورت کاتالیزگر هیدروژن‌دار می‌کنند؟

۷- چرا بعضی از کربوکسیلیک اسیدها را اسید چرب می‌نامند؟

۸- کدام یک از فرمول‌های ساختاری زیر فرمول یک الکل، یک کربوکسیلیک اسید و یک آلدهید است؟



۹- استتاریک اسید یک اسید سیرشده زنجیری با ۱۸ اتم کربن است، که در شمع‌سازی (شمع بی‌اشک) از آن استفاده می‌شود. ساختار استتاریک اسید را رسم کنید.

۱۰- برای خنثی کردن کامل ۱/۴۲ گرم استتاریک اسید، به چند میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروکسید نرمال نیاز

داریم؟

پیوست: جدول میانگین انرژی‌های پیوندی (ΔH° در 25°)

	مولکول‌های دو اتمی		مولکول‌های چند اتمی		
	kcal/mol	kJ/mol	kcal/mol	kJ/mol	
H-H	۱۰۴/۲	۴۳۶	C-H	۹۹	۴۱۴
F-F	۳۷/۵	۱۵۷	C-C	۸۳	۳۴۷
Cl-Cl	۵۸/۰	۲۴۳	C=C	۱۴۶	۶۱۰
Br-Br	۴۶/۳	۱۹۴	C≡C	۲۰۰	۸۳۶
I-I	۳۶/۵	۱۵۳	C-O	۸۶	۳۵۹
H-F	۱۳۵/۹	۵۶۸	C=O ^۱	۱۹۲	۸۰۳
H-Cl	۱۰۳/۱	۴۳۱	C=O ^۲	۱۶۶	۶۹۴
H-Br	۸۷/۴	۳۶۵	C=O ^۳	۱۷۶	۷۳۶
H-I	۷۱/۴	۲۹۹	C=O ^۴	۱۷۹	۷۴۸
O=O	۱۱۹/۱	۴۹۸	C-N	۷۳	۳۰۵
N≡N	۲۲۵/۹	۹۴۵	C=N	۱۴۷	۶۱۵
			C≡N	۲۱۳	۸۹۰
			C-F	۱۱۶	۴۸۵
			C-Cl	۸۱	۳۳۹
			C-Br	۶۸	۲۸۴
			C-I	۵۱	۲۱۳
			O-H	۱۱۱	۴۶۴
			O-O	۳۵	۱۴۶
			O-Cl	۵۲	۲۱۷
			O-Br	۴۸	۲۰۱
			N-H	۹۳	۳۸۹
			N-N	۳۹	۱۶۳
			N-O	۵۳	۲۲۱
			N=N	۱۰۰	۴۱۸
			N=O	۱۴۵	۶۰۶
			S-H	۸۳	۳۳۹
			S-S	۵۴	۲۲۶

۱- carbon dioxide; ۲- formaldehyde; ۳- aldehydes; ۴- ketones.

منابع و مأخذ

- 1- ORGANIC CHEMISTRY, Loudon, Addison Wesley, 1984
- 2- ORGANIC CHEMISTRY, Vollhardt. Freeman, 1987
- 3- ORGANIC CHEMISTRY, Linstromberg, D.C. Heath, 1979
- 4 - ORGANIC CHEMISTRY, Morrison and Boyd, 6 th Edition, Allyn and Bacon, 1983
- 5- ORGANIC CHEMISTRY, Roberts and Caserio, Benjamin, 1981
- 6 - ORGANIC CHEMISTRY, Pine, Mc Graw - Hill 1987
- 7- ORGANIC CHEMISTRY, Textbook for Schools, Tsvetkov, Mir Publishing, 1985
- 8 - CONTEMPORARY ORGANIC CHEMISTRY Mc Graw-Hill, 1976
- 9- CHEMISTRY, Heinemann, Salter,s Approach, 1990
- 10- ORGANIC CHEMISTRY, McMurry, Brooks, Cole, 1988
- 11- CHEMISTRY, Atkins, Scientific American, 1989
- 12- CHEMISTRY, Masterton, Saunders, 1990
- 13- ORGANIC CHEMISTRY, A Short Course, Carey and Atkins, Mc Graw - Hill, 1987
- 14- CHEMISTRY IN THE COMMUNITY, Chem Com Project for 0 Schools, Kendall, Hunt, 1993
- 15- CHEMISTRY IN ACTION, Freemantel, Macmillan, 1986
- 16- CHEMISTRY, Whitten, Sunders, 1988
- 17- FOUNDATIONS OF CHEMISTRY Toon, Holt Rinehart, 1973
- 18- GENERAL CHEMISTRY, Petruccie, Collier Macmillan, 1982
- 19- CHEMISTRY, Oxtoby, Saunders, 1989
- 20- OUT LINE OF CHEMICAL TECHNOLOGY, Bryden, EWP, 1973
- 21- CHEMICALS FROM PETROLEUM, Waddams, Gulf, Publishing, 1978
- 22- ACTION CHEMISTRY, Bolton, Holt Rinehart, 1973
- 23- CHEMICAL PROCESSES INDUSTRIES, Shreve, Mc Graw Hill, 1977
- 24- CHEMISTRY, AN ECOLOGICAL APPROACH, Gymer. Harper and Row, 1973

