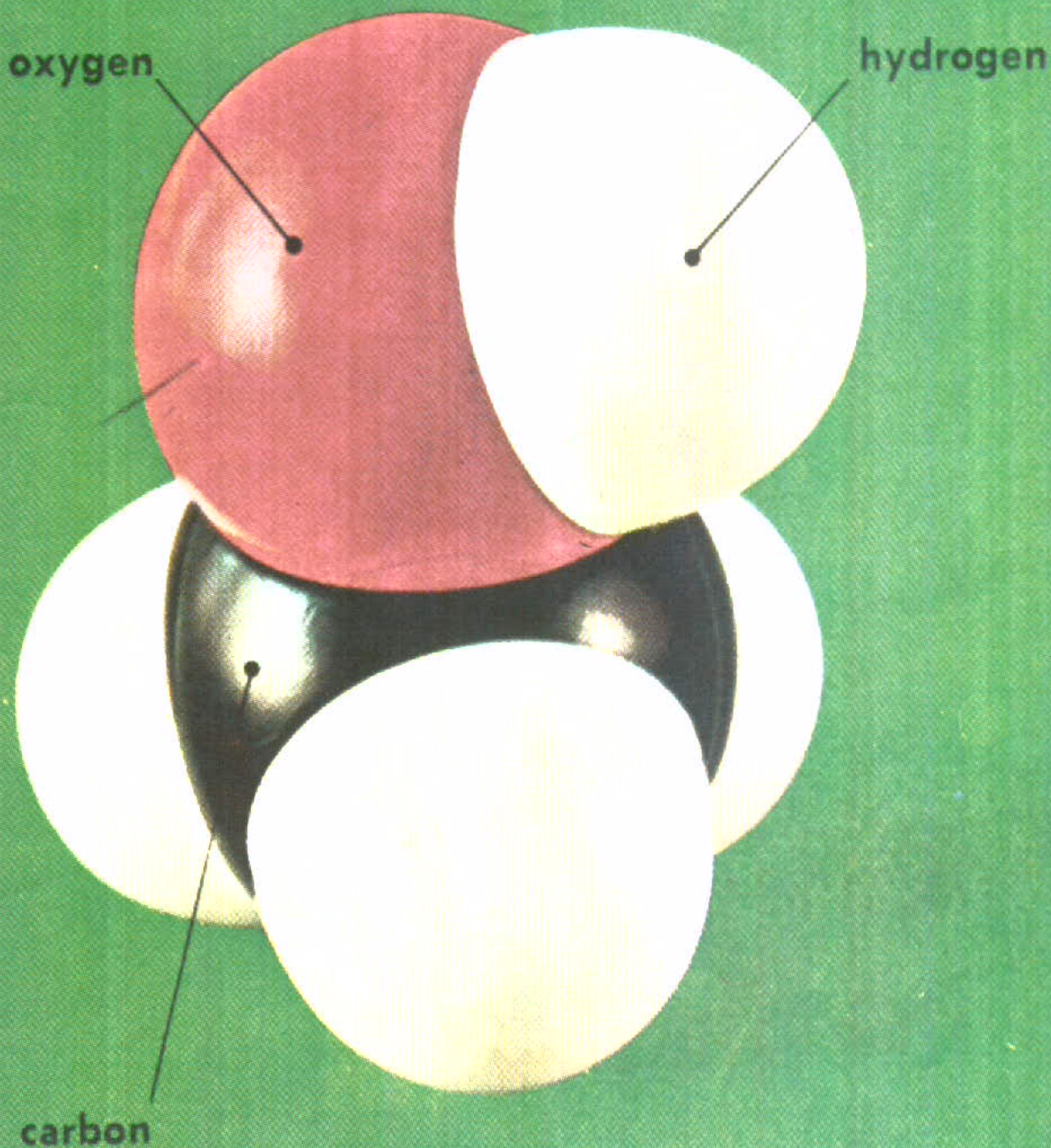


# رشد آموزش شیمی

بها: ۱۰۰ ریال

سال پنجم - تابستان ۱۳۶۸ - شماره مسلسل ۲۰



فلزها

غیر فلزها

تاریخ	I A										VII A											
1	1.0079											1.0079										
0	H[1]											He[2]										
2	6.941											10.81										
1	Li[3]											B[5]										
2	9.01218											12.011										
1	Be[4]											C[6]										
2	22.98977											14.0067										
1	Na[11]											N[7]										
2	24.305											15.9994										
1	Mg[12]											O[8]										
2	39.098											18.99840										
1	K[19]											20.179										
2	40.08											22.98977										
1	Ca[20]											26.98154										
2	44.9559											28.086										
1	Sc[21]											30.97376										
2	47.90											32.06										
1	Ti[22]											35.453										
2	50.9414											39.948										
1	V[23]											40.08										
2	51.996											44.9559										
1	Cr[24]											47.90										
2	54.9380											50.9414										
1	Mn[25]											51.996										
2	55.847											54.9380										
1	Fe[26]											55.847										
2	58.9332											58.9332										
1	Co[27]											58.70										
2	58.70											63.546										
1	Ni[28]											65.38										
2	63.546											69.72										
1	Cu[29]											72.59										
2	65.38											74.9216										
1	Zn[30]											78.96										
2	69.72											79.904										
1	Ga[31]											83.80										
2	72.59											85.4678										
1	Ge[32]											87.62										
2	74.9216											88.9059										
1	As[33]											91.22										
2	78.96											92.9064										
1	Se[34]											95.94										
2	79.904											99.471										
1	Br[35]											101.07										
2	83.80											102.9055										
1	Kr[36]											106.4										
2	85.4678											107.868										
1	Rb[37]											112.41										
2	87.62											114.82										
1	Sr[38]											118.69										
2	88.9059											121.75										
1	Y[39]											127.60										
2	91.22											126.9045										
1	Zr[40]											127.60										
2	92.9064											129.904										
1	Nb[41]											131.30										
2	95.94											132.9054										
1	Mo[42]											137.33										
2	99.471											138.9055										
1	Tc[43]											140.12										
2	101.07											140.9077										
1	Ru[44]											144.24										
2	102.9055											144.24										
1	Rh[45]											145										
2	106.4											150.4										
1	Pd[46]											151.96										
2	107.868											155.99										
1	Ag[47]											157.25										
2	112.41											158.9254										
1	Cd[48]											162.50										
2	114.82											164.9304										
1	In[49]											167.26										
2	118.69											168.9342										
1	Sn[50]											173.04										
2	121.75											174.97										
1	Sb[51]											177.04										
2	127.60											179.04										
1	Te[52]											182.50										
2	129.904											184.95										
1	I[53]											186.207										
2	131.30											187.74										
1	Xe[54]											188.9059										
2	132.9054											190.2										
1	Ra[88]											192.22										
2	137.33											195.09										
1	Ac[89]											196.9665										
2	138.9055											200.59										
1	Th[90]											204.37										
2	140.12											207.2										
1	Pa[91]											208.9804										
2	140.9077											210										
1	U[92]											210.9868										
2	144.24											212										
1	Np[93]											216										
2	145											217										
1	Pm[94]											220										
2	150.4											223										
1	Sm[95]											226.0254										
2	151.96											227										
1	Eu[96]											231.0359										
2	157.25											232.0381										
1	Gd[97]											233.039										
2	158.9254											238.029										
1	Dy[98]											238.029										
2	162.50											237.0482										
1	Ho[99]											244										
2	164.9304											244										
1	Er[100]											243										
2	167.26											248										
1	Tm[101]											251										
2	168.9342											252										
1	Yb[102]											255										
2	173.04											260										
1	Lu[103]											260										
2	174.97											260										

فلزهای واسطه

\* سری لانثانید

+ سری آکتینید

138.9055	140.12	140.9077	144.24	(145)	150.4	151.96	157.25	158.9254	162.50	164.9304	167.26	168.9342	173.04	174.97
La[57]	Ce[58]	Pr[59]	Nd[60]	Pm[61]	Sm[62]	Eu[63]	Gd[64]	Tb[65]	Dy[66]	Ho[67]	Er[68]	Tm[69]	Yb[70]	Lu[71]
18.9.2	20.8.2	21.8.2	22.8.2	23.8.2	24.8.2	25.8.2	25.9.2	27.8.2	28.8.2	29.8.2	30.8.2	31.8.2	32.8.2	32.9.2
(227)	232.0381	231.0359	238.029	237.0482	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(254)	(257)	(258)	(255)	(260)
Ac[89]	Th[90]	Pa[91]	U[92]	Np[93]	Pu[94]	Am[95]	Cm[96]	Bk[97]	Cf[98]	Es[99]	Fm[100]	Md[101]	No[102]	Lr[103]
18.9.2	18.10.2	20.9.2	21.9.2	23.8.2	24.8.2	25.8.2	25.9.2	26.9.2	28.8.2	29.8.2	30.8.2	31.8.2	32.8.2	32.9.2

## دشدا آموزش شیمی

سال پنجم - تابستان ۱۳۶۸ - شماره مسلسل ۲۰

نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی  
و تألیف کتب درسی تلفن ۴ - ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۲)

سردبیر : سید رضا آقابورمقدم

مدیر فنی هنری و تولید : حسین فرامرزی نیکنام

صفحه‌آرا : علی نجمی

## پیشگفتار

## کلید پیروزی

راستی کلید پیروزی چیست؟  
برای این پرسش پاسخهای گوناگون  
داده شده است. در حدیث آمده است که  
«الصبر مفتاح الفرج». آری صبر کلید  
پیروزی است. درباره صبر و اهمیت آن  
گفتنیها فراوان است. اندیشمندان را  
می‌شناسیم که در کارهای پژوهشی و  
به نمر رساندن اندیشه‌های خود صبر و  
شکیبایی داشتند و سرانجام به پیروزی  
رسیدند.

■ امام خمینی بنیانگذار جمهوری اسلامی ایران، قلبی سرشار از  
عشق و ایمان و پیوندی ناگسستی با خالق و خلق داشت، یاد و  
اندیشه آن بزرگوار همواره در خاطره‌ها زنده است. ایشان همه  
عمر خود را در بیکار با دشمنان حق و عدالت گذرانید و در برابر  
هیچ ستمگری تسلیم نشد. او تجسم شهادت، شرافت و کرامت بود،  
به خدا بسیار توکل داشت. نگاهش گیرا، کارساز و پسرمنی،  
سکوتش سراپا حکمت و کلامش در جهت دادن اندیشه‌ها نافذ بود.  
به نماز عشق می‌ورزید، آن را بزرگ می‌داشت و به خواندن آن به  
ویژه به نماز جماعت و جمعه بسیار سفارش می‌کرد. به نظم عادت  
داشت و به عهد خود وفادار بود. انسانی مهربان و قاطع اما بلندنگر  
و سازش ناپذیر بود. او با سختیهای جانکاه نبرد کرده و ورزیده

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران  
و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش‌پژوهان در این  
رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به  
صندوق پستی تهران ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

## فهرست

پیشگفتار	سردبیر	۳
برتلو، پیراژن مارسلن	سید رضا آقابورمقدم	۶
چگونگی تنظیم آزمون برای ارزیابی... مرتضی خلخالی		۹
آشنایی با منیزیم و کاربرد آن	دکتر هوشنگ اسلامی	۱۶
نامگذاری ترکیبات آلی	دکتر علی سیدی	۲۴
نظرات چند تن از خبرگان در تدریس علم شیمی		
در مدارس	محمدباقر جلالی	۳۰
گفتگو با برادر دکتر حسین آقابزرگ		۳۷
جدول شماره ۴ (کلمات متقاطع)		۳۸
آشنایی با نشریات		۴۰
نامگذاری ترکیبهای معدنی بر اساس قانون ایوپاک		
	دکتر محمدرضا ملاردی	۴۱
شیوه ساده برای تعیین عدد اکسایش آنها		
	محمد احمدیان	۵۰
نقش شیمی در برش نگاری...		
	دکتر حسین آقایی - دکتر محمدحسین عزیزی	۵۲
پرستی و پاسخ	حسام امینی	۶۲
فهرست مقاله‌های سال پنجم		۶۶
آنیونهای فلزهای قلیایی	دکتر منصور عابدینی	۶۷
کنگره شیمی		۷۲



■ جابر شیمیدان ایرانی، در فراگیری و گسترش علم رنجه‌ها کشید و در کارها به خدا توکل می‌کرد. از ویژگیهای بارز این دانشمند، داشتن صبر، پشتکار زیاد و آزادی رأی است.



■ رازی شیمیدان ایرانی، برای کسب علم رنجه‌ها کشید، سخنان تحقیرآمیز شنید، اما از خواسته خود دست نکشید، صبر داشت و در دانش افزایی به ویژه دانش پزشکی چنان کوشید که در اندک زمان به شهرت رسید.



■ پاستور شیمیدان فرانسوی برای نخستین بار پس از آزمایشها و کاوشهای بی‌شمار، به وجود جانداران ذره بینی (میکروب) پی برد. وی نادرستی نظریه تولید مثل خود به خود را آشکار ساخت و بدین ترتیب این نظریه را درهم شکست. پاستور ثابت کرد که هر موجود زنده از موجود زنده نظیر خود به وجود می‌آید. وی در عقاید خداشناسی راسخ بود و به ایمان و وجدان ارجح می‌نهاد. از گفته‌های اوست:

«اراده، کار و انتظار اساسی‌ترین واژگان فرهنگ‌اند».



شده بود. بسیار صابر بود تا جایی که صبر و استقامتش مسورد تحسین همگان است. از گفته‌های اوست:

– امروز، روز استقامت، روز پاسداری است.

– عشق به محبوب حقیقی همه چیز را محو می‌کند و هر انگیزه‌ای غیر از عشق به او را می‌سوزاند.

– مسأله فرهنگ و آموزش و پرورش در رأس مسائل کشور است.

– آن چیزی که ملتها را می‌سازد، فرهنگ صحیح است.

– اگر مشکلات فرهنگی و آموزشی به صورتی که مصالح کشور اقتضا می‌کند حل شود، دیگر مسائل به آسانی حل می‌شود.

\*\*\*



آسیبی که به وی وارد آمد ویرانی خانه شخصی و کتابخانه گراتیهایش در حمله هوایی به برلین بود. با وجود این همه گرفتاریها، دست از پژوهش برنداشت و نیز در نوشته‌هایش، فروغ تابناک ایمان زنده‌ای را به پروردگار مشاهده می‌کنیم. از گفته‌های اوست:

«دانش نمی‌تواند آخرین راز طبیعت را بگشاید و این از آن نظر است که در دست آخر، ما خود نیز جزئی از طبیعت و همین راز هستیم که برای گشودن آن کوشش می‌کنیم.»

از نمونه‌های بالا فراوان است و همه آنها بی‌انگیزند که پیروزی با پشتکار، صبر و رنج همراه است. اگر انسان در زندگی صبر پیشه کند و به خدای توکل داشته باشد، دشواریهای آسان‌تر برطرف می‌شود و چه نیکوست که همواره به یاد آوریم، گشایش کارها با خداست.

روزگار نشیب و فراز فراوان دارد. روزی به کام ما شیرین و دگر روز ناگوار است، به خود آئیم، روزی که کام یافتیم، صبور باشیم و از حق سربچی نکنیم و چون به سختی افتادیم، صبر کنیم و همواره به یاد خدا باشیم و معاد را به خاطر آوریم.

از نوشته بالا چنین برمی‌آید که صبر آن نیست که انسان دست بر دست بگذارد و در برابر سختیها گوشه‌نشینی برگزیند و به سستی و تنبلی تن دهد. چه نیکوست سخن امام جعفر صادق علیه‌السلام: «از دو صفت پرهیز، بی‌حوصلگی و تنبلی، زیرا اگر بی‌حوصله باشی بر هیچ حقی صبر نخواهی کرد و اگر تنبلی باشی هیچ حقی را ادا نخواهی کرد.»

خداوند! به ما صبر عنایت فرما تا در برابر دشواریها، پایدار باشیم و همواره از حق پیروی کنیم. سردبیر



پرکین (Perkin) شیمیدان انگلیسی در تهیه ترکیبهای کینین رنج فراوان برد. وی از بررسیها و پژوهشهای خود نتیجه نمی‌گرفت تا جایی که ناامید، درمانده و خسته شده بود. اما با صبر و پشتکار به آزمایشهای خود ادامه داد و سرانجام توانست رنگ آبی آنیلین و مووین (Mauvein) را به دست آورد.

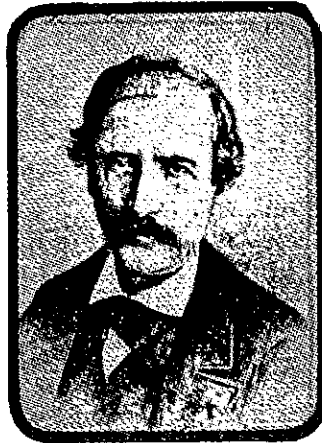


ارلیش (Ehrlich) دانشمند آلمانی و بنیانگذار شیمی درمانی با صبر و حوصله توانست پس از صدها آزمایش بی‌نتیجه، سرانجام دارویی تهیه کند که بدون آسیب رساندن به بدن بیمار، گروه ویژه‌ای از باکتریها را نابود می‌کند. این دارو از نتیجه آزمایش بیش از ۶۰۰ ترکیب شیمیایی بر روی جانوران به دست آمد. از این رو آن را شماره ۶۰۶ یا ۶۰۶ ارلیش می‌نامند.

پلانک (Planck) دانشمند آلمانی بنیانگذار فیزیک کوانتومی، در زندگی خود ناملازمات زیادی را با صبر تحمل کرد، نخست پسر بزرگ او در سال ۱۹۱۶ در صحنه نبرد کشته شد. سپس دختران دوقلوی او یکی پس از دیگری به هنگام زایمان درگذشتند. پسر کوچک و با استعدادش را به جرم دخالت در طرح براندازی رژیم نازی اعدام کردند. خود او در جریان سفری برای ایراد سخنرانی از نزدیک شاهد بیماران و نابودی کاسل (Kassel)، مرکز تجمع صنایع مهم و سنگین آلمان در جنگ جهانی دوم بود. در آن حادثه ساعتها در یک پناهگاه زیرزمینی زیر آوار مدفون ماند. آخرین

# برتلو، پیر اژن مارسلن

Berthelot, Pierre Eugène Marcellin



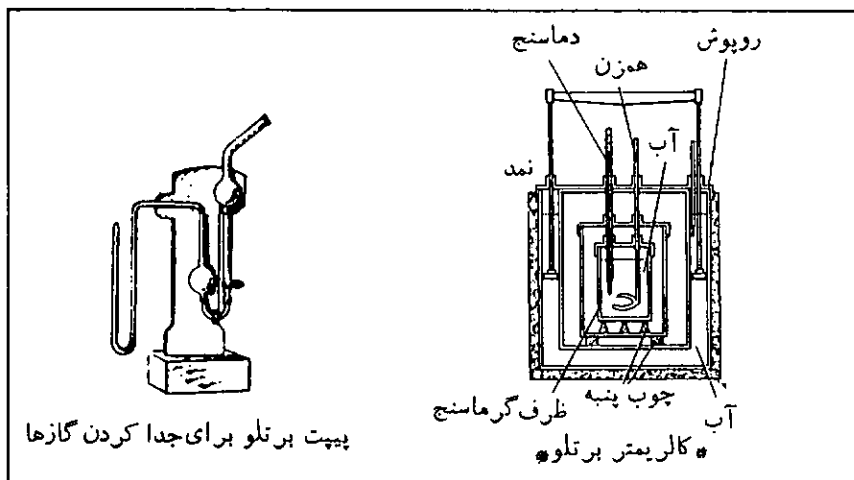
● انسانها برائتر نوشیدن نوشابه‌های الکلی ناتوان می‌شوند، نیروی معنوی آنها کاهش می‌یابد و سرانجام به پستی می‌گرایند و دودمانشان برباد می‌رود. راه نجات و پیشگیری از این مصیبت‌های ناگوار، وضع قوانین بسیار سخت است تا سلامت افراد جامعه تضمین شود.

● با تهیه متان به روش سنتز، توانست دیوار موجود میان ترکیب‌های آلی و کانی را فروریزد.

سید رضا آقا پورمقدم

شیمیدان و سیاستمدار فرانسوی، در ۲۹ اکتبر سال ۱۸۲۷ در پاریس زاده شد. پدرش پزشک بود. در دبیرستان هانری چهارم در پاریس درس خواند و سپس در کالج فرانسه (College de France) دانش‌اندوخت. نخست به رشته فلسفه روی آورد و در این رشته لیسانس شد. سپس رشته پزشکی را برگزید، سرانجام تحت تأثیر برخی از شیمیدانان مانند دوما (Duma) شیمیدان فرانسوی، بالارد (Balard) شیمیدان داروساز فرانسوی و ... قرار گرفت. او کار خود را به سال ۱۸۵۱ به عنوان دستیار بالارد در کالج فرانسه آغاز کرد.

در سال ۱۸۵۴ به دریافت درجه دکترای علوم نایل آمد، موضوع رساله دکترای او تهیه متیل الکل (متانول  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) به روش سنتز بود. در همان سال توانست کار و پژوهش شورول (Chevreul) شیمیدان فرانسوی را درباره گلیسرول (یا گلیسرین) به فرمول  $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$  پیوسته کند.



وی عقیده داشت گرمایی که يك واکنش شیمیایی آزاد می کند، همان عامل محرك آن است. برتلو، ژولیوس تامسن (Thömsen) و ... کسانی بودند که مستقل از یکدیگر، اندازه گیری دقیق گرمای واکنشها را دنبال کردند. برتلو، اصطلاح گرمازا را برای واکنشی که گرما آزاد می کند و اصطلاح گرماگیر را برای واکنشی که گرما جذب می کند به کار برده است. هم برتلو و هم تامسن درباره آثار گرمایی پیشنهاد کرده اند که جهت يك واکنش خودبه خودی از مقدار گرمای تولید شده، معین می شود. برتلو در سال ۱۸۶۰، اصل حداکثر کار را چنین بیان کرد:

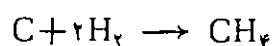
«تمام تغییرات شیمیایی که بدون دخالت انرژی خارجی انجام می گیرند به سمت تولید اجسام یا سیستمی از اجسام میل می کنند که گرمای بیشتری آزاد شود». نادرستی این اصل، حتی در زمان پیشنهاد او، آشکار بوده است، زیرا در غیر این صورت، وی نیاز بدان نداشته است که اصطلاح «گرماگیر» را تعریف کند. از آن زمان بسیاری از فرایندهایی که با جذب گرما (نه تولید گرما)، خودبه خود انجام می گیرند، شناخته شده بود؛ مثلاً

به روش سنتز تهیه کردند، به طوری که تاکنون بیش از یک میلیون نوع ماده آلی تهیه شده است که کاربرد فراوان دارند. برای تهیه ترپنهای<sup>۵</sup> کافور به روش سنتز زحمت کشید و در عمل تخمیر به بررسی پرداخت. وی پس از ولر (Wöhler)، شیمیدان آلمانی، از مقام علمی والایی برخوردار است. نخستین بار برتلو واژه سنتز را به کار برد، وی یکی از بنیان گذاران شیمی آلی جدید است و به پدر شیمی سنتز شهرت دارد. بررسیهای دامنه داری درباره مواد منفجره و رنگها برای دولت فرانسه انجام داد. در اثر پژوهش درباره مواد منفجره به پدیده موج انفجار پی برد. درباره سرعت واکنشهای شیمیایی به بررسی پرداخت.

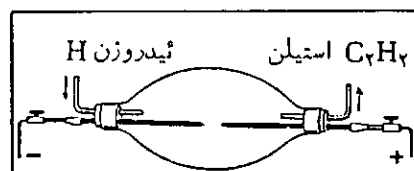
گرچه پاره ای از پژوهشها و کارهای یاد شده توسط هس (Hess) شیمیدان سوئیسی (از نژاد روسی) هم مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته بود، اما این برتلو بود که در این زمینه ها بسیار تلاش کرد، پا از او فراتر نهاد و توانست کالریمتری بسازد و با آن گرمای واکنشهای شیمیایی را معین کند. از کارهای دیگر او ساخت نوعی پیپت است که برای جدا کردن گازها به کار می رود.

ادامه و بسط دهد.

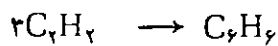
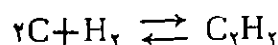
وی از واکنش کلسرول با اسیدهای چرب<sup>۲</sup>، ترکیبهای آلی تهیه کرد که از سازوادهای زیستی گرفته نشده بود. رساله برتلو به خوبی نشان می داد که شیمیدان جوان چه گام مؤثر و قاطعی در راه تهیه ترکیبهای آلی به روش سنتز برداشته است. در سال ۱۸۵۶ یا ۱۸۵۸ متان را به روش سنتز تهیه کرد:



تهیه این ماده، دیوار موجود میان ترکیبهای آلی و کانی را فرو ریخت و سبب شد که نارسایی نظریه نیروی زیستی برسلیوس<sup>۳</sup>، شیمیدان سوئدی، آشکار شود و این نظریه، کامل پذیرفته نشود. از این پس دیگر گفتگو از شیمی آلی تنها به عنوان شیمی فرآورده های زیستی، نادرست بود. ککوله (Kekule) شیمیدان آلمانی نخستین کسی بود که به طور رسمی تعریف جدیدی برای شیمی آلی بیان کرد و طولی نکشید که شیمی آلی محدود به ترکیبهای کربن شد. برتلو، اتیل الکل (اتانول،  $C_2H_5OH$ ) را در ۱۸۵۵، اسید فرمیک (جوهر مورچه، اسید منانوئیک  $HCOOH$ ) را در ۱۸۵۶، استیلن (اتین،  $C_2H_2$ ) را در سال ۱۸۶۰ و بنزن<sup>۴</sup> ( $C_6H_6$ ) را در سال ۱۸۶۶ به روش سنتز تهیه کرد.



سنتز استیلن به روش برتلو



از آن پس مواد آلی را یکی پس از دیگری

## پانویسها:

۱- سنتز (Synthesis)، عملی است که ضمن آن ماده مرکب را از عنصرها (مانند تهیه استیلن از کربن و نیتروژن) و یا ماده مرکب ساده تر (مانند تهیه بنزن از استیلن) تهیه می کنند.

۲- اسیدهای چرب (Fatty acids)، اسیدهای کربوکسیلیک اشباع نشده زنجیری اند که همولگهای سنگین تر آنها مانند اسید پالمیتیک و اسید استئاریک به صورت ترکیب با گلیسرول به نام گلیسریدها در ساختار مواد چربی شرکت دارند.

۳- زندگینامه این شیمیدان در شماره ۷ مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

۴- بنزن (Benzene) یا فن (Phene)، هیدروکربن اشباع نشده حلقوی، مایع بی رنگ.

۵- ترپنها (Terpenes) گروهی از نیتروکربنهاستند که در بسیاری از اسانسهای گیاهی وجود دارند.

۶ و ۷- زندگینامه این دو دانشمند به ترتیب در شماره های ۱۰ و ۱۱ مجله رشد آموزش شیمی آمده است.

## منابع

۱- دائرة المعارف شیمیدانان جهان، تألیف سید رضا آقا پورمقدم

۲- Grand Larousse Encyclope -  
dique., Vol. 3.

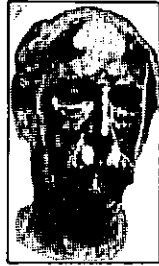
۳- New Century Cyclopedia of  
Names, Vol. 1, U.S.A., 1954.

۴- Encyclopedia Americana,  
Vol. 3, U.S.A., 1975.

۵- Encyclopedia International,  
Vol. 2, U.S.A.; Grolier, 1975.

۶- The New Encyclopedia Brita-  
nnica, Vol. 1, U.S.A, 1974.

که پایه نامگذاری کنونی را تشکیل می دهد، معین کردند.



پیکره برتلو

برتلو به ادبیات عشق و آفری داشت، به تاریخ یونان آگاهی و در زبان لاتین تخصص داشت. عاشق پرشور فلسفه و پای بند به عقاید مذهبی بود. کتا بهای مذهبی را اغلب مطالعه می کرد و کتابی را به نام زندگی حضرت مسیح علیه السلام تألیف کرد. برتلو برای این که بتواند از آثار جا بر بن حیانی<sup>۷</sup>، کیمیا گر و شیمیدان ایرانی که یکی از شاگردان حضرت امام جعفر صادق علیه السلام بود؛ بهره گیرد، زبان عربی را آموخت و پاره ای از آثار وی را از زبان عربی به زبان فرانسه ترجمه کرد. در حدود ۲۳ جلد کتاب نوشت، از جمله، شیمی آلی بر پایه سنتز (۱۸۶۰)، در این کتاب، احتمال ساختن همه گروههای ترکیبهای آلی را از عنصرهای کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن خاطر نشان کرد؛ درسهایی درباره روشهای عمومی سنتز در شیمی آلی (۱۸۶۴)؛ اصول ساخت تتور؛ درباره قدرت پودر و مواد منفجره (۱۸۷۲)؛ تجربه شیمی استاتیک؛ تجربه شیمی مکانیک مبنی بر اساس ترموشیمی (۱۸۷۹)؛ علم و فلسفه (۱۸۸۶)؛ روش نامگذاری شیمیایی (۱۸۷۷، بالا ووازیه)؛ مجموعه کیمیا گران قدیم یونان (۱۸۸۸)؛ شیمی در قرون وسطی و ترجمه بخشی از فهرست ابن النذیم (۱۸۹۳)؛ ترموشیمی (۱۸۹۷)؛ نیتروکربنها (۱۹۰۱) و ... برتلو در ۱۸ مارس ۱۹۰۷ در زادگاهش درگذشت.

این تجربه ساده که با حل کردن پاره ای از نمکها در آب، محلول سرد می شود، با وجود این به نظر می رسد که جنب و جوش بسیاری از مولکولها باید به آزاد شدن گرما مربوط باشد، به همین دلیل بود که این اصل نارسا، تا اندازه ای پذیرفته شد.



برتلو از سال ۱۸۵۹ تا ۱۸۶۱ استاد مدرسه عالی داروسازی و از سال ۱۸۶۱ تا ۱۹۰۷ استاد کالج فرانسه پاریس بود. پس از برقراری جمهوری سوم در فرانسه، از سال ۱۸۷۱ برتلو در کارهای اجتماعی اظهار نظر می کرد. در سال ۱۸۸۱ به عنوان عضو دائمی مجلس سنا برگزیده شد. از سال ۱۸۸۶ تا ۱۸۸۷ وزیر آموزش و پرورش و از سال ۱۸۹۵ تا ۱۸۹۶ وزیر امور خارجه بود. در سال ۱۸۸۹ به جای پاستور<sup>۶</sup> شیمیدان و باکتری شناس فرانسوی، منشی دائمی فرهنگستان علوم فرانسه شد.

در بیرون از شهر پاریس آزمایشگاههای شیمی کشاورزی را تأسیس کرد و خاصیت وجود نیتروژن را در گیاهان بررسی کرد. به بررسی عمل میکروارگانیزمها در تثبیت نیتروژن در خاکها پرداخت. بهره گیری از ازن (تری اکسیژن، O<sub>3</sub>) را برای پالایش میکروبی آب، بررسی و طرح ریزی کرد. درصدد برآمد بازده گاز روشنایی را زیاد کند. ترکیب آمونیاک را کشف کرد و یکی از نخستین محلولهای سفید کننده را کامل کرد. از جمله کسانی است که بالا ووازیه اصول نامگذاری ترکیبهای شیمیایی را



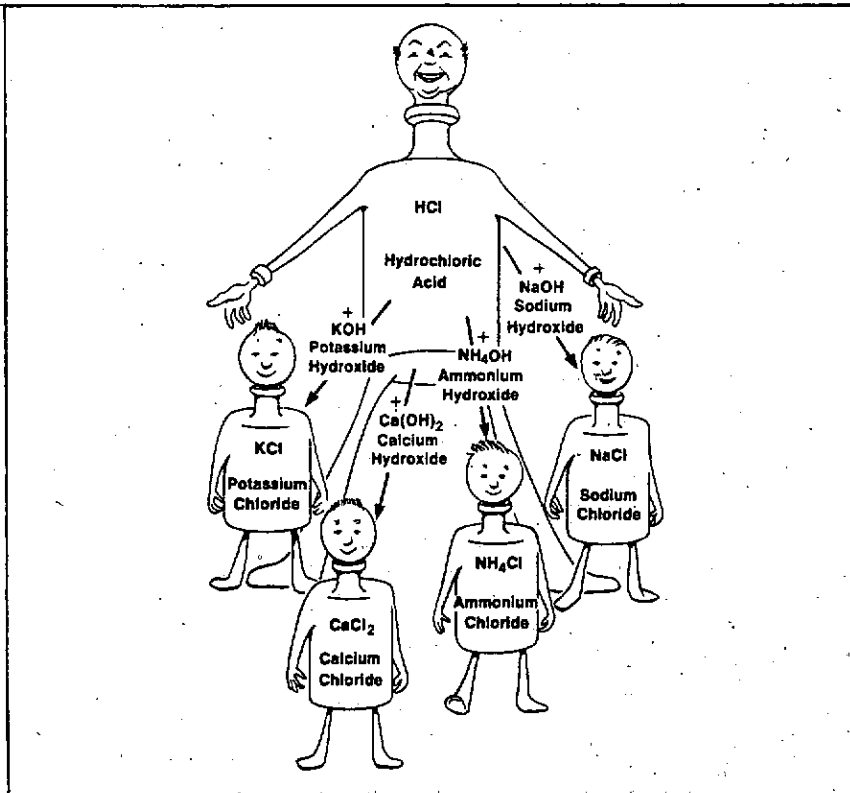
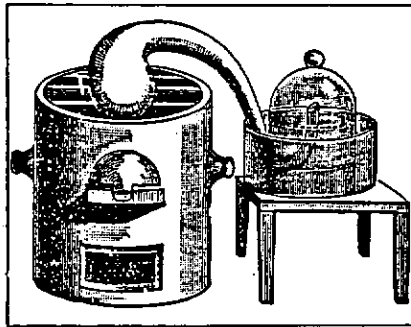
کوره روشن گذاشتم و برای چندین روز حرارت دادم. روز اول تغییر مهمی به جز جوشیدن جیوه و تبخیر و تقطیر آن در قرع، مشاهده نکردم. روز دوم، دانه‌های سرخ رنگی در سطح جیوه در قرع آشکار شد. حرارت دادن را پیوسته ادامه دادم مرتباً بر مقدار دانه‌های سرخ رنگ افزوده شد. پس از گذشت ۱۲ روز، دیگر هیچگونه تغییری مشاهده نکردید. در پایان این آزمایش تقریباً  $\frac{1}{6}$  از حجم هوای

درون سرپوش کاسته شد. گاز باقیمانده ویژگی‌های هوا را نداشت. سوختن و دم‌زدن در آن امکان نداشت. برای آنکه این گاز دوباره خواص هوای معمولی را پیدا کند، باید گازی را که از حرارت دادن جیوه سرخ حاصل می‌گردد، به این هوای ناقص بیفزایم ...» بدین طریق لایه لایه

باید همراه با پیام مورد تعبیر و تفسیر ارائه شوند، به طوری که:

– این پیام می‌تواند شامل يك یا دو پاراگراف نقل قولی باشد.

مثال - لایه‌های در دفتر چاهه خاطر آتش، مطالبی به این مضمون نوشت: مقدار جیوه را در يك قرع حرارت دادم و مطابق شکل، سر قرع را به زیر سرپوش پراز هوا که بريك تشك پراز جیوه واژگون شده بود، وارد کردم قرع را روی



# چگونگی تنظیم آزمون برای ارزیابی میزان تحقق یافتن هدفهای تعبیر و تفسیر

در ارزیابی توانایی تعبیر و تفسیر، فرد را با يك پیام مواجه می‌کنیم و از او می‌خواهیم که فعلیتهای ذهنی مناسب انجام دهد. مثال این ارزیابی‌ها در دو قلمرو پرسشهای انشایی و پرسشهای عینی ممکن است به صورت زیر باشد:

## تعبیر و تفسیر در قلمرو آزمونهای انشایی

آزمونهای انشایی می‌توانند برای ارزیابی توانایی فراگیر در تعبیر و تفسیر به کار روند. پرسشها و تمرینهای انشایی

۱- اقتباس با خلاصه نویسی، از مقاله روانشاد استاد احمدرضا قلی‌زاده، تحت عنوان « نظر اجمالی به تاریخ و پیشرفتهای تدریجی شیمی» که به تاریخ ۱۳۵۲/۲/۲۱ به‌گروه‌بشیمی دفتر تحقیقات ارائه شد.



ثابت کرد که هوا مخلوط است و عنصر نیست. و نیز نشان داد که برخلاف نظریه فلویستون، جسم سوختنی تجزیه نمی شود. بلکه با اکسیژن هوا ترکیب می شود. لاورازیه پیش از آنکه آزمایش خود را در مجمع علمای وقت بیان کند، به وسیله گیوتین اعدام شد.

پرسش ۱- لاورازیه از آزمایش نخست خود که ۱۲ روز طول کشید، چه نتیجه گرفت؟

پرسش ۲- لاورازیه با افزودن گاز حاصل از حرارت دادن جیوه سرخ به هوای ناقص قبلی، مجدداً به هوای کامل قبلی دست یافت. علت را توضیح دهید.

پرسشی از یک تصویر کارتونی باشد. مثال: چه استنباطی از شکل زیر می کنید؟ مطابق این شکل، چه تعریف کلی برای نمک ارائه می دهید؟

یک یا چند تصویر کارتونی ممکن است زمینه ای برای یک تمرین انشایی باشد، که طی آن از فراگیر خواسته

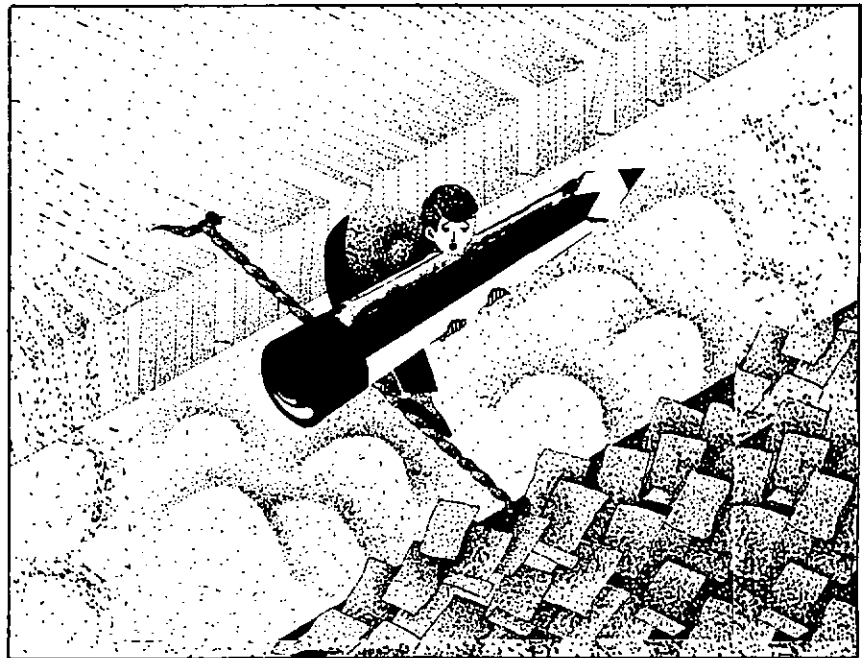
می شود که کارتون را با توجه به برخی مسائل اجتماعی یا معاصر تعبیر و تفسیر کند. مثال ۱- شکل و شرح زیر را بررسی کرده و پیام آن را که در ارتباط با شیوه

امتحانات متعارف کنکوری است، با بیان خود تعبیر کنید.

مثال: متن زیر از نشریه کوچک روشهای آموزش شیمی در شوروی گرفته شده است. آن را بخوانید و به پرسش بعدی پاسخ دهید:

مثال ۲- شکل زیر چه نکته ای را می رساند؟ آن را طی یک یا دو سطر توضیح دهید.

در روشهای آموزشی همواره دو خطمشی شناخته شده است. یکی از آنها از ایام باستان آغاز شده است. این روش، فرایند آموزش را انتقال دادن معلومات و مهارتها از معلم به دانش آموز، همچون ریختن مایع از یک ظرف به ظرفی دیگر می داند. برای معلم کافی است که موضوع ساده درسی را به خوبی شرح دهد و فراگیری آنچه را که شرح داده است از شاگردان بخواهد.



نقطه مقابل این خطمشی، نظریه تربیت آزاد است که در آن نقش معلم عبارتست از به وجود آوردن شرایط مناسب برای آموختن درس به وسیله شاگردان. موضوعات مورد بحث و شیوه های انجام آنها به علاقه های شاگردان و امکانات بستگی دارد. ثابت شده است که این هر دو خطمشی نادرست است ...»

عبور مخاطره آمیز دانش آموز از فلاتی به فلات دیگر ...  
به کمک یک مداد ۲B و قسمتی تعداد پرگهای آزمون ...

ارزیابی توانایی تعبیر و تفسیر به کار برد. مثال آنها در تمرینهای «چهارگزینه‌ای»، «پرسشهای درست، غلط» «پرسشهای پاسخ کوتاه» و «سؤالات جورکردنی» است، که به دنبال نقل قولها، کارتونها، جدولها، نمودارها و غیره می‌آیند، مانند:

از فراگیر می‌خواهیم که استنباطهایی درباره پیام انجام دهد و یا استنباطهایی انجام یافته را تشخیص دهد. این استنباطها ممکن است در سطح جامعه‌تر و کلی‌تر از نفس پیام باشد، و هر جا که امکان دارد، به بیش از يك عامل یا نکته موجود در پیام توجه کند.

گاهی استنباطها ممکن است شامل تصحیح‌هایی باشد که مبتنی بر وقایع خاص ذکر شده در پیام است، مانند.

مثال ۱- هنگامی که اسید نئیدروکلریک غلیظ را بر آب نمک غلیظ بریزیم، رسوب سفیدی آشکار می‌شود. علت چیست؟

۱- محلول غلیظ هر اسید با نمک غلیظ آن رسوب تشکیل می‌دهد.

۲- گنجایش مقدار محدود حلال برای مواد در غلظتهای بالا کم است.

۳- پدیده معروف به اثر یون مشترک رخ می‌دهد.

۴- اسید غلیظ توانایی آزاد کردن نمک مربوط را دارد.

در این پرسش هدف تشخیص توانایی فراگیر در تفسیر يك مشاهده خاص بر اساس يك مفهوم عام است.

گاهی نیز استنباطها مربوط به وقایع و عوامل خاصی است که پیام آنها را به صورت عام و جامع مطرح می‌کند.

مثال: کدامیک از شرایط زیر معمولاً

نمودار و جدولی همراه با «پرسشهای پاسخ کوتاه» ارائه می‌شود که طی آنها فراگیر ممکن است به تعبیر و تفسیر برخی داده‌های آنها دست بزند و یا اینکه استنباطهایی درباره مناسبات درونی یا معنی کلی آنها انجام دهد.

مثال - نمودار قبلی قابلیت حل شدن دو نمک نیترات سدیم و نیترات پتاسیم را بررسی کرده و به پرسشهای زیر پاسخ دهید:

۱- در چه دمایی قابلیت حل شدن هر دو نمک یکسان است؟

۲- واکنش حل شدن این دو نمک در

آب گرماگیر یا گرماز است؟

۳- روی هم رفته، آمادگی حل شدن

کدامیک از دو نمک در آب بیشتر است؟

**تعبیر و تفسیر در قلمرو پرسشهای عینی**

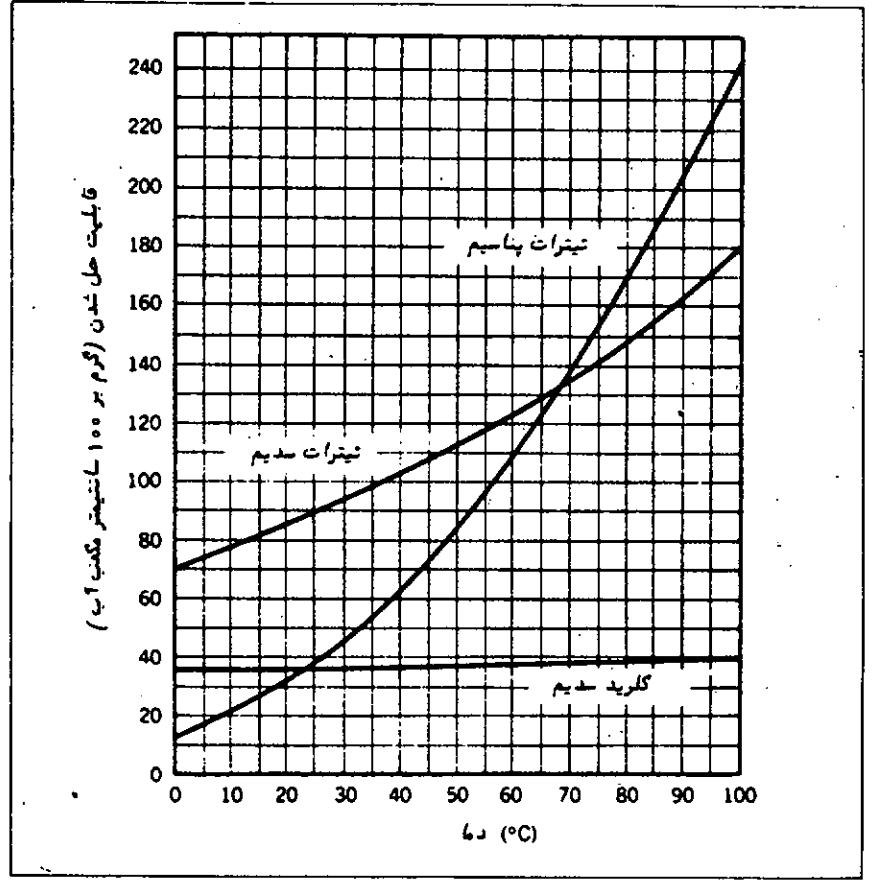
آزمونهای عینی را نیز می‌توان برای

پرسش: فعالیت معلم، فعالیت دانش آموز و کیفیت یادگیری را در این دو روش مقایسه کنید.

توجه - هر گاه پرسشهایی از قبیل «روش معمول در ایران را با هر يك از این دو روش مقایسه کنید» و یا «امتیازات و نقایص هر يك از این دو روش در چیست؟» و «با کدامیک از دو روش بیشتر موافق هستید؟ دلیل بیاورید»، در سطح قراردادی بالاتر از فهمیدن قرار می‌گیرند زیرا قضاوت نیازمند به داده‌های خارج از قلمرو محدود متن داده شده است.

نمودار و جدولی ارائه می‌شود که پرسشهای انشایی به دنبال دارد.

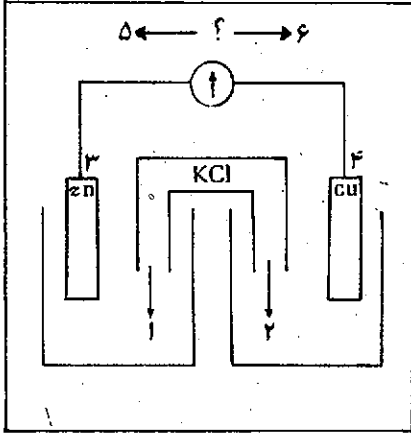
مثال - نمودار قابلیت حل شدن نیترات سدیم و نیترات پتاسیم را بررسی کرده يك وجه تشابه و يك وجه تفاوت میان آنها را بیان کنید.



۱- ترجمه باقر مظفرزاده برای گروه برنامه‌ریزی شیمی دفتر تحقیقات در سال ۱۳۵۲

- به نفع پیشرفت واکنش شیمیایی خود به خودی است؟
- ۱- افزایش محتوی انرژی و افزایش بی نظمی.
- ۲- کاهش محتوی انرژی و افزایش بی نظمی.
- ۳- کاهش محتوی انرژی و کاهش بی نظمی.
- ۴- افزایش محتوی انرژی و کاهش بی نظمی.
- یا از فراگیر می‌خواهیم که برخی گفته‌های اصلی را که در یک نقل قول آمده، بر حسب فلورهای مشخصی، طبقه‌بندی کند.
- مثال ۹: مطالب زیر را که از یادداشتهای تاریخی آرنیوس اقتباس شده، بخوانید و به پرسشهای مربوط پاسخ دهید:
- «آزمایشهای فراوان من درباره محلولها نشان داد که
- ۱- یک مول بعضی مواد مانند شکر یا الکل در ۱۰۰ گرم آب، نقطه انجماد محلول را  $1/86^{\circ}\text{C}$  پایین می‌آورد در عین حال، این محلول رسانای الکتریسته نیست.
- ۲- یک مول از مواد دیگری از قبیل  $\text{NaCl}$  و  $\text{KCl}$ ، نقطه انجماد محلول را تقریباً سه مقدار  $1/86^{\circ}\text{C} \times 2$  کاهش می‌دهد. این محلول برخلاف مورد قبلی، رسانای الکتریسته است.
- ۳- یک مول از موادی مانند  $\text{NH}_4\text{OH}$  و  $\text{CH}_3\text{COOH}$  نقطه انجماد محلول را تقریباً  $2^{\circ}\text{C}$  پایین می‌آورد. این محلول رسانای بسیار ضعیفی برای الکتریسته است.
- از داده‌های طبقه‌بندی شده مزبور دریافتم که
- الف - در محلولهای یک مولایی که فقط نقطه انجماد آنها پایین‌تر از  $1/86^{\circ}\text{C}$  است، تعداد ذرات موجود در محلول بیش از تعداد آنها در محلول شکر و الکل است.
- ب - رسانایی الکتریکی محلول بداین علت است که ذرات موجود در آن می‌توانند جریان الکتریسته را انتقال دهند. در این فرایند وقتی امکان پذیر است که ذرات موجود در محلول خود دارای بار الکتریکی باشند. به جاست که چنین ذراتی را یون به نامیم» (پایان نقل قول)
- پرسش ۹- اثر مواد بر کاهش نقطه انجماد محلول مطابق کدام روند زیر است؟
- ۱-  $\text{NaCl} > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{COOH}$
- ۲-  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{NaCl}$
- ۳-  $\text{NaCl} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- ۴-  $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{NaCl}$
- پرسش ۲- تعداد یونهای موجود در محلول یک مولال کدامیک از مواد زیر بیشتر است؟
- ۱-  $\text{NaCl}$
- ۲-  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- ۳-  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- پرسش ۳- در محلول یک مولالی الکل، آیا تعداد ذرات حاصل از حل شدن الکل بیش از تعداد مولکولهای الکل است یا خیر؟ یا اینکه مجموعه‌ای از داده‌ها به فراگیر ارائه می‌شود و از او خواسته می‌شود که آنها را بر اساس یک معیار نسبی طبقه‌بندی کند. مثلاً نسبی بودن ابعاد و اندازه‌ها، زمان، حجم، چگالی، فعالیت و غیره. مانند مثال زیر که از نوع آزمونهای جور کردنی است:
- مثال - در زیر، فاصله متوسط بعضی ذرات یا اندازه آنها را آورده‌ایم. این
- ۱- هر دو معتقد به وجود سطوح ثابت انرژی پیرامون هسته هستند.
- ۲- هر دو معتقد به وجود مدارهای ثابت برای گردش الکترون هستند.
- ۳- هر دو دارای مدارهای فرعی هستند.
- ۴- هر دو معتقد به حرکت وضعی و انتقالی برای الکترون هستند.
- یا اینکه یک پاراگراف نقل قول و یا برخی داده‌های علمی ارائه می‌شود یا در جدول و نمودار قرار می‌گیرد. آنگاه از فراگیر خواسته می‌شود که هر یک از گزینه‌ها را بر اساس اینکه داده‌های ارائه مواد را مجدداً به ترتیب نزولی مرتب کنید. به طوری که بزرگترین فاصله یا اندازه را با حرف A و بعدی را با حرف B و ... مشخص کنید و کمترین آنها را با حرف F نشان دهید.
- ۱- فاصله متوسط بین مولکولهای هوای اتاق حرف انتخابی
- ۲- فاصله متوسط بین اتمهای یک ماده جامد و مبتلور حرف انتخابی
- ۳- اندازه متوسط بزرگترین هسته اتمی حرف انتخاب
- ۴- قطر متوسط یک پروتون حرف انتخاب
- ۵- ضخامت متوسط ظریف ترین حباب که هنوز رنگ و شکل دارد حرف انتخابی
- ۶- اندازه متوسط مولکول روغن حرف انتخاب
- یا اینکه از فراگیر خواسته می‌شود که در محدوده آموختنی‌های خود درباره دو اندیشه یا دو نظریه، مقایسه یا مقابله‌ای انجام دهد:
- مثال - موارد تشابه و تفاوت میان نظریه سیاره‌ای و نظریه اریتمالی ساختمان اتم در چیست؟ پاسخ درست را با Zدن علامت (V) و پاسخ نادرست را با Zدن علامت (X) مشخص کنید.

مثال - شکل زیر که مربوط به یک پیل الکتروشیمیایی است، بررسی کنید و شماره‌های دال بر هر یک از موارد زیر را مشخص کنید:



الف - آند

ب - کاتد

ج - جهت حرکت یون کلرید

د - جهت انحراف عقربه ولت‌سنج

### یادآوری -

در آزمونهای انشایی، کیفیت پاسخ و انشاء آن بر حسب توانایی‌ها و خلاقیت‌های فراگیر تفاوت می‌کند. به همین دلیل، ارزیابی پاسخها توسط تصحیح‌کنندگان مختلف، ممکن است به نتیجه نمره یکسان نرسد. زیرا هر یک تا حدودی تحت تأثیر معیارهای ذهنی و نگرشهای شخصی خود به ارزیابی می‌پردازد. در صورتیکه در آزمونهای عینی، که محلی برای ارائه اندیشه‌ها و احتمالاً ابتکارات پیش‌بینی نشده فراگیر ندارند، فقط حق انتخاب گزینه و پاسخ از قبل آماده شده فراهم است. در آزمونهای عینی، تصحیح‌کنندگان مختلف یا کامپیوتر مطابق کلید

۱- آمادگی الکترون‌دهی پتاسیم بیش از سدیم است. حرف انتخاب

۲- فعالیت شیمیایی پتاسیم بیش از سدیم است. حرف انتخابی

۳- شدت فعالیت فلز کلسیم بیش از لیتیم است. حرف انتخابی

۴- ساختمان فلزی بریلیم مانند منیزیم است. حرف انتخاب

(پاسخهای مناسب: ۱- الف، ۲- ب، ۳- ج، ۴- ه)

توجه - فرض بر این است که فراگیر می‌داند که انرژی یونیزاسیون تنها عامل تعیین‌کننده برای سرعت واکنش نیست، و گرنه از او انتظار داریم که فراسوی اطلاعات جدول ارائه شده پیش برود.

۱- یا شکلی ارائه شود و از فراگیر خواسته شود که اجزاء تشکیل‌دهنده آن را بر اساس ساختمان یا کار تشخیص دهد. پاسخ این گونه پرسشها متضمن اعمال ذهنی پیچیده‌تر از حفظ کردن است.

۱- کاملاً درست است.  
۲- احتمالاً درست است.  
۳- شواهد کافی نیست.  
۴- احتمالاً نادرست است.  
۵- کاملاً نادرست است.

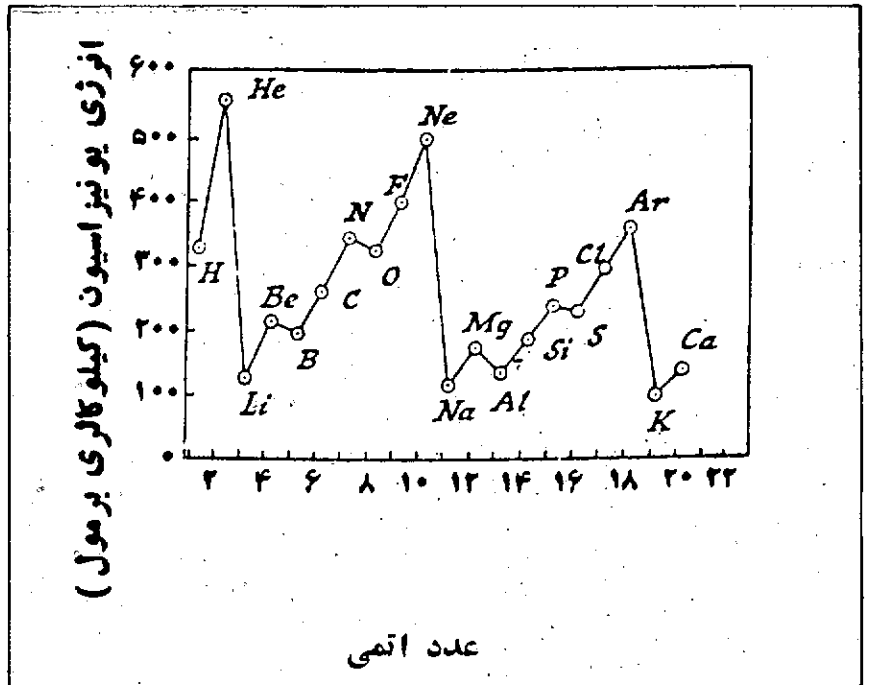
شده کافی برای تشخیص صحت و سقم مطالب هستند، یا خیر طبقه‌بندی کند.

مثال - شکل زیر نمودار انرژی نخستین یونیزاسیون بیست عنصر اول جدول تناوبی را نشان می‌دهد. نمودار را بررسی کرده و قضاوت خود را فقط بر اساس داده‌های آن و به صورت زیر بیان کنید:

الف - مطلب کاملاً درست است  
ب - مطلب احتمالاً درست است  
ج - داده‌های این نمودار کافی برای بیان هر گونه میزانی از صحت و سقم مطلب نیست.

د - مطلب احتمالاً نادرست است  
ه - مطلب به کلی نادرست است  
این مقوله را نیز می‌توان روی مقیاس قرار داد. مانند:

۱- کاملاً درست است.  
۲- احتمالاً درست است.  
۳- شواهد کافی نیست.  
۴- احتمالاً نادرست است.  
۵- کاملاً نادرست است.



## چگونگی سنجش و ارزشیابی در جهت هدفهای برون‌یابی

در اغلب موارد شایسته است که سنجش برون‌یابی را همزمان با سنجش توان تعبیر و تفسیر در تمرینهای انشایی یا عینی که قبلاً با نمونه‌های آنها آشنا شدیم، انجام داد. در این صورت، تمرینها و آزمونهای برون‌یابی، وسیله‌ای برای تشخیص این نکته قرار می‌گیرند که آیا فراگیر می‌تواند

به نقاطی فراتر از محدوده یافته‌ها و اطلاعات داده شده، پیش برود، و آیا می‌تواند آن یافته‌ها و اطلاعات خاص را به طور صحیح بسط دهد و در محدوده پیام به کار بندد؟

انتظار می‌رود که برون‌یابی انجام یافته توسط فراگیر، در موارد زیر با متن اصلی پیام تفاوت داشته باشد:

الف - بسط دادن در بعد زمان - هر گاه یافته‌های داده شده شامل روندها و تحولات مربوط به یک برهه از زمان باشد، برون‌یابی، نشان دهنده تلاش برای بسط دادن این روندها و تحولات به زمانهای دیگر است.

ب - بسط دادن موضوع یا قلمرو - هر گاه پیام درباره یک موضوع باشد، برون‌یابی نشان دهنده تلاش برای بسط دادن اندیشه‌ها به موضوع یا موقعیت دیگری است که در هر حال با موضوع اصلی در ارتباط می‌باشد سطح این فعالیت ذهنی فراتر از فعالیت‌های تعبیر و تبدیل شکل پیام است، زیرا شامل بسط دادن اندیشه‌ها فراتر از موضوع اصلی می‌باشند.

ج - ارائه نمونه یا زمینه کلی - هر گاه یافته‌ها در ارتباط با یک نمونه باشند،

در موقعیتها و مسائلی به کار برد که آشکارا در پیام تصریح نشده است.

برون‌یابی دقیق نیازمند آن است که خواننده پیام توانایی انجام تبدیل، همچنین تعبیر و تفسیر را داشته باشد، افزون بر این، او باید توان بسط دادن روندها و تحولاتی را داشته باشد که به نقاطی فراتر از داده‌های گفته شده در پیام گسترش یابند تا دلالتها و آثار مترتب بر آنها را در حد انطباق یافتن با شرایط تصریح شده در پیام مشخص کند.

## هدفهای آموزشی در برون‌یابی

- توانایی بررسی نتایج و عواقب یک کار در قالب استنباطهای آنی حاصل از عبارتهای تصریح شده در پیام.

- توانایی انجام دادن نتیجه‌گیریها و بیان روشن آنها (تشخیص محدودیت داده‌ها، پیشنهاد استنباطهای دقیق و فرضیه‌های قابل توجه در حد پیام)

- مهارت در پیشگویی جهت روندها - مهارت در درون‌یابی هنگامی که کمبود یا خلأ و یا فاصله‌ای در یک سری از داده‌ها وجود داشته باشد و نیازمند تشخیص آن هستیم.

- توانایی تخمین یا پیشگویی نتایج یک مجموعه از فعالیت‌هایی که در پیام ارائه شده‌اند.

- توانایی تشخیص عواملی که ممکن است پیشگویی‌های مربوط به پیام را به بیراهه بکشد.

توانایی تمیز پی‌آمدهایی که احتمال وقوع آنها کم است، از پی‌آمدهای دیگری که احتمال انجام یافتن آنها خیلی زیاد است.

توانایی تمیز ارزش‌گزارها از پیشگویی پی‌آمدها.

راهنمای باساخته، به ارزیابی یکسان می‌رسند. بدین ترتیب دیده می‌شود که هر یک از این دو نوع آزمون انشایی و عینی، هم دارای امتیازات و هم دارای نقایص هستند. از این رو بر حسب کیفیت هدفها، نیازها، شرایط اجرایی و تعداد آزمون شوندگان، می‌توان از هر دو نوع آنها استفاده کرد.

## ۲/۳۵ - برون‌یابی (بسط دادن)

نوع سوم رفتار فراگیر در قلمرو فهمیدن را می‌توان برون‌یابی نام نهاد و این شامل انجام برآوردها یا پیشگویی‌های مبتنی بر درک روندها، تحولات یا شرایط ارائه شده در پیام است. همچنین ممکن است شامل انجام استنباط‌هایی بر اساس دلالتها، آثار تبعی، ضرورتها و نتایج حاصله است که در حد شرایط توصیف شده در پیام می‌باشد.

تفاوت برون‌یابی با سطح بالاتر کاربرد در این است که تفکر در برون‌یابی جنبه انتزاعی کمتری داشته و بر مبنای مطلب ارائه شده در پیام است و نه بر اساس یک امر انتزاعی برآمده از تجارب و موقعیتهای دیگر. برای مثال در کاربرد نیازمند به کار بستن اصول کلی، قوانین و روشهای عام هستیم.

گاهی برون‌یابی شامل قضاوت‌هایی بر مبنای یک امر عام است، در صورتیکه پیام متوجه یک مثال خاص است. یا بالعکس، قضاوت بر مبنای یک مثال خاص است، در صورتیکه پیام توصیف‌کننده یک مطلب عام می‌باشد. خواننده پیام، در صورتیکه در صدد استفاده کامل از پیام باشد، باید آن را فراتر از محدوده‌ای که نویسنده تنظیم کرده پیش برود و حتی ممکن است که برخی اندیشه‌های پیام را

نیترات پتاسیم نشانه‌ای از گرماگیری قابل ملاحظه فرایند حل شدن این نمک است (برون‌یابی - استنباط و بسط دادن موضوع)

۳- هرگاه دمای جوش آب  $125^{\circ}\text{C}$  می‌بود، قابلیت حل شدن کلرات پتاسیم در  $110^{\circ}\text{C}$ ، بیش از کلرید پتاسیم می‌شد (برون‌یابی - استنباط و ارائه فرضیه)

۴- هرگاه فرایند حل شدن کلرات پتاسیم خیلی گرماگیر نبود، قابلیت حل شدن آن هرگز به کلرید پتاسیم نمی‌رسید (برون‌یابی - استنباط و ارائه فرضیه)

۵- به طوری که قابلیت حل شدن نمکهای پتاسیم در آب زیاد است (برون‌یابی - تشخیص محدودیتها)

۶- فرایند حل شدن همه نمکهای ارائه شده در جدول گرماگیر است (تغییر و تبدیل و استنباط)

۷- قابلیت حل شدن کلرید سدیم با افزایش دما کاهش می‌یابد (تغییر و تبدیل).

۸- با سرد کردن محلول اشباع شده مربوط به همه نمکهای ارائه شده در شکل، رسوبهایی ته‌نشین می‌شود (برون‌یابی - انتقال از واقعیت‌های خاص به يك امر عام).

۹- روند افزایش قابلیت حل شدن کلرات پتاسیم کم و بیش مشابه روند قابلیت حل شدن سایر واکنشهای گرماگیر است (برون‌یابی - از کل به جزء)

۱۰- میزان افزایش قابلیت حل شدن کلرید پتاسیم تقریباً در نیمه راه میان روندهای نیترات پتاسیم و کلرید سدیم است (تغییر و تبدیل).

۱۱- قابلیت حل شدن نمک نیترات پتاسیم در  $55^{\circ}\text{C}$  در حدود ۳۵ گرم است (درون‌یابی).

برای صدور این حکم است که «عبارت کاملاً درست» است، کافی می‌باشد.

ب - اطلاعات ارائه شده در شکل برای صدور این حکم که «عبارت احتمالاً درست است» کافی نمی‌باشد.

ج - اطلاعات ارائه شده در شکل برای صدور هیچگونه حکمی درباره میزان درستی و سقم عبارت کافی نیست.

د - اطلاعات ارائه شده در شکل برای صدور این حکم که «عبارت احتمالاً نادرست» است، کافی می‌باشد.

ه - اطلاعات ارائه شده در شکل برای صدور این حکم که «عبارت کاملاً نادرست» است، کافی می‌باشد.

۱- مقدار کمتری نمک کلرید سدیم در دمای  $30^{\circ}\text{C}$  نسبت به دمای پایین‌تر از  $10^{\circ}\text{C}$  در آب حل می‌شود. (برون‌یابی - بسط دادن موقعیت).

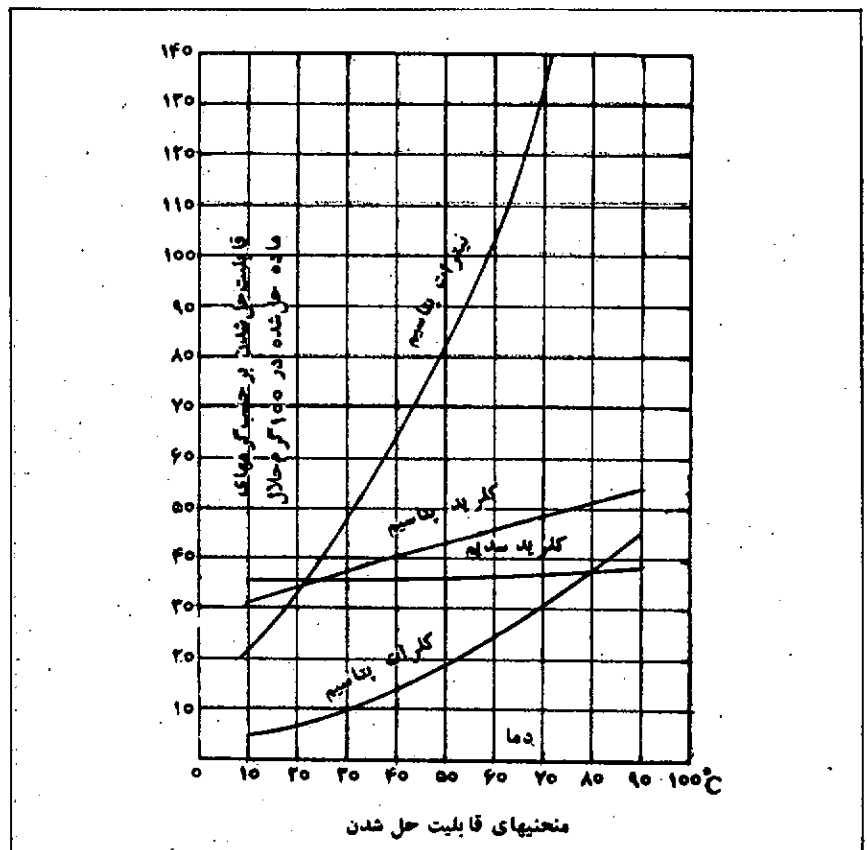
۲- افزایش شدید روند حل شدن

برون‌یابی ممکن است به يك مرکزلی برسد که البته شامل آن نمونه و جزء نیز می‌باشد. بالعکس، هرگاه یافته‌ها در ارتباط با کل باشد، برون‌یابی ممکن است به نمونه و جزء برسد. برای مثال یافته‌ها ممکن است در ارتباط با تحولات صنعت نفت در برهه‌ای از زمان باشد، و برون‌یابی وابسته به تحولات این صنعت در شرکت ملی نفت بشود.

### برخی مثالها:

شکل زیر منحنی‌های قابلیت حل شدن چند نمک را در آب نشان می‌دهد. منحنی‌ها را بررسی کنید و نظر خود را درباره عبارت‌های ۱ تا ۱۱ بیان کنید. در هر مورد داوری خود را بر اساس انتخاب یکی از پنج حرف زیر بر مبنای داده‌های قابل استخراج از شکل ارائه دهید.

الف - اطلاعات ارائه شده در شکل



می شود و لایه نازکی از اکسید سطح آن را می پوشاند. منیزیم به صورت نوار به شدت در هوا می سوزد و نورخیره کننده ای ایجاد می کند و مخلوطی از اکسید و نیتريد می دهد. نور حاصل از اشعه فرا بنفش غنی است. يك سیم منیزیمی به قطر ۰/۲۹۷ میلیمتر وقتی در هوا می سوزد نوری برابر ۷۴ شمع گچی ایجاد می کند. منیزیم در گساز CO<sub>2</sub> و بخار آب می سوزد و کربن آزاد می کند و اکسید منیزیم می دهد. بنابراین نمی توان فلز منیزیم مشتعل را با آب یا گاز دی اکسید کربن خاموش کرده زیرا با آب نیدروژن تولید می کند که خود گاز قابل اشتعال است. منیزیم در اسیدها به شدت حل می شود. در دمای ۲۲۵°C اسید سولفوریک را تجزیه می کند و لسی قلیاها بر آن اثر زیادی ندارند. نمکهای منیزیم به آسانی در آب هیدرولیز می شود و هیدروکسید منیزیم می دهد. فلز منیزیم بر نمک سایر فلزات مانند آهن و مس اثر می کند و آنها را آزاد سازد.

محلول کلوریدی منیزیم را می توان با ایجاد قوس الکتریکی آن در محیط اتري خشك به دست آورد. در این حال دارای طیف سبز زیتونی است.

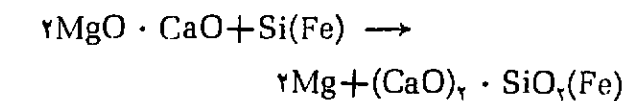
وقتی منیزیم گرم شود با نیتروژن ترکیب می شود و نیتريد منیزیم می دهد. مشخصات کامل فیزیکی آن در صفحه ضمیمه جمع آوری شده است.

### طرز تهیه

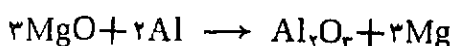
منیزیم به دو روش شیمیایی و الکتروشیمیایی تهیه می شود.



منیزیم در بعضی از کشورها به روشهای مختلف شیمیایی تهیه می شود به چند مورد مهم آن در اینجا اشاره می شود:



۲- در روش دیگر، پودر آلومینیم در فشار بسیار کم و در ۱۲۰۰°C سبب احیای اکسید منیزیم می شود و منیزیم می دهد. این روش به نام روش ماتینگنون (Matignon) معروف

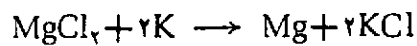


دکتر هوشنگ اسلامی

دانشیار دانشگاه تربیت معلم

مقدمه - نظر به اهمیتی که منیزیم در صنایع مختلف دارد و برای آشنایی بیشتر با آن این مقاله ارائه می شود.

منیزیم با نشانه شیمیایی Mg یکی از عناصر گروه دوم جدول تناوبی است. این فلز سالها است که شناخته شده. در سال ۱۸۳۰ بوسی (A.A. Bussy) آن را از ذوب کردن کلرید منیزیم بی آب با فلز پتاسیم به دست آورد.



منیزیم به صورت خالص یافت نمی شود ولی به صورت ترکیب نسبتاً فراوان است. معادن مهم آن شامل اکسید (MgO)، کربنات (منیزیت MgCO<sub>3</sub>)، کربنات دوگانه منیزیم و کلسیم به نام دولومیت (با CaCO<sub>3</sub> · MgCO<sub>3</sub>)، و کلرید دوگانه منیزیم و پتاسیم متبلور به نام کارنالیت (MgSO<sub>4</sub> · KCl · ۶H<sub>2</sub>O) و سولفات منیزیم (MgSO<sub>4</sub>) می باشد که در اکثر کشورهای جهان کم و بیش یافت می شود. ضمناً در ترکیباتی مانند تالک، تورمالین، پنبه نسوز و بعضی از سیلیکاتها و همچنین در کلروفیل گیاهان وجود دارد. آب دریاها یکی از منابع مهم منیزیم می باشند. به طوری که آب دریاها تقریباً ۱۴/۵٪ منیزیم دارند ولی آب دریاچههای راکد ممکن است مقدار بیشتری منیزیم داشته باشد.

### خواص

منیزیم دارای جلای فلزی نقره فام است که در هوای خشك درخشندگی خود را حفظ می کند ولی در هوای مرطوب کدر

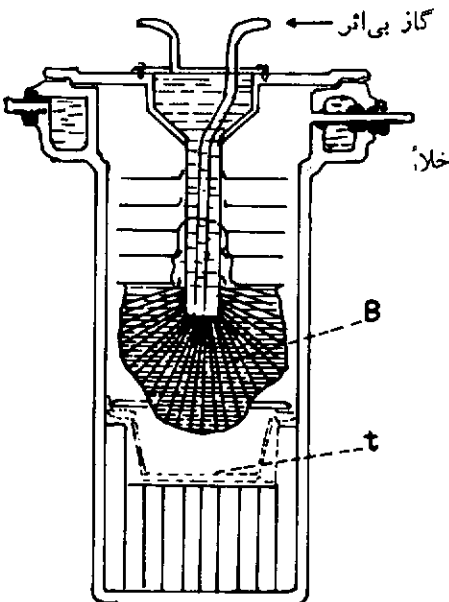


۳- در روش دیگر در ظرف الکترولیز فلئورید منیزیم همراه با فلئوریدهای قلیایی یا قلیایی خاکی به صورت توأم (با نسبت انکتیک) و به حالت مذاب الکترولیز می‌شود. این روش در کمپانی T. C. I. P. B. اجرا می‌شود.

### خالص کردن منیزیم

منیزیمی که از عمل الکترولیز حاصل می‌شود دارای مقداری ناخالصی است زیرا در عمل الکترولیز قشری از کلرید منیزیم سطح منیزیم را می‌پوشاند و آن را از اکسید شدن محافظت می‌کند، ناخالصی معمولاً شامل ۶۰ تا ۱۰۰٪  $MgCl_2$  و ۴۰ تا ۱۰۰٪  $KCl$  می‌باشد (بر حسب نوع الکترولیت به کار رفته). در کمپانی D. C. C. که یک مخلوط کلرید منیزیم همراه با کلرید کلسیم یا سدیم الکترولیز می‌شود، در چنین روشی مذاب حاصل فلز را محافظت نمی‌کند و باید در آتمسفر گازی اثر عمل شود و عملاً منیزیمی با درجه خلوص ۹۹/۲ تا ۹۹/۷٪ به دست می‌آید.

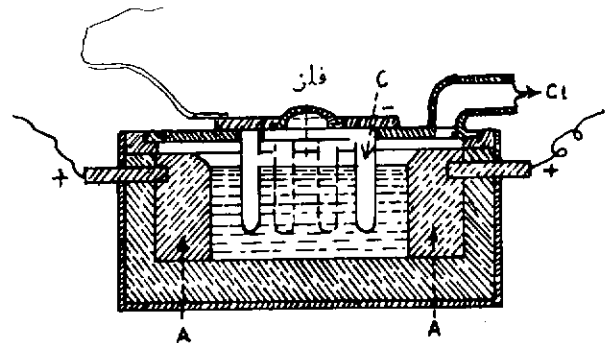
برای خالص کردن منیزیم باید به روش شدرون (Chaudron) عمل کرد. در چنین شرایطی می‌توان به وسیله عمل تصعید، منیزیم با درجه خلوص ۹۹/۹۹ تا ۱۰۰٪ به دست آورده در این روش منیزیم تجارسی تحت فشار حدود چند دهم میلیمتر جیوه و در  $600^\circ C$  (خلأ نسبی) در یک ظرف فولادی تصعید می‌شود و بخارهای منیزیم در قسمت میانی دستگاه متراکم می‌شود.



۳- احیای اکسید منیزیم توسط کسک - این روش سالها غیر عملی به نظر می‌رسید ولی توسط مؤسسه OAMAG\*\* عملی شد برای جلوگیری از برگشت واکنش، منیزیم حاصل سریعاً از محیط عمل خارج می‌شود. منیزیمی که با این روش تهیه می‌شود ناخالص است و باید به وسیله عمل تقطیر خالص شود. این روش در کانادا متداول است. در بعضی موارد از مخلوط فروسیلیسیم برای احیای اکسید منیزیم استفاده می‌شود.

### تهیه منیزیم به روش الکترولیز شیمیایی

۱- این روش امروزه از تمام روشها متداول تر است و از الکترولیز کلرید منیزیم بدون آب در حالت مذاب استفاده می‌شود. عمل بسیار دقیق است و نیاز به نکات فنی و ایمنی دارد. کلرید منیزیم باید بدون سولفات باشد. این فرآیند مطابق شکل در محفظه‌ای از جنس فولاد انجام می‌گیرد که در آن قطعات گرافیتی به عنوان آند در آن قرار دارد و قطعات آهنی در نقش کاتد به طور عمودی در الکترولیت غوطه‌ور می‌باشد یک سوراخ مخصوص که در سرپوش تعبیه شده جهت خروج منیزیم مذاب که در سطح الکترولیت شناور است به کار می‌رود. هر سلول می‌تواند در ۲۴ ساعت ۱۲ تا ۱۳ کیلوگرم منیزیم تولید کند. دمای سلول  $720^\circ C$  و ولتاژ ۷ ولت می‌باشد. شدت جریان بین ۵/۱ تا ۵/۵ آمپر در هر سانتیمتر مربع کاتد می‌باشد.



۲- در روش دیگر الکترولیز عمل در دو مرحله انجام می‌شود. در این روش کاتد شامل فلز سرب مذاب و آند شامل قطعات گرافیت است که در الکترولیت غوطه‌ور می‌باشند. در یک سلول ثانوی آلیاژ منیزیم - سرب تشکیل شده به عنوان آند در یک حمام کلرید فلز دیگری به کار می‌رود و منیزیم در سطح آن آزاد می‌شود. این روش در شرکت منیزیم (Magnesium Company) متداول است.

### کلرید منیزیم بی آب $MgCl_2 = 95/232$

برای الکترولیز و تهیه منیزیم باید کلرید منیزیم بی آب باشد، زیرا این نمک بصورت هگزاهیدرات و (با ۶ مولکول آب) تبلور می شود و به کمک عمل تبخیر نمی توان آب تبلور آن را خارج ساخت. لذا مهمترین مسأله در الکترولیز، تهیه منیزیم بدون آب است. در این زمینه تحقیقات وسیعی صورت گرفته و راههای متعددی به شرح زیر متداول است:

- ۱- اثر گاز HCl در محیط بی آب و در محیط خشک مانند اتر یا تتراکلرید کربن بر منیزیم.
- ۲- اثر گاز کلر بر فلز منیزیم.
- ۳- اثر گاز HCl بر کلرید منیزیم تیدراته (۶ مولکول آب تبلور) در دمای بالا.
- ۴- از اثر گاز کلر بر مخلوط تیدروکسید منیزیم و زغال کک در گرما.
- ۵- اثر اسید کلریدریک غلیظ بر کلرید منیزیم تیدراته و اکسید منیزیم.

– دز تیدراته کردن تدریجی کلرید منیزیم آب دار که ابتدا تحت اثر هوای گرم بین  $115^{\circ}C$  تا  $350^{\circ}C$  انجام می شود و برای جلوگیری از ذوب نمک گاز HCl گرم تا  $500^{\circ}C$  بر آن اثر می کند.

### خواص فیزیکی کلرید منیزیم

کلرید منیزیم بی آب نمکی است سفید رنگ و ساختمان بلوری آن شبیه کلرید کلسیم و رومبوئدر می باشد. جرم حجمی آن  $d = 2/41$  و نقطه ذوب آن  $712^{\circ}C$  است. مذاب آن الکتریسیته را به خوبی هدایت می کند. این نمک در حالت مذاب کمی فرار است. نقطه تبخیر آن  $1418^{\circ}C$  است و گرمای نهان تبخیر آن  $32/7$  کیلو کالری بر مول است. انحلال کلرید منیزیم در  $100$  گرم آب بر حسب گرم به صورت زیر است:

t	۹۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۷۰	۴۱۸	۱۰۰۰
محلول $MgCl_2$ (واحد: گرم)	۲۲/۵	۳۲/۵	۳۵/۲	۳۶/۵	۳۷/۹	۳۹/۸	۴۲/۲	

انحلال  $31/6$  گرم آن در  $100$  گرم آب نقطه انجماد آب را به  $16/8^{\circ}C$  - می رساند.

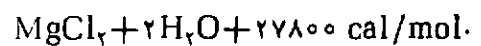
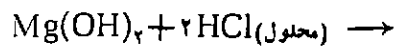
درجه حرارت کندانسور حدود  $400^{\circ}C$  است تا دانه های حاصل نسبتاً بزرگت باشد. سپس برای اینکه منیزیم حاصل اکسید نشود باید در محیط گاز بی اثر ارگون جریان یابد عمل ذوب در محیط گاز بی اثر انجام شود. برای خلوص بیشتر عمل تصفیه دوبار انجام می شود تا کوچکترین مقدار Si و Fe و Cl از آن جدا شود.

### تهیه منیزیم تک بلور

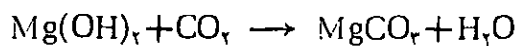
به کمک سرد کردن تدریجی و به روش کشت بلور که با روش دقیقی انجام می شود، بلورهای منیزیم به طول  $30$  سانتیمتر و ضخامت  $2$  میلیمتر تهیه شده. البته هرچه در حمام حاصل عمل سرد کردن با سرعت بیشتری انجام شود، بلورها ریزتر می شوند.

### تیدروکسید منیزیم $Mg(OH)_2$

از اثر پتاس - سود یا آب آهک بر کلرید منیزیم حاصل می شود، لذا اولین محصولی که از آب دریا حاصل می شود تیدروکسید منیزیم است. این جسم در سیستم هگزاهیدراته تبلور می شود و در آن  $a = 3/12 \text{ \AA}$  ،  $\frac{a}{c} = 1/516$  و  $c = 2/73 \text{ \AA}$  جرم حجمی  $d = 2/36 \text{ g/cm}^3$  است. این جسم از  $350^{\circ}C$  شروع به بی آب شدن می کند و در  $800^{\circ}C$  به اکسید منیزیم تبدیل می شود. مقدار انحلال تیدروکسید منیزیم در آب خیلی کم است (لیتر  $10^{-4} \times 7$ ) وقتی نازه تهیه شود حالت آن بیشتر است ولی به تدریج که بماند انحلالش در آب کم می شود و به  $1/1 \times 10^{-4}$  مول در لیتر می رسد. این جسم در اسید کلریدریک حل می شود و کلرید منیزیم می دهد.



تیدروکسید منیزیم به وسیله گاز  $CO_2$  سریعاً به کربنات منیزیم تبدیل می شود:



**کاربرد منیزیم**

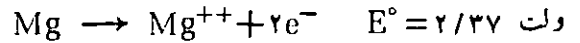
منیزیم به صورت خالص و همچنین به صورت آلیاژ در صنایع مختلف کاربرد دارد. در اینجا به چند مورد مهم از مصارف منیزیم اشاره می‌شود:

**۱- کاربرد در بمبهای آتش‌زا**

چون منیزیم با اکسیژن میل ترکیبی شدید دارد پودر آن در مقابل عوامل اکسیدکننده به شدت اکسید می‌شود و گرمای شدید ایجاد می‌کند و در مقابل اکسیژن هوا مشتعل می‌شود. منیزیم در حال اشتعال به کمک وسایل معمولی آتش‌نشانی مانند آب و کف دی‌اکسید کربن خاموش نمی‌شود. لذا در بمبهای آتش‌زا مصرف دارد.

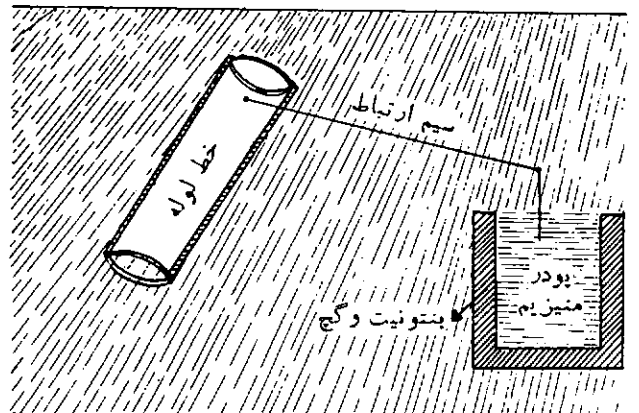
**۲- به عنوان پوششی جهت جلوگیری از خوردگی فلزات:** دیگر مصرف می‌شود. منیزیم در آب دریا نسبتاً مقاوم است به همین علت برای حفاظت پایه‌های آهنی پلها در آب دریا مصرف دارد.

**۳- منیزیم پتانسیل اکسیداسیون نسبتاً بالایی دارد.**



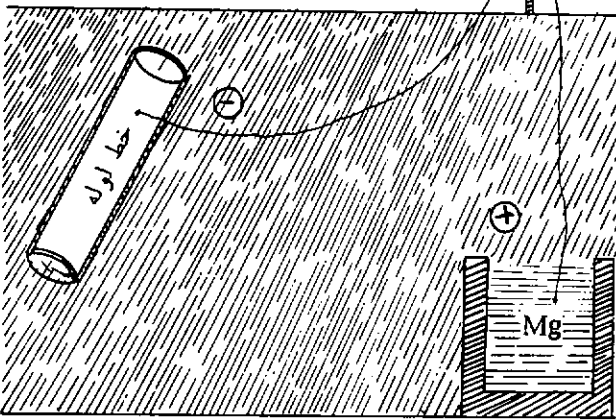
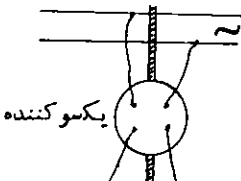
بنابراین در مبدل‌های حرارتی و دستگاههای گرم‌کننده به عنوان عامل حفاظت‌کننده گالوانیکی مصرف دارد. به طوری که نوار منیزیم در دستگاههای آب گرم‌کن و وسایل مبدل حرارتی نصب می‌شود و سبب حفاظت آهن و فولاد از خوردگی گالوانیک می‌شود. این نوارها مرتباً از بین می‌رود و باید تعویض شوند (بحث فصل پیل دمی اکسیژن).

**۴- به عنوان آند کمکی در حفظ لوله‌های زیر زمینی آب، گاز، نفت و غیره مصرف می‌شود.** در چنین سیستمهایی که لوله در اثر تغییر pH خاک دچار خوردگی گالوانیکی می‌شود.



در طول خط لوله و در فواصل معینی مخزنی از بنتونیت و گچ تهیه می‌کنند و داخل آن پودر منیزیم و یا آلیاژی از ۶٪ آلومینیم قرار می‌دهند و به کمک سیم روکش دار آن را به خط لوله متصل می‌کنند در نتیجه حداقل خوردگی در لوله ایجاد می‌شود. این آندهای کمکی باید پس از مدتی تعویض شوند.

**۵- حفاظت الکتروشیمیایی لوله‌های آب و گاز و نفت در مقابل خوردگی با استفاده از آند کمکی منیزیم انجام می‌شود.** این روش مانند روش قبل است با این تفاوت که در امتداد خط لوله سیستم انتقال الکتروسیسته نصب می‌شود و در فواصل معینی از خط لوله به کمک یک ترانسفورماتور کاهنده و دستگاه یکسو کننده (رکتی فایر) جریان یکسواخت ایجاد می‌شود و به آند کمکی منیزیم داده می‌شود و به کمک آن خط لوله حفاظت آندی می‌شود. این روش بسیار پرخرج است و لسی نتیجه بسیار رضایتبخش دارد.



**۶- تهیه ترکیبهای آلی - منیزیم در سنتز و تهیه ترکیبات آلی نقش اساسی دارد و از آن در تهیه ترکیبات آلی استفاده می‌شود و به کمک این ترکیبات بسیاری از ترکیبهای آلی تهیه می‌شود.**

**۷- کاربرد در صنایع دارویی -** اکسید و سولفات منیزیم مصارف پزشکی دارند و مخصوصاً اکسید و هیدروکسید آن به عنوان داروهای ضد اسید و معالجه ترشی معده و غیره مصرف می‌شوند.

**۸- آلیاژهای منیزیم**


منیزیم با فلزات دیگر به صورت آلیاژ تهیه می‌شود و

۴- تراش پذیری - آلیاژهای منیزیم به خوبی تراش کاری می‌شوند.

۵- این آلیاژها با روش خاصی قابلیت آبکاری دارند. نمودارهای فاز منیزیم با بعضی از فلزات در صفحات بعدی رسم شده‌اند.

### مشخصات کلی فلز منیزیم

فلز منیزیم دارای مشخصات فیزیکی است که برای شناسایی و نحوه کاربرد آن ذکر می‌شود. عدد اتمی  $Z=12$ ، جرم اتمی  $M=24/32$ ، جرم حجمی در  $20^\circ\text{C}$ ،  $d=1/74$  گرم بر سانتیمتر مکعب و در صفر درجه سانتیگراد  $d=1/77$  گرم بر سانتیمتر مکعب. حجم اتمی  $V=14$  سانتیمتر مکعب بر اتم گرم. نقطه ذوب  $T_f=650 \pm 2$  درجه سانتیگراد. نقطه جوش  $T_v=1107 \pm 10$  درجه سانتیگراد. گرمای نهان ذوب  $\Delta H_{fus}=88+2$  کالری بر گرم. گرمای نهان تبخیر  $32000$  کالری بر اتم گرم. گرمای نهان تصعید  $35900$  کالری بر اتم گرم در  $25^\circ\text{C}$ . گرمای ویژه در  $20^\circ\text{C}$ ،  $C=0/245$  کالری بر گرم بر درجه ضرب انبساط خطی در  $20^\circ\text{C}$ .  $\lambda=27/1$  میکرواینچ بر درجه،  $(C=24/32a=15/05)$ . نابلت هدایت گرمایی در  $20^\circ\text{C}$ ،  $5/367$  کالری بر سانتیمتر مربع بر سانتیمتر بر درجه. مقاومت الکتریکی در  $20^\circ\text{C}$ ،  $\rho=4/45$  میکرو اهم سانتیمتر. ساختمان بلوری، هگزاگونال

انباشته  ثابت شبکه‌ای در  $25^\circ\text{C}$ ،  $a=3/2088\text{\AA}$

و  $C=5/2095\text{\AA}$  گرمای احتراق  $5980 \pm 30$  کالری بر گرم. دمای تبلور مجدد  $93^\circ\text{C}$ . مقاومت الکتریکی مذاب در  $650^\circ\text{C}$ ،  $27/4$  میکرو اهم سانتیمتر. ضریب گرمایی مقاومت الکتریکی در  $20^\circ\text{C}$  ( $0/0165$ ) میکرو اهم سانتیمتر بر درجه در امتداد محور  $a$  و  $0/0143$  میکرو اهم سانتیمتر بر درجه در امتداد محور  $C$ ). پتانسیل تماس نسبت به پلاتین در  $100^\circ\text{C}$ ،  $V=0/44$  میلی ولت. پتانسیل تماس نسبت به مس در  $27/2^\circ\text{C}$ ،  $V=-0/222$  میلی ولت. شعاع اتمی  $0/9\text{\AA}$ . پتانسیل الکتریکی نسبت به الکترو دکالومل در  $25^\circ\text{C}$  در محلول ۳٪ کلرید پتاسیم  $E^\circ=1/63$  ولت. مقاومت مکانیکی فشاری، ۶ تن بر اینچ مربع. مقاومت کششی،  $1/35$

مصارف صنعتی دارد. مهمترین آلیاژ پر مصرف آلیاژی است که در صنایع هواپیمایی مصرف دارد زیرا این فلز بسیار سبک می‌باشد ( $d=1/74\text{g/cm}^3$ ) آلیاژهای منیزیم به دو گروه تقسیم می‌شوند یک دسته آلیاژهای ریخته‌گری و دسته دیگر آلیاژهای چکش‌خوار. برای نامگذاری این آلیاژها از دو حرف الفبا و دو عدد استفاده می‌شود که رقم اول فلزی که تعداد درصد بیشتری دارد و عدد دوم فلز دوم را که درصد کمتری دارد نشان می‌دهد و دو عدد به ترتیب درصد تقریبی فلزی است که با فلز اصلی آلیاژ می‌شوند. به عنوان مثال آلیاژ سبک AZ92 آلیاژی است از منیزیم کسه فلز آلومینیم ۹٪ و آلیاژ روی ۲٪ آن را تشکیل می‌دهند. البته مقدار آلومینیم در این نوع آلیاژها از  $8/6$  تا  $9/4$ ٪ تغییر می‌کند و روی  $1/5$  تا  $2/5$ ٪ آن را تشکیل می‌دهد این آلیاژ قابل ریخته‌گری و سبک است و مقاومت خوبی دارد لذا در صنایع هواپیماسازی مصرف دارد.

فلزاتی که می‌توانند با منیزیم آلیاژ شوند شامل: آهن، منگنز، سیلیسیم، بیسموت، نیکل، قلع، آنتیموان، سرب، نقره، روی و کادمیوم می‌باشد.

افزودن فلزهای نقره، کادمیوم و منیزیم را در مقابل اکسید شدن مقاوم می‌کند. آلیاژهای ریخته‌گری منیزیم می‌تواند تحت عمل پیر سختی قرار گیرد و مقاومت آن به  $4000$  پوند بر اینچ مربع می‌رسد.

در ریخته‌گری آلیاژهای منیزیم باید دو مسأله اساسی را در نظر گرفت. اول اینکه باید آتمسفر بدون اکسیژن باشد که از اشتعال منیزیم جلوگیری شود و دیگری باید ما سه مخصوص به کار برده که منیزیم با سیلیسیم آلیاژ نشود.

آلیاژهای منیزیم به‌طور کلی دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند:

- ۱- در مقابل خوردگی مقاوم می‌باشند، مخصوصاً در مقابل آب دریا.

- ۲- شکل پذیری - این آلیاژها به خوبی خصلت شکل پذیری دارند مخصوصاً اگر درجه حرارت به حدود  $300^\circ\text{C}$  برسد.

- ۳- کیفیت ارتجاع پذیری - به طوری که منیزیم دارای مدول الاستیسیته  $65000000$  پوند بر اینچ مربع است که با مقایسه با  $295000000$  پوند بر اینچ مربع برای فولاد و با توجه به جرم حجمی آهن یعنی  $7/8$  و منیزیم یعنی  $1/74$  می‌توان نتیجه گرفت که با وزن مساوی استحکام مقاومت منیزیم در حد فولاد است.

شعاع عناصر در بسور  $1/6 \text{ \AA}$ . فرکانس ارتعاش مخصوص برابر  $10^{12} \times 6/66$  بر ثانیه. آنتروپی استاندارد در  $25^\circ\text{C}$  و فشار یک اتمسفر  $0/1 \pm 7/77$  واحد آنتروپی (U.e). آنتروپی استاندارد حالت گازی  $35/5$  واحد آنتروپی (U.e). برای آشنایی بیشتر با آلیاژهای منیزیم به عنوان نمونه چند جدول در نمودار فاز از فلز منیزیم با سایر فلزات ارائه می‌شود.

تن برای پنج مربع. سختی راکول، ۱۶E، سختی برینل بر حسب ۵۰۰ کیلوگرم نیرو و ۱۰ میلیمتر قطر گلوله، ۳۰. ویسکوزیته فاز مایع در  $650^\circ\text{C}$  برابر  $1/13$  سانتی پوآز و در  $700^\circ\text{C}$  برابر  $1/13$  سانتی پوآز. و در  $740^\circ\text{C}$  برابر  $1/03$  سانتی پوآز. کشش سطحی در حالت مایع، در  $681^\circ\text{C}$  برابر  $563$  دین بر سانتیمتر و در  $894^\circ\text{C}$  بر  $502$  دین بر سانتیمتر. درجه حرارت آنیلینیک  $150$  تا  $200^\circ\text{C}$ ، رنگ جلائی نقره فام فلزی.

### دیگرامهای فاز و جدولها

#### عملیات حرارتی آلیاژهای ریختگی منیزیم

نوع عمل	آلیاژ	شرایط		خواص کششی نمونه								
		TIME(HR)	TEMP. (°F)	وقتی حرارت داده می‌شود. وقتی ریخته‌گری می‌شود.		وقتی ریخته‌گری می‌شود.						
				U.T.S. KSI	%EL.ONQ	U. I. S. KSI	%EL.ONQ					
آنیل کرون (باز پخت)	EZ۲۳A-T۵	۲	۶۵۰	۲۲/۴	۲	۲۲/۴	۲					
	HZ۲۲A-T۵	۶	۲۲۰	۳۰	۵/۵	۲۳/۶	۷					
سختکاری رسوبی	ZK۵۱	۱۰-۱۶	۳۴۰-۳۵۰	۳۳/۶	۱۰	۳۸	۷					
	ZE۲۱	۲۴	۴۸۰	۲۵	۵	۳۱/۴	۲					
	ZH۶۲	{ ۲ ۱۰-۱۶	{ ۶۲۵ ۳۴۰-۳۵۰	{ ۳۸ ۳۸	{ ۱۷ ۱۷	{ ۳۰ ۳۰	{ ۱۰ ۱۰					
عملیات محلولی	AZ۸۱	۱۸	۷۷۰	۲۲/۴	۲	۳۵/۸	۱۳					
آنیل کردن کامل، با سرد کردن در معرض هوا	AZ۹۱	{ ۸ ۱۶ ۱۰	{ ۷۲۰-۷۳۵ ۷۷۰-۷۹۰ ۳۹۰	۲۲/۴	۲	۳۳/۶	۷					
		AZ۹۲	{ ۱۸ ۱۶					{ ۷۶۰ ۳۲۰	۲۴	-	۴۰	-
			AZ۶۳					{ ۱۲ ۵				
	ZK۶۱	{ ۲ ۵۸		{ ۹۳۰ ۲۶۵	۳۸	-	۴۳	-				

ترکیب و خواص آلیاژهای چکش خوار منیزیم

آلیاژ و عمل حرارتی	(۱) درصد اسمی ترکیب						استحکام	KSI	ازدیاد طول	مقاومت برشی	عدد سختی برینل
	Al	Mn	Zn	Zr	خاکهای نادر	Th	سیلانی %۲ OFFSET	نهایی %IN ۲ IN	KSI		
نظرات اکستروژن، میله، مفتول											
AZr۱V-F	۳/۰	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۲۹	۳۹	۱۵	۱۹	۵۱
AZr۱C-F	۳/۰	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۲۹	۳۸	۱۵	۱۹	۴۹
AZ۶۱A-F	۶/۵	۰/۳۰	۱/۰	-	-	-	۳۳	۴۵	۱۶	۲۳	۶۰
AZ۶۰A-T <sub>۵</sub>	۳/۵	۰/۲۵	۰/۵	-	-	-	۴۰	۵۵	۷	۲۲	۸۲
AZ۳۰A-F	۸/۵	۰/۲۵	۰/۵	-	-	-	۳۶	۴۹	۱۱	۲۲	۶۰
HM۳۱A-T <sub>۵</sub>	-	۱/۲	-	-	-	۳/۰	۳۹	۴۴	۱۰	۲۷	۷۱
ZK۶۰A-T <sub>۵</sub>	-	-	۵/۷	۰/۵۵	-	-	۴۴	۵۳	۱۱	۲۶	۸۲
AZ۶۰A-F	-	-	۵/۷	۰/۵۵	-	-	۳۸	۴۹	۱۴	۲۴	۷۵
ورق و صفحه											
AZr۱B-H <sub>۲۲</sub>	۳	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۳۲	۴۲	۱۵	۲۹	-
AZr۱B-O	۳	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۲۲	۳۷	۲۱	۲۶	-
HKr۱A-H <sub>۲۲</sub>	-	-	-	۰/۷	-	۳	۲۹	۳۷	۸	۲۶	-
HKr۱A-T <sub>۶</sub>	-	-	-	۰/۷	-	۳	۲۱	۳۷	۱۴	-	-
AZr۱B-F <sub>۲</sub>	۳	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۱۹	۳۵	۱۲	۱۹	-
AZr۱C-F <sub>۲</sub>	۳	۰/۲۵	۱/۰	-	-	-	۱۹	۳۵	۱۴	۱۹	۴۹

نشانه‌های عمل حرارتی:

O = کاملاً آنیل شده

F = وقتی اکستروژن می‌شود

T<sub>۵</sub> = سخت شده رسوبی

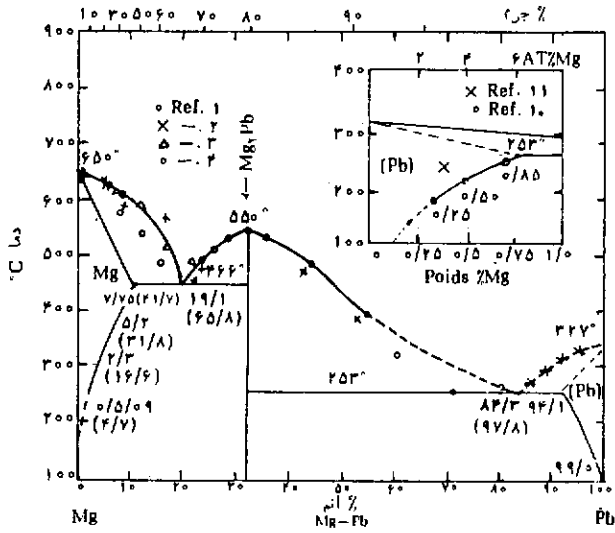
T<sub>۶</sub> = کاملاً عمل آورده شده محلولی

H<sub>۲۲</sub> = نخست سخت کاری تغییر بعدی شده و سپس به طور مرحله‌ای آنیل شده است.

(۱) منیزیم باقیمانده

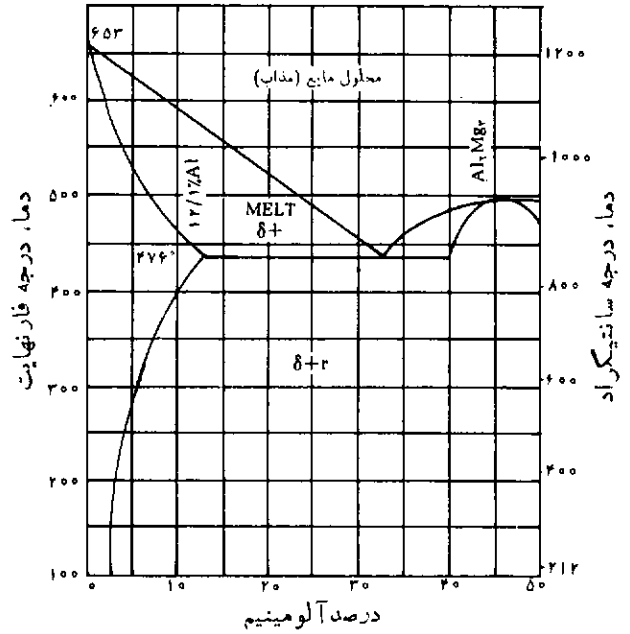
(۲) صفحه ایزار

(۳) صفحه شیاردار



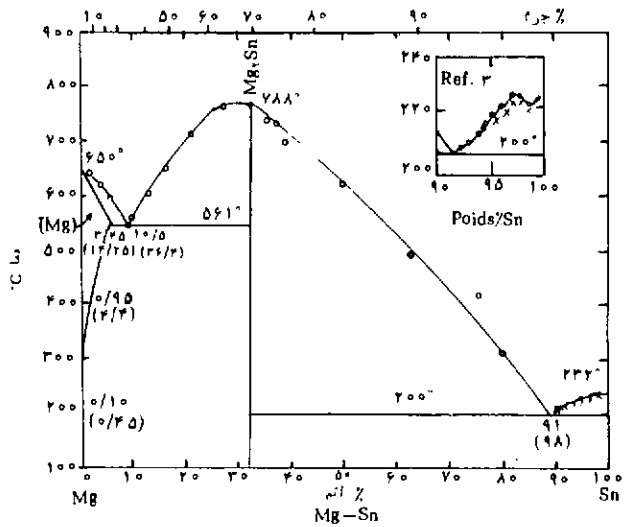
نمودار Mg-Sn

نمودار دارای یک شبه ترکیب واسط  $Mg_{17}Sn$  است که در  $778^\circ C$  تشکیل می‌شود. ضمناً دو اتکتیک دارد. یکی شامل  $33/4\%$  قلع در  $561^\circ C$  تشکیل می‌شود و دیگری شامل  $91\%$  قلع است که در  $200^\circ C$  تشکیل می‌شود. ماکزیم انحلال منیزیم در قلع  $0/04\%$  است که در  $200^\circ C$  انجام می‌شود و ماکزیم قلع در منیزیم  $3/454\%$  است که در  $651^\circ C$  انجام می‌شود.



قسمتی از نمودار فاز Al-Mg

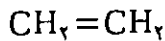
ماکزیم انحلال آلومینیم در  $436^\circ C$  برابر  $12/1\%$  است در این دما اتکتیکی وجود دارد که شامل  $32\%$  آلومینیم است و در  $436^\circ C$  ذوب می‌شود. در دمای تقریبی  $480^\circ C$  شبه ترکیب  $Al_{17}Mg_2$  آلومینیم تشکیل می‌شود. عملیات حرارتی و سخت کاری آلیاژ در حدود  $400^\circ C$  انجام می‌شود که مدت 18 ساعت ادامه می‌یابد و آلیاژ سریعاً سرد می‌شود که سبب سختی آن می‌شود.



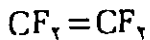
نمودار Mg-Pb

نمودار در  $550^\circ C$  دارای شبه ترکیب  $Mg_{17}Pb$  می‌باشد. دارای دو اتکتیک است. یکی در  $466^\circ C$  شامل  $19/1\%$  سرب و دیگری در  $253^\circ C$  شامل  $43/3\%$  سرب. ماکزیم انحلال منیزیم در سرب  $7/75\%$  در  $466^\circ C$  و ماکزیم انحلال سرب در  $253^\circ C$  برابر  $5/9\%$  است.

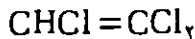
- \* Societe General de Mgnesium
- \*\* Osterreichisch Amerikanische Magnesit A.G.
- \* Traite Chimie Industrielle de P. Baud
- \* Dow Chemical Company



اتیلن

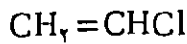


تترافلورواتیلن

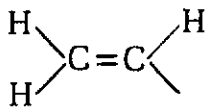


تری کلرو اتیلن

مشتقات يك استخلافی اتیلن اغلب به عنوان ترکیبات وینیل (Vinyl) نامگذاری می‌شوند:



کلرید وینیل

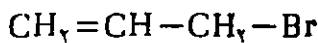


گروه وینیل

عضو بعدی پروپیلن است. مشتقات يك استخلافی پروپیلن بر روی اتم کربن سیر شده، اغلب به عنوان ترکیبات آلایل (Allyl) نامگذاری می‌شوند:

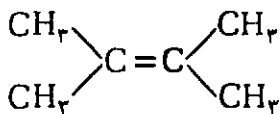


گروه آلایل



برمید آلایل

بعضی از آلکنها را به عنوان مشتق اتیلن نامگذاری می‌کنند:



تترامیل اتیلن

### نامگذاری آلکنها به روش آیوپاک

طولترین زنجیر کربنی موجود در مولکولی را که شامل پیوند دو گانه باشد، به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌کنند. برای نامگذاری زنجیر اصلی، پسوند «-ane» را در نام آلکانی که همان تعداد کربن دارد، به پسوند «-ene» تبدیل می‌کنند. از این رو است که یدروکربنهای این گروه را به طور کلی آلکن (Alkene) می‌نامند.



پروپن



پروپان

در صورت لزوم زنجیر اصلی را از جهتی شماره می‌گذارند که به پیوند دو گانه نزدیکتر باشد. موقعیت پیوند دو گانه را

## نامگذاری

## ترکیبات آلی

این مقاله به کتاب شیمی سال چهارم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک مربوط است.

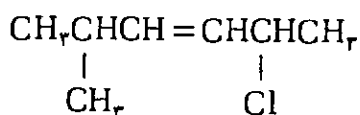
دکتر علی سیدی  
دانشیار دانشگاه تهران  
۶۷/۶/۲۵

### ۴- آلکنها (اولفینها)

آلکنها دارای فرمول عمومی  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  می‌باشند. عضو اول این سری اتیلن نامیده می‌شود که دارای دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن است. از این رو، این یدروکربنها را یدروکربنهای اتیلنی نیز می‌نامند. نام اتیلن به عنوان نام رسمی آیوپاک پذیرفته شده است.

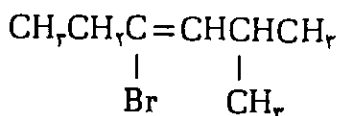


عدد ۲- و از سوی چپ عدد ۵- است که عدد ۲ ترجیح داده می‌شود.



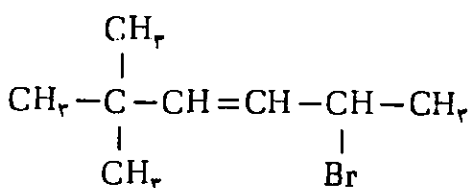
۲- کلرو-۵- متیل-۳- هگزن

در این ترکیب، موقعیت پیوند دو گانه از هر دو سو با عدد ۳- مشخص می‌شود. موقعیت گروه کلرو و گروه متیل مشابه است. طبق معمول، گروه کلرو مقدم بر گروه متیل قرار می‌گیرد و شماره گذاری از سوی راست (نزدیکتر به گروه کلرو) انجام می‌شود.



۴- بر مو-۲- متیل-۳- هگزن

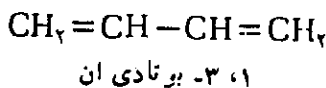
در این ترکیب، موقعیت پیوند دو گانه از هر دو سو با عدد ۳- مشخص می‌شود. موقعیت گروه متیل از سوی راست ۲- و موقعیت گروه بر مو از سوی چپ ۳- است. بنابراین، شماره گذاری از سوی راست انجام می‌شود.



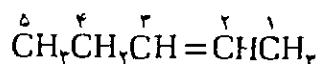
۵- بر مو-۲، ۲- دی متیل-۳- هگزن

در این ترکیب، شماره گذاری از سوی چپ، سری اعداد ۲، ۲، ۳، ۵- و شماره گذاری از سوی راست، سری اعداد ۲، ۳، ۵- را نتیجه می‌دهد. سری اعداد اول ترجیح داده می‌شود زیرا رقم دوم در سری اول عدد کوچکتری است.

بعضی از تیدروکسربنهای این خانواده دارای دو یا تعداد بیشتری پیوند دو گانه می‌باشند. در این موارد، از پسوندهای -ادی ان (-adiene)، -تری ان (-atriene) و غیره استفاده می‌شود. زنجیر اصلی باید شامل تمام یا تا سرحد امکان تعداد بیشتری از پیوندهای دو گانه باشد. زنجیر اصلی را از جهتی شماره می‌گذارند که به پیوندهای دو گانه اعداد کوچکتری تعلق گیرد.

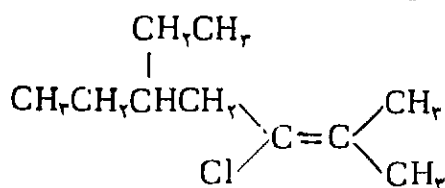


با شماره اولین اتم کربن پیوند دو گانه مشخص می‌کنند.

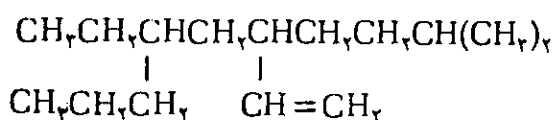


۲- پنتن (۳- پنتن یا ۳، ۲- پنتن درست نیست)

در صورت لزوم، موقعیت و نام گروه‌های استخلافی متصل به زنجیر اصلی را نیز مشخص می‌کنند. نام گروه‌های استخلافی به ترتیب حروف الفبای لاتین (مطابق با قواعدی که در نامگذاری آلکانها به کار بردیم\*) ذکر می‌شود. به چند مثال زیر توجه کنید:



۳- کلرو-۵- اتیل-۲- متیل-۲- هپتن

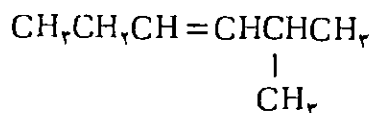


۵- اتیل-۳- (۳- متیل بوتیل)-۱- اکتن

(یا ۵- اتیل-۳- ایزوپنتیل-۱- اکتن)

در ترکیب اخیر، زنجیر کربنی دیگری که طولی‌تر از زنجیر اصلی است، وجود دارد (این زنجیر دارای ده اتم کربن است)، ولی همانطور که اشاره شد، زنجیر اصلی باید شامل پیوند دو گانه باشد.

در شماره گذاری زنجیر اصلی، موقعیت گروه‌های استخلافی هیچگونه اهمیتی ندارد، مگر آنکه تغییر جهت شماره گذاری، بر موقعیت پیوند دو گانه تأثیر نگذارد (یعنی پیوند دو گانه در میانه زنجیر اصلی باشد). در این صورت، جهت شماره گذاری به گونه‌ای انتخاب می‌شود که به گروه‌های استخلافی اعداد کوچکتری تعلق گیرد.



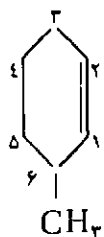
۲- متیل-۳- هگزن

(۵- متیل-۳- هگزن درست نیست)

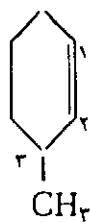
در این تیدروکربن، موقعیت پیوند دو گانه از هر دو سو با عدد ۳- مشخص می‌شود، ولی موقعیت گروه متیل از سوی راست،

### نامگذاری سیکلوالکنها

فرمول عمومی سیکلوالکنها (نیدروکسربنهای تک حلقه با یک پیوند دوگانه)  $C_nH_{2n-2}$  است. برای نامگذاری آنها، موقعیت اتم کربنهایی را که در پیوند دوگانه شرکت دارند، با اعداد ۱ و ۲ مشخص می‌کنند. جهت شماره گذاری به گونه‌ای انتخاب می‌شود که به گروه‌های استخلافی در اولین نقطه اختلاف، کوچکترین عدد ممکن تعلق گیرد. موقعیت پیوند دوگانه همیشه با شماره مشخص می‌شود. از این رو، ذکر آن در نام ترکیب ضرورت ندارد.

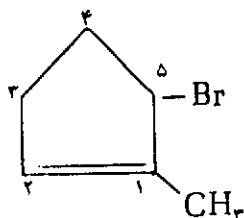


۶- متیل سیکلوهگزن  
(شماره گذاری نادرست)

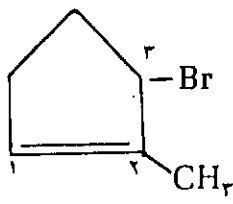


۳- متیل سیکلوهگزن  
(شماره گذاری درست)

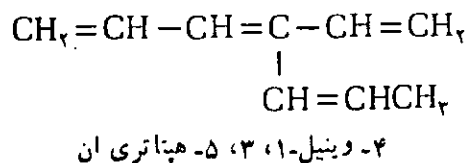
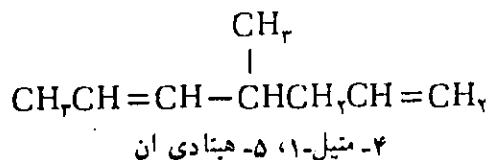
به شماره گذاری اتمهای کربن و نام نسبت داده شده به ترکیب زیر بیشتر توجه کنید:



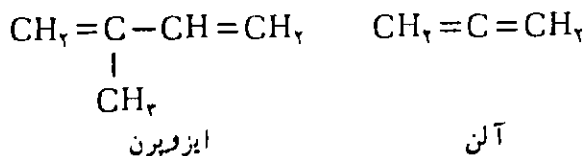
۳- برم - ۲- متیل سیکلوپنتن  
(شماره گذاری نادرست)



در این ترکیب، موقعیت گروه‌های استخلافی (گروه برم و گروه متیل) با دو سری عدد مشخص می‌شود. این دو سری عدد عبارتند از: ۲، ۳- و ۱، ۵- (اگر موقعیت پیوند دوگانه را نیز مشخص کنیم، این دو سری عدد عبارت خواهند بود از: ۱، ۲، ۳- و ۱، ۱، ۵-) که در سری دوم، در اولین نقطه اختلاف، از عدد کوچکتری استفاده شده است، بنابراین، سری دوم ترجیح داده می‌شود.

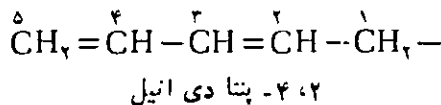
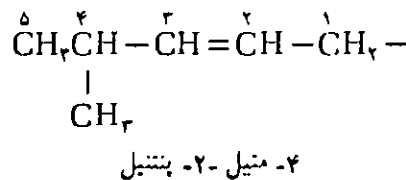
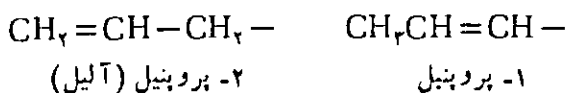


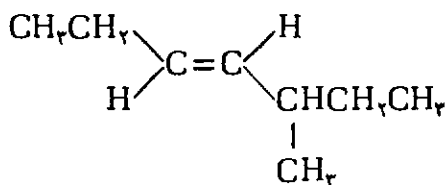
نام معمولی تعدادی از دی انها به قدری مورد استفاده است که آیوپاک نیز به طور رسمی آنها را پذیرفته است. مانند آلن Allene (۱، ۲- پروپادی ان) و ایزوپرن Isoprene (۲- متیل - ۱، ۳- بوتادی ان) که واحد ساختاری بسیاری از مواد طبیعی است.



### نامگذاری بنیانهای مشتق شده از آلکنها

اگر از یک آلکن یک اتم نیدروژن جدا سازیم، آنچه که باقی می‌ماند، به طور کلی، یک بنیان آلکنیل (Alkenyl) نامیده می‌شود. برای نامگذاری این بنیانها، پسوند «-ان ene» را از آخر نام آلکن حذف می‌کنند و بجای آن پسوند «-انیل enyl» می‌گذارند. زنجیر اصلی همیشه از اتم کربنی که دارای پیوند آزاد است، شروع می‌شود (شماره ۱ به آن تعلق می‌گیرد) و در امتداد طولترین زنجیر شامل پیوند یا پیوندهای دوگانه پیش می‌رود.

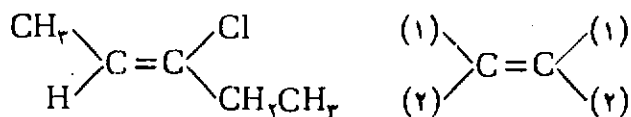




ترانس-۵-متیل-۳-هپن

ولسی چون نمایش ایزومرهای سیس و ترانس در مورد گروههای دیگر غیر از نیدروژن ایجاد ایهام می کند، استرئو شیمی پیوندهای دو گانه را در مشتقات سه و چهار استخلافی نامتقارن با علامتهای (Z) و (E) نشان می دهند. قواعد استفاده از این علامتها به صورت زیر بیان می شوند:

ابتدا یکی از کربنهای پیوند دو گانه را در نظر می گیرند و به گروههای استخلافی متصل به آن یک نوع حق تقدم (Priority) نسبت می دهند. یعنی با استفاده از یک سری قاعده، موسوم به قواعد ترتیبی (Sequence rules) یک گروه را بر گروه دیگر مقدم می شمارند و حق تقدم آنها را با شماره های (۱) و (۲) مشخص می کنند. حق تقدم گروههای استخلافی متصل به اتم کربن اتیلنی دیگر نیز به همین ترتیب مشخص می شود.

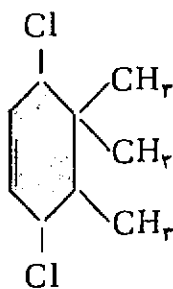


آرایشی را که در آن گروههای (۱) هر دو در یک طرف پیوند دو گانه (مثلاً هر دو در بالا) قرار گرفته باشند. با علامت (Z) (از کلمه آلمانی Zusammen به معنی باهم) و آرایشی را که در آن این گروهها در دو طرف مخالف (مثلاً یکی در بالا و دیگری در پایین) پیوند دو گانه قرار دارند، با علامت (E) (از کلمه آلمانی Entgegen به معنی در دو سوی مخالف) مشخص می کنند. بنابراین، ترکیب بالا را: (Z)-۳-کلرو-۲-هگزن می نامند.

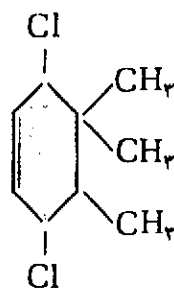
**قواعد ترتیبی**

۱- حق تقدم گروههای مختلف از روی عدد اتمی عنصری که به کربن اتیلنی متصل است، معین می شود. برای مثال، حق

بهین ترتیب، در ترکیب زیر، شماره گذاری باید در جهت حرکت عقربه های ساعت انجام شود.

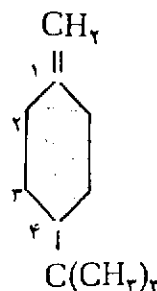


۳، ۴، ۵-دی کلرو-۶-تری متیل سیکلو هگزن (شماره گذاری نادرست)



۳، ۴، ۵-دی کلرو-۶-تری متیل سیکلو هگزن (شماره گذاری درست)

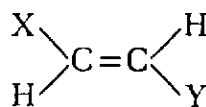
اگر یک گروه متیلن (=CH<sub>2</sub>) به کربن حلقه متصل باشد، ترکیب مورد نظر را به عنوان یک مشتق متیلن سیکلو آلکان نامگذاری می کنند. محل اتصال گروه متیلن به حلقه با شماره ۱ مشخص می شود.



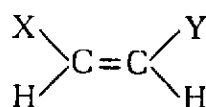
۴-۱- بوتیل متیلن سیکلو هگزان

**نامگذاری ایزومرهای هندسی**

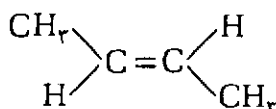
نمایش استرئو شیمیایی پیوندهای دو گانه در مشتقات دو استخلافی اتیلن، بر روی کربنهای اتیلنی، نسبتاً ساده است.



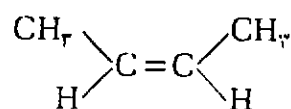
ترانس Trans



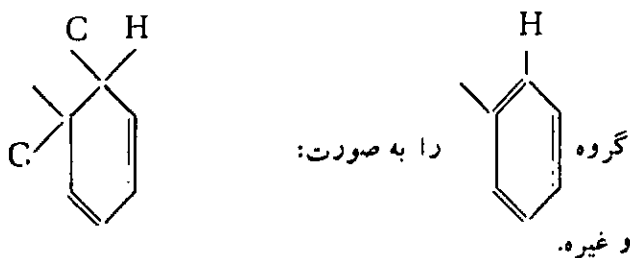
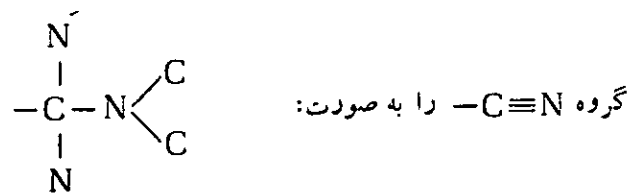
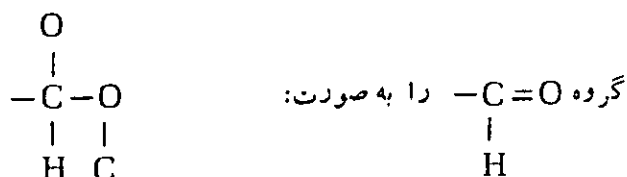
سیس Cis



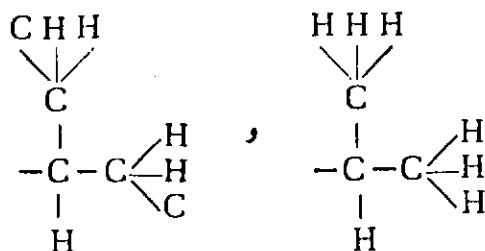
ترانس-۲-بوتن



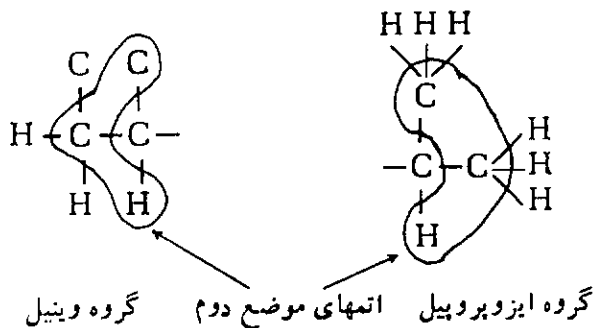
سیس-۲-بوتن



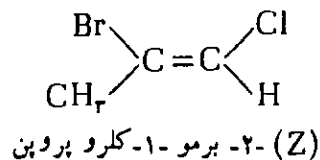
اگر بخواهیم حق تقدم گروه ایزوپروپیل  $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  و گروه وینیل  $-\text{CH}=\text{CH}_2$  را معین کنیم، آنها را به صورت جدا شده می نویسیم:



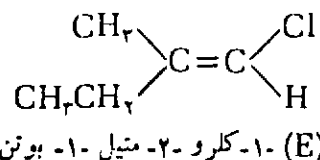
در هر دو مورد، اتمی که پیوند آزاد دارد، يك اتم کربن است. در گروه ایزوپروپیل، اتمهای بعدی (اتمهای موضع دوم) عبارتند از: C, C, H، در گروه وینیل نیز اتمهای بعدی C, C, H هستند. در گروه ایزوپروپیل، اتمهای موضع سوم عبارتند از: H, H, H، در صورتیکه اتمهای موضع سوم در گروه وینیل C, H, H می باشند. بنابراین، گروه وینیل مقدم بر گروه ایزوپروپیل قرار می گیرد ( $\text{C}'\text{H}'\text{H} > \text{H}'\text{H}'\text{H}$ )



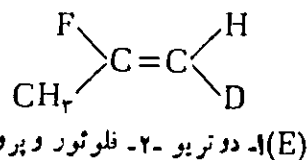
تقدم چند گروه در زیر نشان داده شده است:



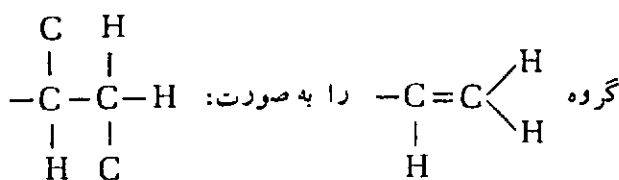
۲- اگر اتمهایی که دو گروه استخلافی را به هریک از کربنهای اتیلنی متصل می سازند، یکسان باشند و نتوانند حق تقدم را معین کنند، به اتمهای بعدی در این گروهها مراجعه می شود. اگر این اتمها نیز نتوانند گروهی را مقدم بر گروه دیگر قرار دهند، از اتمهای بعدی کمک می گیریم تا بالاخره به اولین نقطه اختلاف برسیم. برای مثال، گروه اتیل مقدم بر گروه متیل قرار می گیرد:



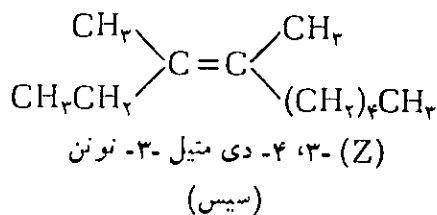
۳- اگر دو عنصر ایزوتوپ به کربن اتیلنی متصل باشند، ایزوتوپی که دارای جرم اتمی بالاتر است، مقدم بر ایزوتوپ دیگر قرار می گیرد. برای مثال، حق تقدم چند گروه در زیر نشان داده شده است:



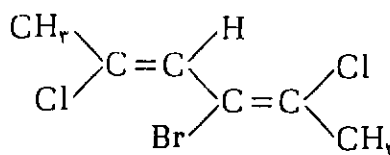
۴- پیوندهای چندگانه موجود در گروههای متصل به کربن اتیلنی را به پیوند ساده تبدیل می کنند. برای مثال، گروههای پیچیده را به صورت زیر در نظر می گیرند:



به نامگذاری ترکیب زیر نیز توجه کنید:



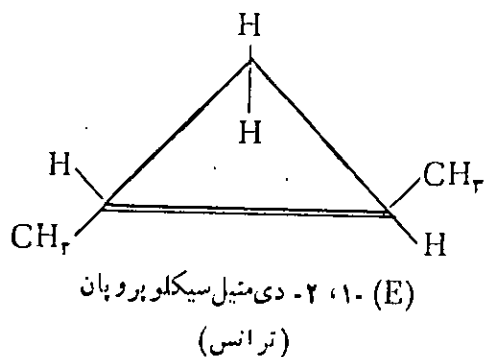
برای مشخص کردن آرایش فضایی گروهای استخلافی در اطراف پیوندهای دوگانه در دی‌انها، از نشانه‌های استرنو شیمیایی (Z) و (E) با شماره‌های مناسب استفاده می‌شود. برای مثال، به نامگذاری ترکیب زیر توجه کنید:



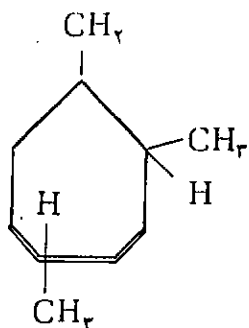
(۴Z، ۲E) -۳- برم -۲، ۵- دی کلرو -۴، ۲- هگزادیان

**نامگذاری ایزومرهای هندسی در سیکلو آلکنها و سیکلو آلکنها**

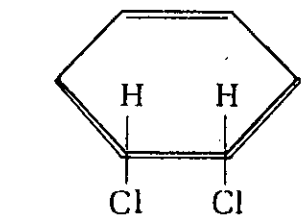
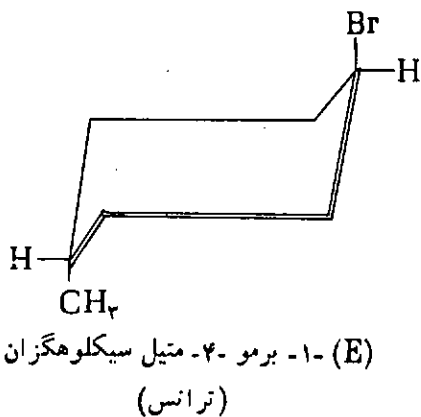
سیکلو آلکنها و سیکلو آلکنها نیز می‌توانند ایزومری هندسی داشته باشند. در این موارد نیز می‌توان از نشانه‌های استرنو شیمیایی (Z) و (E) و قواعد ترتیبی استفاده کرد. برای مثال، ۲، ۱- دی متیل سیکلو پروپان را در نظر می‌گیریم. در این ترکیب، گروهای متیل می‌توانند موقعیتهای ۱ و ۲ را با دو آرایش فضایی متفاوت اشغال کنند. اگر حلقه سیکلو پروپان را مسطح فرض کنیم و آن را در سطح افق نمایش دهیم، گروهای متیل می‌توانند هر دو در یک طرف سطح حلقه (مثلاً هر دو در بالا یا هر دو در پایین) قرار گیرند و یا آنکه در دو طرف مخالف سطح حلقه (یکی در بالا و دیگری در پایین) مستقر باشند.



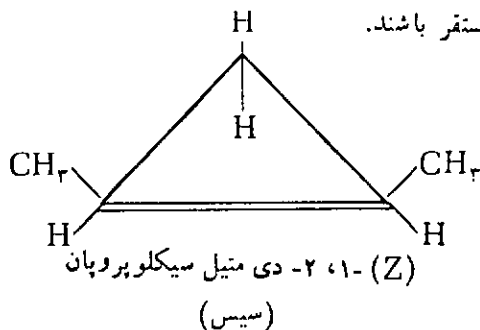
به نامگذاری ترکیبات زیر نیز توجه کنید:

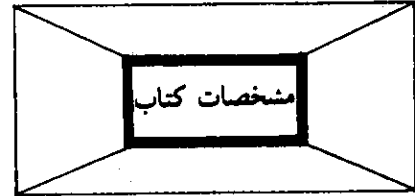


۳، ۲- دی متیل سیکلو پنتان (E) (ترانس)



۴-، ۵- دی کلرو سیکلو هگزان (Z)





عنوان: تدریس علم شیمی در مدارس  
از انتشارات: سازمان تربیتی و علمی و  
فرهنگی ملل متحد یونسکو  
تاریخ: ۱۹۸۴

محل چاپ: فرانسه - پاریس  
تعداد صفحات: ۳۹۲

مندرجات: از آقای پروفیسور - د. ج. - وادینگ  
تن استاد و رئیس کمیته تدریس  
شیمی عملی و رئیس بخش آموزش  
شیمی در انجمن سلطنتی انگلستان  
تقدیر: از دانشمندان و نویسندگانی که بنحوی  
از آثار آنان در تدوین کتاب بهره گرفته  
شده است.

فصل اول: «چهره در حال تغییر علم شیمی» از  
آقای پروفیسور ج. - کمپ بل استاد  
کرسی شیمی در دانشکده مهندسی  
و علوم هاروی مود انگلستان

فصل دوم: «نوآوری در برنامه‌ریزی شیمی  
مدارس» از آقایان: ریچارد بی -  
ایتگل استاد دانشگاه لندن و مهین دا  
رانا ویرا معاون وزارت آموزش و  
پرورش و رئیس سازمان پژوهش و  
برنامه‌ریزی آموزشی کشور  
سريلانكا.

فصل سوم: «برخی از روش‌های تدریس علم  
شیمی» از خانم الکساندر کورن  
هوزر رئیس دانشگاه تربیت معلم و  
استاد کرسی شیمی معدنی در  
دانشگاه لوبلیانا

ترجمه و خلاصه از محمدباقر جلالی  
دفتر پژوهش نظامهای آموزشی جهانی

# نظرات چند تن از خبرگان در «تدریس علم شیمی در مدارس»

فصل چهارم: «سه دیدگاه از کار عملی و  
تکنولوژی در آموزش علم  
شیمی» از آقایان مارجوری ه -  
گاردنر استاد شیمی دانشگاه  
مریلند و جان و - مور استاد  
دانشگاه میشیگان و سردبیر  
مجله آموزش شیمی امریکا. و د  
ج - وادینگ تن استاد کرسی و  
رئیس کمیته شیمی عملی و  
شیمی محض انجمن سلطنتی  
شیمی انگلستان

فصل پنجم: ارزیابی دانش‌آموزان: آقای جان  
سن ماتیو عضو انجمن سلطنتی  
شیمی و استاد دانشگاه لانکاستر  
انگلستان

فصل ششم: «آموزش و تربیت معلمان شیمی»  
از آقایان: ا. و - بگاتسکی - مولف  
چهارصد کتاب و مقاله، عضو  
آکادمی و دارنده لقب دانشمند  
افتخاری اتحاد جماهیر شوروی،  
مدیر موسسه شیمی فیزیک  
اوکراین و خانم دانیل کروس -  
دانشیار دانشگاه مونت‌پلیه فرانسه  
و برنده جایزه انجمن شیمی  
فرانسه در سال ۷۹ و آقای جان  
- لازونسی سراستاد دانشگاه  
یورک و مولف کتاب «شیمی در  
جهان امروز».

فصل هفتم - «پژوهش‌های اخیر در آموزش  
علم شیمی» - از آقای پیتز - جی  
- فن شم استاد آموزش علوم در  
دانشگاه مونتاش استرالیا

فصل هشتم - «آینده تدریس علم شیمی در

سطح مدارس سراسر جهان» (با بهره‌گیری از مقالات هفتگانه قبلی کتاب) از خانم مارجوری ه. گاردنر استاد شیمی دانشگاه مریلند و دانشگاه ایالتی اوهایو و رئیس کمیته برنامه‌ریزی بخش آموزش شیمی شورای عالی دبیرستانها و دانشگاه‌ها و عضو انجمن آموزش شیمی

#### مقدمه

آقای د. ج. - وادینگ تن که مولف چندین کتاب مشهور شیمی است که در مدارس و دانشگاه‌های سراسر جهان تدریس می‌شود در مقدمه می‌نویسد این کتاب جزئی از فعالیت‌های سازمان تربیتی و علمی و فرهنگی سازمان ملل متحد برای بهبود و پیشرفت علم شیمی و بالا بردن سطح آموزش علوم در سراسر جهان است. این کتاب می‌تواند برای آنها که در زمینه علوم کار می‌کنند و هم برای معلمان - محققان، برنامه‌ریزان و بطور کلی برای همه آنهاست که بنحوی با شیمی سروکار دارند مفید واقع شود. زیرا این کتاب با استفاده از مقالات تعدادی از مولفان، دانشمندان و خبرگان دانش شیمی از نواحی مختلف جهان تدوین شده است و امید است که مورد استفاده قرار بگیرد.

آقای. پروفیسور وادینگ تن اضافه می‌کند «جامعه از مدرسه چه از نظر آموزش عمومی و چه از نظر حرفه‌ای بویژه در رابطه با شیمی و کاربرد آن توقعات زیادی دارد. شیمی یکی از معدود علوم است که همه کشورها می‌کشند کیفیت آن را چه از نظر محتوی و چه از نظر چگونگی آموزش و تدریس و بالاخره از نظر بهره‌گیری از آن بهبود بخشند. اینکه علم شیمی چطور و چه مقدار باید در برنامه مدارس دو سطوح مختلف گنجانیده شود، چطور می‌شود

روش‌های تدریس و آموزش تئوری و عملی آنرا بهبود بخشید، و چگونه باید معلم شیمی را تربیت کرد تا همواره با پیشرفت‌های این علم هم‌گام و هم‌آهنگ باشد و تحولات و پیشرفتهای حاصل را در تدریس خود از نظر دور نداشته باشد و آنرا حتی اگر در برنامه درسی نباشد از قلم نیاندازد مسائلی است که باسانی نمی‌توان به آن پاسخ داد و از کنار آن گذشت. هر کشور کم و بیش با این مسائل روبرو است و پاسخ به آن بستگی به چگونگی وضع اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، تاریخی و جغرافیائی کشور مورد نظر دارد.» و لذا مولف کتاب در مقدمه می‌نویسد «بهین دلیل است که کتاب حاضر از مجموعه مقالات و آثار ارزشمند مولفان و محققان کشورهای مختلف گردآوری شده است تا خواننده با مسائل و مشکلات نقاط مختلف جهان در برخورد با مسائل مربوط به علم شیمی آشنا شده و مسائل مبتلی به سراسر جهان را در این زمینه ملاحظه کرده و احیاناً چنانچه راه‌حل‌هایی برای آن مسائل یافته باشند بشناسد و از آن‌الگوها در زمینه حل مشکلات و مسائل مملکت خود با توجه به امکانات موجود استفاده کند و لذا درباره چگونگی تدریس شیمی در مدارس و به‌طور کلی درباره درس شیمی در مدارس در کتابی که پیش روی ما است هشت دیدگاه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده که در هشت فصل آنرا ملاحظه خواهید کرد. بعضی از آنها به‌قدر کافی روشن است مثل محتوی برنامه درس شیمی یا مثلاً دست‌یابی به روشهای مختلف تربیت معلم شیمی، با این حال همین مسائل هم در کشورهای مختلف جهان با هم متفاوت است مثلاً نمی‌شود گفت که مواد درسی شیمی در همه جا باید یکسان باشد و امکان این امر بدلائل گوناگون وجود ندارد یا مثلاً تربیت معلم شیمی در هر کشور با مسائل متفاوت با دیگر کشورها روبرو است و مسئله تربیت معلم

و تربیت معلم شیمی بستگی به مسائل اقتصادی و سیاسی و عوامل دیگر دارد و این مسائل در کشورهای مختلف با یکدیگر تفاوت دارند. نویسندگان فصلهای این کتاب که در حقیقت مولفان این کتاب می‌باشند کوشیده‌اند تا با وجود محدودیت‌هایی که از نظر حجم کتاب برای آنها وجود داشت مآخذی را ارائه داده و این مسائل را در نقاط مختلف جهان مورد بررسی قرار دهند تا چنانچه خوانندگان بخواهند محتوی درس شیمی در مدارس یا چگونگی ارزیابی و امتحانات مربوط به آن یا روشهای مختلف تدریس علم شیمی و چگونگی تربیت معلم و چگونگی تغییر برنامه استفاده از نوآوریها و پژوهش‌ها و آینده‌نگری مربوط به درس شیمی را مورد مطالعه قرار دهند مآخذ و کتب مستندی در اختیارشان باشد. پس از مقدمه، مولف کتاب از طرف مولفان و نویسندگان مقالات از دانشمندان و محققان مرکزی که بنحوی در تالیف کتاب از دانش آنها بهره گرفته شده است تشکر کرده و نخستین بخش کتاب را با مقاله‌ای تحقیقی از آقای پروفیسور آرتور کمپبل استاد کرسی شیمی دانشکده علوم و مهندسی هاروی انگلستان آغاز می‌کند. در این بخش آقای کمپبل در باره «ضرورت تغییر سیمای دانش شیمی» می‌گوید که «دانش شیمی همانند یک موجود زنده و متحرک همواره در حال تغییر است و این خود یکی از علت‌هایی است که محتوی کتب شیمی، معلم شیمی و چگونگی تدریس آن در تحول و تغییر است زیرا علم شیمی هم از نظر تئوری و هم از نظر عملی و ماهیتی سرعت در حال رشد و گسترش و دگرگونی است. حقیقت این است که بسیاری از مردم بر این باورند که در حال حاضر بین آنچه که تحت عنوان شیمی در سطوح پایین‌تر از لیسانس تدریس می‌شود و آنچه که باید تدریس شود چه در صنعت چه در رابطه با

محیط زیست و چه از نظر آکادمیک فاصله زیادی وجود دارد. همین مطلب یکی از مسائلی است که مسلماً بر محتوی برنامه شیمی در مدارس تاثیر می‌گذارد و لذا ملاحظه می‌کنیم که در دهه ۷۰-۱۹۶۰ تغییرات عمده‌ای در محتوی درسی و برنامه آموزشی شیمی بوجود آمده است. در نتیجه پس از این تحولات می‌بینیم که در حال حاضر همراه با امتحانات و آزمایش‌ها به عوامل اقتصادی و اجتماعی در کاربرد این دانش تاکیدات زیاد می‌شود.

آشنائی با تدریس و محتوی درسی علم شیمی جدید ممکن است از طریق دگرگونی برنامه‌های درسی شیمی یا بدون تغییر در برنامه درسی توسط معلمین مبتکر و صاحب قریحه به کلاسها و آزمایشگاهها راه پیدا کند.

سپس آقای پروفیسور کمپ بل با ذکر مثالهایی تغییر سیمای علم شیمی را در کشورهای مختلف جهان مورد بحث قرار می‌دهد و شواهد خود را نیز ذکر می‌کند مخصوصاً آن دسته از دانشمندان که موفق به اخذ جایزه نوبل شده‌اند را بیشتر مورد عنایت قرار داده نظرات و کارهای آنها را به عنوان نمونه ذکر کرده و از بیان این گونه مسائل نتیجه می‌گیرد که برای پیشبرد علم شیمی و بهبود چگونگی تدریس آن و تغییر سیمای این علم به سوی وضعیتی که بهتر و بیشتر بتواند مفید به حال جامعه باشد باید مشکلات و مسائلی را که کشورهای دیگر با آن روبرو بوده‌اند مطالعه کرد و راه‌حلهای یافته شده آنها را با توجه به امکان انجام آن در کشور خود و فراهم بودن مقتضیات اجرایی بنحو مطلوب عملی نمود و در این راه سه راه حل را یادآوری می‌کند.

نخست آقای پروفیسور کمپ بل معتقد است که نظریه‌های شیمی را که اغلب بصورت غامض و مشکل در کلاسهای درس عنوان می‌شود، می‌توان با عبارات ساده، و روشن بیان کرد زیرا هر چند مسائل علمی مشکل و پیچیده

باشد می‌شود آنها را با ذکر مثال و عبارات ساده تشریح و تسهیل کرد.

دوم اینکه علم شیمی آکادمیک و پژوهشی باشد.

سوم اینکه آقای پروفیسور کمپ بل جهاتی را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد علم شیمی مجموعه‌ای از قوانین ثابت و لایتغیر نیست بلکه علم شیمی علمی متحرک است و همواره در حال تحول است و اضافه می‌کند که ما به عنوان معلم شیمی چه بسا چیزهایی را تعریف کرده و تدریس می‌کنیم که آنها در حال حاضر جای خود را به مسائل جدیدتر داده و آنها در حال حاضر تمام شده تلقی می‌شوند. در اینجا آقای پروفیسور کمپ بل چند مثال را ذکر می‌کند که نشان بدهد علم شیمی هم یک دانش مهیج و هم یک چیز زنده می‌باشد و در زندگانی ما کاربرد زیادی دارد. و در توجیه مسئله نخست سخنی از قول آقای لارنس براگ برنده جایزه نوبل در رشته شیمی سال ۱۹۳۵ را ذکر می‌کند که مشارالیه گفته است «یک معلم یا یک سخنران باید در طول درس یا سخن خود باین نکته توجه داشته باشد که چه مقدار از مطالب او در مغز شنونده جایگزین شده و باقی می‌ماند نه اینکه بدون توجه به این امر هر چه را به قلم یا فکرش می‌رسد در سخنرانی خود بگنجاند.» سپس آقای پروفیسور کمپ بل علم شیمی را تعریف و مسیر تاریخی آن را با ذکر نکات برجسته از یافته‌های دانشمندان این علم بصورت خیلی سریع و گذرا بیان کرده می‌گوید که:

شیمی علم برخوردار یا به عبارت بهتر رفتار مولکولها باهم است و شیمیدان اجسام را از نظر کیفیت یا صفت ویژه‌ای که دارند یا از نظر تجربه ناپذیری یا تاثیر متقابلی که مولکولها با اتم‌های آن اجسام برهم دارند مورد تجزیه و تحلیل و بحث و تفسیر قرار می‌دهد. و پس از آن آقای کمپ بل در مروری به تاریخ علم

شیمی تئوری‌های اولیه مربوط به اتم رادر وادهای هندیان یا آثار فلاسفه یونان دانسته و کوششهایی را که علمای علم کیمیا در مورد قلب ماهیت اجسام یا تغییر شکل آنها کرده‌اند ذکر می‌کند و از کشف لاوازیه در مورد بقاء جرم در واکنش‌ها مسابین اجزای آن و گامهای برجسته دالتون و آوگادرو و نظریه وابسته به نیروی متحرک اجسام بولتز من و ماکسول و خدمات مندلیف و می‌یو به علم شیمی به ویژه جدول معروف مندلیف تا کشف رادیو اکتیو و ایزوتوپها و هسته مرکزی اجرام کوچکتر از اتم یاد می‌کند تا بانجا می‌رسد که به تازه‌ترین پیشرفتهای علم شیمی در اندازه‌گیری تعداد یا انرژی نوترونها یا الکترونها می‌پردازد و اضافه می‌کند که چون دانشجویان از آزمایش‌های علم شیمی لذت می‌برند لذا به چهار آزمایش عملی مبادرت می‌ورزد که نخستین آن درباره مشاهده رفتار یک اتم می‌باشد. و در آزمایش دوم می‌کوشد که مقدار یک میلیونیم (یک میلی‌گرم در هزار گرم) را با آزمایش نشان داده و در سومین آزمایش نور و بازتاب شیمیائی و در آخرین آزمایش گرایش به انبساط را شرح می‌دهد. همه این مثالها و آزمایش‌ها بقدری جالب و آموزنده هستند که جا دارد علاقمندان به اصل کتاب مراجعه و آن را ملاحظه نمایند. (در پایان مقاله مأخذ ذکر شده است).

## فصل دوم

مقاله دوم - از آقایان اینگل و راناویرا درباره نوآوری در برنامه ریزی شیمی مدارس است. نویسندگان این مقاله را فصلی از کتاب به حساب آورده‌اند و در آغاز آن می‌نویسند که از سال ۱۹۶۰ به اینطرف، دنیا شاهد فعالیت قابل ملاحظه‌ای در زمینه نوآوری شیمی در مدارس بوده است. در تعدادی از کشورهای



صنعتی دوره‌های جدید تدریس علم شیمی تاسیس شده و در بسیاری از کشورها نیز سازمان برنامه‌ریزی بوجود آمده است. گزاف نیست اگر گفته شود که تغییراتی که در شیمی مدارس در همین سالهای ۷۰-۱۹۶۰ به وجود آمده خیلی خیلی بیشتر از آن مقداری است که در طول پنجاه سال گذشته صورت گرفته بود. اولین پروژه برنامه‌ریزی شیمی پاسخی بود به نیازهای ملی و آموزشی و شاید باشکوه‌ترین تحولات در دهه ۷۰-۶۰ این بود که محتوی برنامه شیمی مدارس تغییر کرد. امروز شیمی در همه کشورها مخصوصاً در سال‌های اول دوره دبیرستان تدریس می‌شود و نه تنها محتوی برنامه شیمی مدارس روز به روز با زمان همگام‌تر می‌شود بلکه خود به صورت یک درس مجزا و دانش مستقلی درآمده است. امروزه یکی از مهمترین و عمده‌ترین تاکیدات در علم مسئله عملی بودن آن است که اهداف جدیدی را نوید می‌دهد. کار عملی، جوانان را ترغیب می‌کند تا استعدادهای آنها شکوفا بشود و با یکدیگر همکاری کنند و این دسته جمعی کار کردن در علوم به ویژه در علم شیمی موجب می‌شود تا حتی دانش‌آموزان عقب افتاده و ضعیف با شرکت در کار جمعی به زندگی بهتر پردازند. سپس در مقدمه همین فصل از کتاب می‌نویسد «این فصل کتاب اختصاص به مطالبی دارد که در بیست سال گذشته در برنامه شیمی مدارس تدریس شده و باین دلیل آنها را مجدداً یادآوری می‌کنیم زیرا می‌توانیم از موفقیت یا عدم موفقیت کشورهای که این مواد درسی را داشته‌اند نکات قوت و ضعف آن مطالب و چگونگی اعمال آنها در برنامه خود را ثانیاً این مواد برنامه حاوی مطالب اساسی و مهمی است که زیربنای این علم در این مدت به حساب آمده است. البته همه مواد درسی یا مطالب مندرج در کتابهای شیمی یادآوری نشده است. مثلاً و مطالب جنبه عمومیت دارد،

بسیاری از پروژه‌های نوآوری در برنامه‌ریزی مدارس که به مراکز بین‌المللی آموزش علوم و ریاضیات ارسال شده مورد استناد این مقاله واقع شده که بعضی از آنها مستقیماً به تدریس علم شیمی و به عنوان یک دانش جدا و مستقل و عده‌ای دیگر به عنوان جزئی از علوم مربوط می‌شود که در شرح مقاله از آنها به تفصیل یاد شده است. (در پایان مقاله ماخذ و بعضی منابع اطلاعاتی که درباره برنامه‌ریزی شیمی در سراسر جهان وجود دارد آمده است).

### فصل سوم

برخی از روش‌های تدریس علم شیمی این مقاله به قلم خانم دکتر الکساندر کورن هوزر رئیس دانشگاه تربیت معلم و استاد کرسی شیمی دانشگاه لوبلیانا نوشته شده است. در این مقاله راجع به روشهای متفاوت تدریس علم شیمی بحث می‌شود و خانم پروفیسور چهار روش مختلف را متذکر شده‌اند که یکی روش تدریس پرسش و پاسخ یا روش سقراطی است. روش دیگر روش حل مسائل و مشکلات شیمی، روش سوم بررسی ساختار دانش شیمی و بالاخره روش شناخت الگوهای تدریس علم شیمی می‌باشد و در این مورد خانم پروفیسور چهار مقاله تخصصی از چهار نفر از اساتید فن را ذکر کرده است و پس از آن به شرح این چهار روش پرداخته است. (مقاله به قدری تحقیقی و تخصصی و ارزشمند است که برای آگاهی از آن باید به عین مقاله رجوع کرد).

### فصل چهارم

سه دیدگاه از کار عملی و تکنولوژی در آموزش علوم شیمی این مقاله را سه نفر از اساتید فن که در

زمان پیش بروند و از معلومات روز و زمان حاضر برخوردار باشند و باز اضافه می‌کند چگونه ممکن است در آموزش و تربیت معلم روش‌های آموزشی بهتر و روش‌های تدریس را به خوبی شناخت و بهترین آنها را انتخاب کرد؟

و سپس به نظرات مختلف دانشمندان پرداخته در مقدمه می‌نویسد که چگونه و به چه وسیله ممکن است معلم خوب تربیت کرد؟ و چه مسائلی در ساختن یک معلم خوب و آموزش دادن به او مؤثر است تا معلم خوب به وجود بیاید. مؤلف این فصل کتاب سپس از قول آقای وای استروگ می‌نویسد که «معلم بد حقیقت را درس می‌دهد اما معلم خوب می‌گوید که چطور می‌توان حقیقت را پیدا کرد.» سپس می‌نویسد که تربیت یک معلم شیمی خوب بر چهار عامل مندرج در زیر منوط است.

۱ - انتخاب صحیح و درست معلم خوب و قابل از میان داوطلبان شغل معلمی ۲ - روند آموزش ۳ - ایجاد شرایط مطلوب و مناسب ۴ - درک سودمند بودن برنامه‌های آموزش. مؤلف سپس به چگونگی انتخاب داوطلب برای شغل معلمی شیمی پرداخته و چگونگی آموزش او را مورد نظر قرار می‌دهد و نیاز به ضمن خدمت و پیش از خدمت را به تفصیل با ذکر مثالها و شواهد اساسی شرح می‌دهد و در آخرین فصل کتاب تسحت عنوان «آیسنده» چگونگی تدریس و آموزش و آموختن علم شیمی را با استفاده از فصول قبلی کتاب شرح می‌دهد و پس از ذکر یک مقدمه که بر حاصل مطالب مندرج قبلی کتاب نوشته شده راه‌حلها و روش‌های عملی را برای اعتلای دانش شیمی و بالا بردن سطح دانش معلمان شیمی بیان می‌کند. در پایان کتاب مختصری از شرح حال و احوالات و تألیفات مؤلفان فصول قبلی کتاب بیان شده است.

به یک تکنیک و روش مفید و مناسب برای امتحانات، فعالیت زیادی به عمل آمده است. در این فصل آقای جان ماتیو چگونگی دستیابی به این تکنیک و شرح چگونگی ارزیابی و امتحانات را شرح می‌دهد و انواع امتحانات اعم از تست و تست‌های چند پاسخی و امتحانات سنتی و بالاخره امتحانات شفاهی و چگونگی بهتر اجرا کردن و نتیجه گرفتن از آن را بیان می‌کند. آقای ماتیو حتی درباره ارزیابی و امتحانات عملی نیز سخن می‌گوید (در پایان فصل مآخذ و منابع مطالب مندرج را ذکر می‌کند).

## فصل ششم

آموزش و تربیت معلمان شیمی

در این فصل نویسندگان بر نقش معلم در آموزش به ویژه در آموزش علم شیمی تأکید و تکیه کرده‌اند و می‌گویند حال که جهان روز به روز به سوی آگاهی و اطلاعات بیشتر گام برمی‌دارد، وجود معلم خوب و لایق در آموزش و پرورش اهمیت فراوانی کسب کرده است. مسئله آموزش قبل از خدمت را مورد توجه قرار داده و برای آموزش ضمن خدمت ارزش و اهمیت بسیار زیاد قائل شده‌اند و آن را پایه و اساس آموزش شیمی در مدارس انگاشته‌اند.

سپس در مقدمه فصل ششم تعدادی از مسائل مهم و قابل توجه را مطرح کرده‌اند، از جمله می‌پرسند که آیا می‌شود شیمی را در دانشگاه به نحوی تدریس کرد که فارغ‌التحصیلان شیمی‌دان باشند؟ و سپس چنانچه کسی بخواهد معلم شیمی بشود یک دوره آموزش جداگانه ببیند؟ یا اینکه آیا می‌بایست معلمان شیمی را طوری آموزش داد و تربیت کرد که متخصص علم شیمی باشند؟ و بالاخره می‌گویند چه باید کرد تا معلمان به طور اعم و معلمان شیمی به طور اخص همگام با

بیشتری را به جان می‌خرند. در این مقاله رهنمودهایی برای حفاظت و سلامت آنها که در آزمایشگاه کار می‌کنند ذکر شده است.

نکته قابل ذکر دیگر که در این فصل کتاب تقریباً به تفصیل توجیه شده است استفاده از کامپیوتر و ماشین حسابهای دستی و استفاده از اینگونه تکنولوژی در آزمایشگاه و به طور کلی در فن تدریس شیمی است. این وسائل به سرعت در دوره دوم دبیرستان کشورهای صنعتی راه پیدا می‌کند و آنقدر به سرعت جای خود را باز می‌کنند که به سختی می‌شود دامنه گسترش آنها را پیش‌بینی کرد در هر صورت این مقاله بیشتر بر اساس تجارب شخصی نویسندگان در تدریس علم شیمی و کار عملی در آزمایشگاه نوشته شده است و سرفصلهای عمده آن درباره تجهیزات آزمایشگاههای مدارس، مواد مورد نیاز در آزمایشگاه، ایمنی در آزمایشگاه، کمکهای اولیه و چگونگی حفظ سلامت و صحت به هنگام کار و نقش کامپیوتر در شیمی و ذخیره اطلاعات و آزمایشها در آن برای استفاده‌های بعدی است (در پایان فصل مآخذ و کتاب‌شناسی این فصل و دانشمندی که کار و فکر آنها مورد استفاده قرار گرفته شده آمده است).

## فصل پنجم

فصل پنجم کتاب به امتحانات و ارزیابی از آموزش و آموختن شیمی تخصیص داده شده است. در این فصل آقای جان س - ماتیو می‌نویسد اگر بخواهیم برنامه‌ریزی آموزشی با موفقیت توأم باشد باید به آموزش قبل از کار و آموزش ضمن خدمت معلمان و امتحانات توجه کنیم و امتحانات می‌بایست با توجه به هدفهای برنامه آموزشی و آنچه که تعلیم داده شده است، به عمل آید. و سپس اضافه می‌کند که همگام با پیشرفت برنامه‌ریزی آموزشی برای دستیابی

## فصل هفتم

## پژوهش‌های امروزی در آموزش علم شیمی

این فصل را پروفسور پیتز - جسی - فن شم استاد آموزش علوم در دانشگاه موناخ ملبورن استرالیا تدوین کرده است. این دانشمند خود در بسیاری از پژوهش‌های آموزش علم شیمی شرکت داشته و همکاران او نیز در تعلیم و تربیت معلمان شیمی از پیش گامان تحقیقات و پژوهش‌های علمی علم شیمی در استرالیا بوده‌اند. وی در چندین کمیته برنامه‌ریزی تدریس شیمی دبیرستانها شرکت داشته و در سطح جهان شهرت به سزایی دارد.

نامبرده می‌نویسد «بسیاری از معلمان، استادان تربیت معلم شیمی، تدوین کنندگان برنامه‌های مربوط به آن و حتی علاقمند به شیمی بر این باورند که جمع‌آوری همه پژوهش‌هایی که در سالهای اخیر در آموزش علم شیمی انجام گرفته است، کاری بسیار مشکل است زیرا نتایج و گزارشهای این پژوهش‌ها در بسیاری از مجلات و کتابها و سخنرانی‌های دانشمندان مربوط پراکنده بوده، علاوه بر این، ارزیابی این پژوهش‌ها و نتیجه‌گیری از آنها در بسیاری از اوقات مشکل‌تر است.»

پروفسور فن شم تعدادی از مهمترین این پژوهش‌ها و آزمایش‌ها را در زمینه آموزش علم شیمی با ذکر مآخذ در این فصل از کتاب آورده و اضافه می‌کند که او این پژوهش‌های اخیر در آموزش علم شیمی را از دیدگاه یک معلم مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نه یک محقق زیرا در حقیقت از او همین مطلب خواسته شده بود و او نظرات شخصی خود را درباره این آزمایش‌ها در آخر گزارشات اضافه کرده

است. لذا مطالعه فصل هفتم کتاب «نظرات چند تن از خبرگان در تدریس علم شیمی در مدارس» فرصت جالبی برای خواننده بدست می‌دهد تا با جالب‌ترین مسائل و مواردی که در تدریس شیمی با آن برخورد می‌کند، از پیش آگاهی حاصل کند.

پروفسور فن شم بیان می‌کند که در تدوین و تالیف این فصل از کتاب بیشتر تحت تاثیر عنوان کتاب قرار داشته و در نتیجه، آن قسمت از پژوهش‌های انجام شده در سالهای اخیر را که او جمع‌آوری کرده از دیدگاه یک معلم ارائه کرده است. لذا نخست مآخذ و منابعی که در این مقاله از آن استفاده شده ذکر کرده و می‌گوید که اصولاً به چه نوع فعالیتی تحقیق یا پژوهش در آموزش علم شیمی می‌توان نام نهاد و پس از آن، نمونه‌هایی را ذکر می‌کند و بعد می‌گوید پژوهش از دیدگاه یک معلم چگونه فعالیتی می‌تواند باشد و سپس گفته یک پژوهشگر سوئدی را می‌آورد که می‌گوید «معلمان شیمی ناچارند کتابی را که برای تدریس در اختیار آنها قرار داده شده تدریس کنند و اجازه، ندارند کتاب جداگانه‌ای را هر چند هم که مصلحت بدانند یا حتی همراه با کتاب درسی درس بدهند آنها اغلب به آزمایشگاه یا مواد مورد نیاز برای آزمایش دسترسی ندارند. مشکل دیگر اینکه معلم شیمی بسیاری از اوقات وقتی را که باید در تدریس یا آزمایش از آن استفاده کند ندارد.»

پس از بیان این پژوهشگر سوئدی پروفسور شم به مطلب اساسی مقاله خود می‌پردازد که «چگونه علم شیمی را باید تدریس کرد» و می‌گوید مسئله اساسی در آموزش علم شیمی این است که چگونه باید این دانش را درس داد و پس از توضیح این مطلب که مسلماً هر کلاس یا هر جا و هر دسته از شاگردان و هر محیط با موارد مشابه آن متفاوت است می‌گوید امروز بسیاری مسائل مهم و نو در علم شیمی به

وجود آمده است که باید به آنها توجه داشت و ممکن است که این مطالب حتی در پنجسال پیش هرگز مورد توجه نبوده است. او اضافه می‌کند که معلم شیمی خود به چه مقدار از این دانش نیاز دارد؟ چطور باید آنرا تدریس کند که جالب جلوه کند؟ معلم شیمی بچه نحو می‌تواند از آزمایشگاه استفاده موثر و مفید بکند؟ و بالاخره آیا معلم شیمی می‌تواند یک محقق باشد؟ و اگر می‌تواند چگونه باید آن را جامعه عمل ببوشاند؟ (در پایان مقاله مآخذ و منابع مورد استناد مولف ذکر شده است).

## فصل هشتم

## آینده تدریس علم شیمی در سطح مدارس سراسر جهان

این فصل از کتاب را دکتر مارجوری - اچ - گاردنر استاد کرسی شیمی دانشگاه‌های مرلند و اوهایو و رئیس کمیته برنامه‌ریزی آموزش شیمی و عضو انجمن شیمی دانان امریکا تدوین کرده است. نامبرده در این مقاله که در حقیقت آخرین فصل کتاب نیز می‌باشد، نتایج مباحثات هفت فصل قبلی کتاب را به هم پیوند داده است تا بتواند خطوط اصلی سیمای آینده آموزش شیمی را ترسیم کند. از خود می‌پرسد که با توجه به اهداف آینده علم شیمی و تفاوت‌های روشن و صریحی که از نظر قدرت و تحرک وضع اجتماعی و سیاسی وجود دارد، برای آینده علم شیمی چه می‌توان کرد؟ و چه باید کرد؟ و لذا در این مورد او از دیدگاه یک معلم و یک شاگرد در جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کند به آینده می‌نگرد.

البته باید توجه داشت که پروفسور گاردنر برگذار کننده ششمین کنفرانس بین‌المللی آموزش شیمی در ماه اوت ۱۹۸۱ نیز بوده

باید برای آینده علم شیمی به سه دیدگاه اصلی توجه داشته باشیم.

الف - منابع انسانی ب - برنامه ریزی و ارزیابی آموزشی ج - متدولوژی و تکنیک و آموزش. سپس درباره هر یک از عناوین فوق مطالب قابل ذکری را بیان کرده نیازمندیهای معلمان شیمی را از نظر تدریس و تحقیق و ارزیابی محتوی برنامه‌های تدریس علم شیمی و اهمیت آموزش‌های قبل از خدمت شغل معلمی شیمی و آموزش ضمن خدمت آنها را به ویژه در تداوم تدریس شرح می‌دهد. در پایان فصل شالوده فعالیتی را برای معلمان شیمی در دهه ۱۹۸۰ از دیدگاه خود ارائه می‌کند که در آن، مسئله نقش معلم و کلاس او و تبدیل آنها به صورت این که کلاس شیمی از صورت «معلم محوری» خارج شده و در کلاس شیمی شاگرد مطرح و فعالیت‌های آزمایش به دست با کمک او و راهنمایی معلم انجام بگیرد و نقش شاگرد در کلاس نیز از دید این دانشمند از صورت یک بازگو کننده مطالب علمی به صورت یک عمل کننده درآید. آزمایشگاه و عوامل سالم سازی محیط آزمایشگاه مورد توجه قرار بگیرد و از وسایل و ابزار و مواد آزمایشگاهی ارزان قیمت در فعالیتهای تجربی استفاده بعمل آید و بالاخره در کلاس درس شیمی تجهیزات سمعی و بصری و تکنولوژی‌های پیشرفته در زمینه کامپیوتر و وسائل رسانه‌های اطلاعاتی سریع به کار گرفته شود.

خانم پروفیسور گاردنر در پایان مقاله به نقش تحقیقات در درس شیمی اهمیت فوق العاده داده و راه‌حلهای عملی را در مقابل مسائل و مشکلات معلمان شیمی در حد توان ارائه می‌کند، و در پایان مقاله ماخذی که مورد استفاده او قرار گرفته را یادآور شده است.

دانشمندان به نامهای اینگل و راناویرا از پروژه‌ها و برنامه‌های آموزش شیمی در سه دهه سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ استفاده کرده، برای دهه ۱۹۸۰ نیز دنباله همان برنامه‌ریزی‌های یاد شده پیشنهاد می‌کنند و برای مثال می‌گویند آنچه در امریکا و انگلیس در این علم تدریس می‌شود در مرحله اول به زبان کشوری که می‌خواهد آنرا مورد استفاده قرار دهد ترجمه شده و سپس با توجه به مبانی فرهنگی آن کشور در برنامه‌ریزی کشور مورد نظر گنجانیده می‌شود. در فصل بعد روشهای تدریس علمی شیمی و در فصل چهارم نقش آثار عملی میکرو کامپیوترها را در کار معلمان شیمی و چگونگی استفاده سریع از تکنولوژی جدید را مورد بحث قرار می‌دهد و در همین فصل به معلمان شیمی توصیه می‌شود که از ابزار و وسایل آزمایش ارزان قیمت در آزمایش‌های مربوط به تدریس خود استفاده کنند و بالاخره مولفان فصل ششم، فلسفه آموزش خود را درباره اینکه چگونه می‌توان یک معلم شیمی خوب تربیت کرد؟ و اینکه معلم خوب باید واجد چه فضائلی باشد؟ و پس از آن آثار ارزشمند آموزش‌های ضمن خدمت و آموزش‌های قبل از آغاز به کار معلمی در دروس شیمی و چگونگی برگزاری این دوره‌های آموزش را شرح می‌دهد.

پروفیسور شم، چنگ و مجموعه مختصری از پژوهش‌های اخیر را متذکر شده نتایج مهم آنها را در این مقاله ذکر کرده است. او شرح می‌دهد که برای اینکه یک معلم شیمی برای شاگردان بیشتر قابل استفاده بوده و درس او جالب‌تر باشد، به چه دانشهایی در این زمینه نیاز دارد. او می‌گوید که کلاس شیمی باید آزمایشگاه شیمی تحقیقاتی باشد. سپس نتایج حاصل از ششمین کنفرانس بین‌المللی شیمی را که در ماه اگست ۱۹۸۱ در دانشگاه مرلند منعقد شده بود جمع‌بندی کرده و می‌گوید که ما

است و لذا پس از برگزاری این کنفرانس قبل از اینکه از حاصل توصیه‌های کنفرانس سخنی به میان آورد، مشکلات و موانع نیل به این اهداف را گوشزد کرد. نامبرده در مقدمه فصل هشتم می‌گوید: «اما در سطح مدارس برای تدریس شیمی در آینده چه خواهیم داشت؟ و اگر بخواهیم توضیح بیشتری بدهیم باید بگوییم که در دنیای آینده چه مسائلی باید در تدریس علم شیمی مطرح باشد؟ سپس بلافاصله جواب می‌دهد که اگر با دقت وضع موجود را در زمینه علم شیمی و تدریس آن در مدارس مورد ملاحظه قرار بدهیم و همه جوانب آن را بسنجیم می‌توانیم بگوییم که در سال ۲۰۰۰ میلادی در کلاسهای درس شیمی قبل از دانشگاه چه مسائلی باید مطرح و چه موادی باید تدریس شود.

مولف پس از این ملخص، فصول هفتگانه قبلی کتاب را ذکر کرده و رهنمودهایی را که هر یک از دانشمندان نویسنده پیشنهاد کرده‌اند، از دیدگاه یک معلم تشریح کرده است. و می‌گوید «بگذارید تا نتایج حاصل از این مقالات را با هم تلفیق کنیم و راهی را که از میان این دستورالعمل‌ها از طریق کلاس درس در این جامعه متحول و در این حال و هوای متغیر سیاسی و اقتصادی به وسیله این دانش شکوفا و در حال جوانه زدن یعنی شیمی به آینده باز می‌شود، پژوهش و پیگیری کنیم از جمله:

در فصل اول کتاب آقای کمپبل این پرسش که «علم شیمی که هر روز بیشتر از پیش وسعت پیدا می‌کند چگونه می‌تواند از طریق تحقیقات به کلاسهای درس راه پیدا کند؟ مطرح می‌کند و می‌کوشد تا بین آنچه که مشخصاً در کلاس درس از شیمی می‌آموزد با آنچه که در زندگی روزمره او اتفاق می‌افتد، ارتباط برقرار کند.

در فصل دوم از نظریات دوتسن از

شهید بهشتی - تربیت مدرس - آزاد اسلامی و مدرسه عالی علوم کاشان همکاری داشته‌ام.

تاکنون تالیفات و مقاله‌های چاپ شده داشته‌اید؟

اینجانب با مشارکت افراد دیگر حدود ۲۵ مقاله در نشریه‌های زیر به چاپ رسانیده‌ام.

- 1) Inorg. Chem.
- 2) Inorg. Chim. Acta.
- 3) Chemica Scripta.
- 4) Macromolecules.
- 5) Heterocycles.

(۶) نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران.  
(۷) نشریه امیرکبیر (دانشگاه پلی تکنیک).

همچنین در تألیف چندین کتاب دانشگاهی با اساتید دیگر مشارکت داشته‌ام که به قرار زیرند:

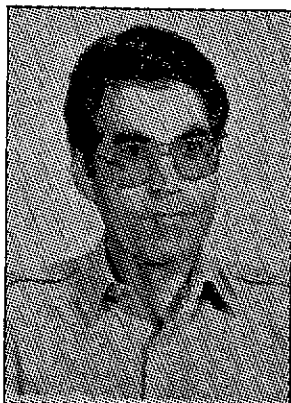
۱- «نظریه اوربیتال مولکولسی هوکل (Huckel) و مقدمه‌ای بر کار برد تقارن در شیمی» دکتر حسین آقابزرگ - دکتر محمدرضا ملاردی.

۲- «تئوری گروه و تقارن در شیمی» دکتر حسین آقابزرگ - دکتر منصور عابدینی.

۳- «ارتعاشات مولکولی از دیدگاه تقارن» دکتر حسین آقابزرگ (زیر چاپ).  
۴- «شیمی معدنی (جلد اول)» دکتر حسین آقابزرگ - دکتر محمدرضا ملاردی (زیر چاپ).

تا کنون در چه زمینه‌هایی پژوهش کرده‌اید؟

تهیه کمپلکس‌های منگنز (III) به منظور بررسی اثریانی - تتر (Jan - teller) به وسیله پراش اشعه X، طیف بینی مرئی و EPR و مطالعه و بررسی کمپلکس‌هایی



## گفتگو با برادر دکتر حسین آقابزرگ

مریی در دانشگاه ابوریحان استخدام شدم و از سوی این دانشگاه برای تحصیل دوره دکترا به کشور آمریکا رهسپار شد و سرانجام در سال ۱۳۶۱ به دریافت درجه دکترا (Ph. D) در رشته شیمی معدنی از دانشگاه فلوریدا (گنترویل) «University of Florida» نایل آمد، پس از اتمام دوره دکترا به مدت یکسال به عنوان فوق دکترا (Post doctoral Reseach در همان دانشگاه) به انجام کار تحقیقات مشغول شد و پس از دوره فوق دکترا در دانشگاه مرسر جورجیا (Mercer University) به عنوان استادیار مشغول کار شد و سپس به ایران مراجعت کرد و در دانشگاه تربیت معلم به عنوان استادیار آغاز به کار کرد.

به غیر از دانشگاه تربیت معلم با چه واحدهایی، همکاری داشتید و دارید؟

تاکنون با دانشگاه‌های کسرمان - مازندران (بابلسر) - الزهرا - تهران -

استادیار محترم دانشکده علوم دانشگاه تربیت معلم، عضو هیأت تحریریه نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران و عضو هسته آموزشی دوره عالی شیمی دانشگاه تربیت معلم.

ایشان در سال ۱۳۲۷ در شهر تهران متولد شد. دوره تحصیلات ابتدایی خود را در دبستان جامی به پایان رسانید و پس از اخذ دیپلم متوسطه از دبیرستان مروی در دانشگاه تهران به تحصیل رشته شیمی پرداخت و پس از احراز مرتبه دوم در سال ۱۳۵۱ به اخذ درجه لیسانس نایل آمد و در همان سال پس از گذراندن تعلیمات نظام وظیفه به درجه ستوان دومی نایل آمد و به عنوان سهمیه وزارت فرهنگ و آموزش عالی بقیه خدمت نظام را در دانشگاه تهران به عنوان مرئی آزمایشگاه به انجام رسانید و سپس در کنکور دوره فوق لیسانس دانشگاه تهران با رتبه اول پذیرفته شد و در سال ۱۳۵۴ موفق به اخذ درجه فوق لیسانس با امتیاز نایل آمد. سپس به عنوان

جدو

## آموزش به رو

## افقی:

- ۱- نام دیگر اکسید کرم (VI)
- ۲- فضایی در اطراف هسته کسه بیشترین الکترونها را شامل است.
- ۳- عنصری واسطه از گروه VIB - وارون  $N=N-N$  است.
- ۴- یکی از نیروگاههای برق کشور
- ۵- پسوندی برای بنیانها
- ۶- در کلر اسیون اتان احتمال تشکیل آن وجود
- ۷- در هم ریخته آن نام روشی است برای گلوکز - یکی از هالوژنها - یکی از عناصر
- ۸- نام نوعی شیشه نشکن
- ۹- نام دیگر قلیایی - معکوس آن نام یکی از
- ۱۰- یکی از حروف یونانی - پسوند نام آ
- درهم ریخته
- ۱۱- بخشی از نام لاتینی یکی از عناصر گروه
- ۱۲- ماده اصلی ویتامین C

## عمودی:

- ۱- قسمت عمده هوا را تشکیل می دهد - پیشوند یکی از پیشوندهای عددی
- ۲- وارونه پسوند آلکانهاست - اگر با «ایزو» معنی هم مکان است.
- ۳- اگر به آخرش «ك» اضافه شود اسید سه پرو

با عدد کوئوردیناسیون بالا و همچنین تهیه و مطالعه هالیدهای تیتان زمینه های پژوهشی و تحقیقاتی اینجانب است.

نظر شما در مورد محتوای کتابهای شیمی دبیرستانی چیست؟

به نظر من در کتابهای درسی شیمی دوره دبیرستان، در گذشته بیشتر به جنبه های توصیفی و حفظی توجه می شد و لسی در کتابهای فعلی بیشتر مطالب بر پایه استدلال استوار است. البته کتابهای فعلی نیز بدون اشکال نیست و باید تغییراتی در آنها داده شود.

برای بررسی کتابهای دبیرستانی و کتابهای معلم، در دانشگاه تربیت معلم چند واحد ارائه شده است و آیا مطالب به خوبی تجزیه و تحلیل می شود یا خیر؟

البته چون بیشتر در کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم فعالیت دارم متأسفانه در این مورد نمی توانم اظهار نظر کنم. به هر حال باید به این مسأله در دانشگاه تربیت معلم و سایر شاخه آن توجه زیادی مبذول شود که انشاء الله این طور است.

محتویات مجله رشد آموزش شیمی برای معلمان و دانشجویان (دسته شیمی دانشگاه تربیت معلم در امر تدریس آنها تا چه حد مفید است.

به نظر من مجله رشد آموزش شیمی یکی از قدمهای مثبتی است که دفتر تحقیقات برای ارتقاء سطح معلمان و تمام دانشجویان برداشته است. این مجله نه تنها برای دانشجویان تربیت معلم بلکه برای تمامی دانشجویان شیمی کشور قابل استفاده است. البته شکمی نیست که این مجله دارای نواقصی نیز می باشد که این امر برای هر مجله یا نشریه نوپا طبیعی به نظر می رسد.

به نظر من اهداف این مجله باید خیلی نزدیک به اهداف نشریه «Journal of Chemical Education» باشد و سعی شود مباحث شیمی با نگرشهای مختلف تفهیم شود که این مسأله می تواند در امر تدریس مفید باشد.

چه دهنمودهایی برای بهبود و غنی کردن مطالب مجله پیشنهاد می فرمایید؟

همان طور که در بالا اشاره شد، بازگو کردن يك مبحث در شیمی با نگرشهای مختلف اگر چه به نظر می رسد اتلاف وقت باشد ولی دیدها و نگرشهای جدیدی را برای دانشجویان و معلمان به ارمغان خواهد آورد. زیرا در هر نگرشی نکته ای مفید نهفته است.

برای دانش آموزان و دانشجویان (دسته شیمی، چه پیشنهادها و دهنمودهایی توصیه می کنید تا در این (دسته، موفقیت بیشتری کسب کنند.

تنها پیشنهاد من به دانش آموزان و دانشجویان سراسر کشور این است که از حفظ کردن مطالب در شیمی بربخیزد. علم شیمی فقط باید بر پایه تجربه و استدلال استوار باشد.

متأسفانه با توجه به اینکه کاربرد نظریه گروهها و تقارن در علم شیمی از سال ۱۹۲۰ میلادی در برخی کشورها آغاز شده است و لسی هنوز الفبای این مسائل نیز در بیشتر دانشگاههای ایران مطرح نمی شود.

امیدوارم همکاران گرامی به نظریه گروه و تقارن توجه بیشتری بنمایند تا بتوانیم بسیاری از مباحث نظری را در شیمی پاسخ گو باشیم.

طرح ساختار

هشت پله‌ای روش آفبا (AFBA)

در مورد پر شدن ترازهای الکترونی

علی اصغر نیک طبع  
معلم شهرستان بافت

جدول شماره ۴

کلمات متقاطع شیمی

حل جدول اصطلاحات شیمی

تهیه و تنظیم: الف - ابراهیم پور  
معلم شیمی دبیرستانهای رشت

۴- ماده کشف شده نام دیگری برای اکسید آهن (III) - یکی از غیر فلزها

۵- وارونه آن به معنی کدر است - به ها لوژنها گفته می شود.

۶- نام نوعی پیوند شیمیایی است برای حذف آن از سنگ معدن آهن باید از سنگ آهک استفاده کرد.

۷- اگر به آخر آن «د» اضافه شود ته نشین می شود.

۸- رنگ سولفات مس (II) متبلور نوعی رابط الکترولیتی در پیلها - از آن الیاف سلولزی تهیه می شود.

۹- خرد - نوعی سیلیس ناخالص

۱۰- گاز مرد آب - جوشانده و تغلیظ کرده بعضی از میوه ها

۱۱- از حروف ربط و عطف - عنصری واسطه گروه IIB

۱۲- بیان اسید کلریک

مال حضور

نام گروه

د.

یه اتانل از

اسطه

ژهاست

دها - شپنم

است.

به روی دو

م شود به

ی است.

UP STAIR

	Δf	εd	γp	λs
γf	Δd	εP	γs	
εd	ΔP	εs		
εd	γp	Δs		
γP	εs			
γP	εs			
γs				
λs				

RIGHT

LEFT

COWN STAIR

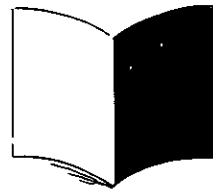
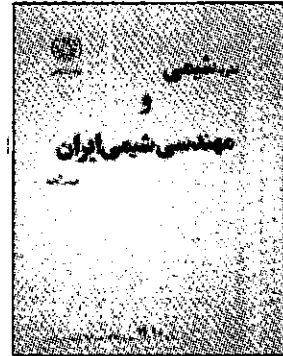

الکترونی در مولکولهای دو اتمی (به زبان انگلیسی)،  
(غلامرضا اسلامپور، علی مقاری).

پژوهشهای کاربردی: محاسبه سطح ایتیم تیکز با کامپیوتر  
(محسن عدالت، حسن طویبی).

مقالات مروری: مطالعات سینتیکی واکنشهای تشکیل  
کمپلکس بین یونهای فلزایی و اترهای دیهیمی در حلالهای  
مختلف (مجتبی شمسی پور).  
در قسمت ب آمده است:

اندازه گیری آهن در کیک زرد به روش اسپکتروفوتومتری  
(هوشنگت موثقی)؛ اکسازیریدین ها (برهن موثقی)؛ سینتی  
برای تخلیص گاز و تأمین خلاء در آزمایشگاه (محمد مهدی  
اکبر نژاد)؛ درک شیمی فضایی به طور ساده (ترجمه - افسر  
عابد زاده عظیمی)؛ مکانیک و الگوی، روش و اندازه آن (ترجمه -  
مهران غیاثی)؛ آنتروپی - بی نظمی در مفهوم (ترجمه ۴۰ - محمد  
بنی سربلوکی).

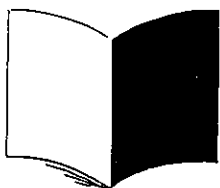
تازه های علمی و خبری: فشرده مقالات برخی از محققین  
ایرانی؛ پلیمرهای هادی محلول در آب سنتز شد، یون کاسیم  
منفی تئوری را به بارزه می طلبد.



نشریه شیمی و مهندسی شیمی  
ایران  
شماره ۱۵ و ۱۱  
(قسمت الف و قسمت ب)

در قسمت الف آمده است:

پژوهشهای بنیادی: سینتیک و مکانیسم اکسایش کمپلکسهای  
مشقات ازته اوره تیتانیم (III) باید ( $I^-$ ) در حلالهای  
استونیتریل و اتانول (اردشیر کامکار، جی، پی، دی)؛ بررسی  
مکانیسم مهار و فعال شونده گی آنزیم ترانس کیتولاز (بیژن فرزانی)؛  
استرهای موم برگ گیاه اسکونلار یا لاتریفلو را (شهرام  
یغمایی)؛ بررسی سینتیکی ایزومری شدن کمپلکسهای  
 $CO[(NH_3)_5ONO] \times 2 (X = Cl^-, Br^-, I^-)$  در  
حالت جامد به صورت قرص  $KBr$  (غلامحسین هروی، منصور  
عابدینی)؛ محاسبات مکانیکی مولکولی و بررسی پدیده های  
دینامیک در سیکلواکتانون (مهران غیاثی)؛ شکل خطوط طیف



همهاننگ شماره ۱۴

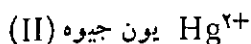
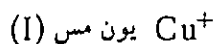
فصلنامه علمی دبیرخانه شورای عالی هماهنگی آموزش فنی  
و حرفه ای کشور: در این شماره آمده است:  
نگاهی به قدیمی ترین هنرستان فنی ایران (بهروز راستانی)؛  
اعداد فیوناچی (محمد رضا ابوترابیان)؛ تفاوت کامپیوترهای  
بزرگ و کامپیوترهای کوچک (غلامحسین حسین زاده)؛ انگوهای  
ارزشیابی آموزش (محمد علی طیرانی) و ...



## ه - نامگذاری کاتیونها

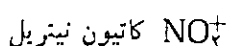
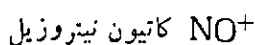
در مورد کاتیونهای تک اتمی هر عنصر، از نام آن عنصر، استفاده می‌شود (عدد اکسایش را باید با عدد رومی در پرانتز مشخص کرد):

مثال:  $I^+$  کاتیون ید (I)



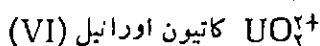
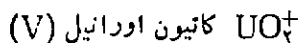
در مورد کاتیونهای رادیکالی چند اتمی با هسته های ناجور و بدون پروتون، از همان نام رادیکال آنها استفاده می‌شود:

مثال:



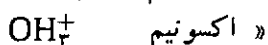
ولی در مواردی که تعداد اتمهای اکسیژن برابر باشد، باید عدد اکسایش مشخص شود.

مثال:



در مورد کاتیونهایی که می‌توان آنها را محصول واکنش پروتون با یک آنیون تک اتمی (بیش از حد خنثی شدن) دانست، به ریشه نام عنصر تشکیل دهنده آنیون، پسوند «یم» (ium -) را باید افزود:

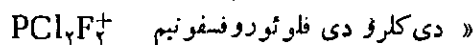
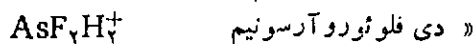
مثال:



توجه:

برای  $NH^+$  نام آمونیم را (که با این قاعده مطابقت ندارد) به کار می‌برند. در مورد کاتیونهایی که از جانشینی پروتونهای این نوع یونها حاصل می‌شوند، باید تعداد و نام گروههای جانشین شده، در نام یون مشخص شود.

مثال:



بفیه مقاله از شماره قبل

# نامگذاری ترکیبهای معدنی بر اساس قواعد ایوپاک

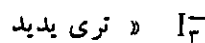
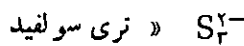
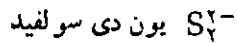
دکتر محمدرضا ملاردی دانشیار دانشگاه تربیت معلم

## ۲- آنیونهای چند اتمی جور هسته (ایزوپلی آنیونها):

(Isopolyanions)

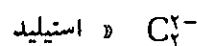
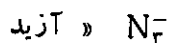
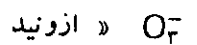
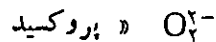
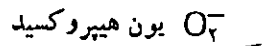
مانند آنیونهای تک اتمی نظیر خود نامگذاری می‌شوند، با این تفاوت که تعداد اتمهای تشکیل دهنده آنها باید با پیشوندهای تعددی (دی، تری، ترا... ) مشخص شود:

مثال:



ولی در مورد آنیونهای چند اتمی زیر، همان نام ویژه و متداول آنها را باید به کار برد.

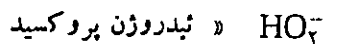
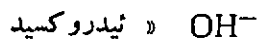
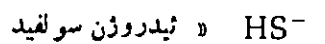
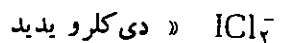
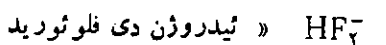
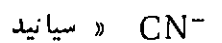
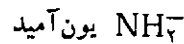
مثال:



## ۳- آنیون چند اتمی با هسته‌های ناجور (هتروپلی آنیونها):

(Heteropolyanions)

نامهای زیر برای این دسته از آنیونها، پذیرفته شده است:

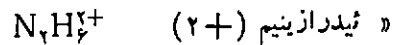
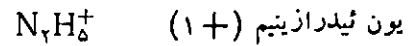


## ۴- آنیونهای اسیدهای اکسیژن‌دار

برای نامگذاری این دسته از آنیونها باید از نام اسیدهای مربوط استفاده کرد. بدین ترتیب که اگر نام اسید به پسوند «-یت» ختم شود، نام آنیون باید به پسوند «-ید» و چنانچه نام اسید به پسوند «-یک» ختم شود، نام آنیون باید به پسوند «-ات» خاتمه یابد.



هرگاه کاتیون از افزودن پروتون به بازهای آلی به دست آید، نام آن با افزودن پسوند «-یم» به آخر نام آن باز حاصل می‌شود. مثلاً در مورد ئیدرازین ( $N_4H_4$ ) داریم:



چنانچه کاتیون از افزوده شدن پروتون به یک اسید اکسیژن‌دار حاصل شود، نام آن یون را باید با پسوند «اسیدیم» خاتمه داد:

مثال:

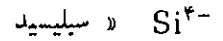
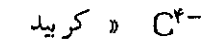
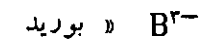
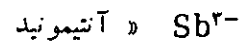
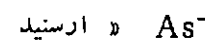
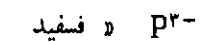
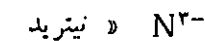
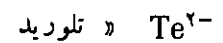
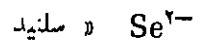
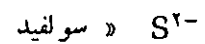
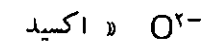
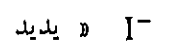
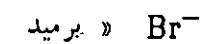
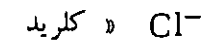
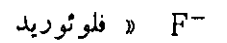
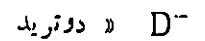
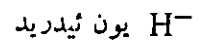


## و- نامگذاری آنیونها

نام آنیونهای بدون اکسیژن، باید به پسوند «-ید» (ide-) ختم شود.

## ۱- آنیونهای تک اتمی

مثال:



### مثال: $B_4O_7^{2-}$ یون تترابورات (۲-)

توجه:

اگر اتم مرکزی بالاترین عدد اکسایش (شماره گروه خود در جدول) را در آن یون نداشته باشد، در آن صورت، عدد اکسایش اتم مرکزی به صورت عدد رومی (که اصطلاحاً عدد استاک: Stok number نامیده می‌شود) نیز، علاوه بر بار آن یون، مطابق مثالهای زیر، باید مشخص شود.

مثال:

$S_4O_6^{2-}$  یون دی سولفات (III) (۲-) که نام متداول آن، یون دی تیونیت است.

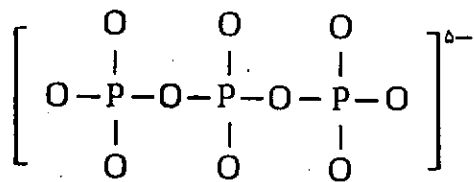
$S_2O_8^{2-}$  یون دی سولفات (IV) (۲-) که نام متداول آن دی سولفیت است.

$H_2P_2O_7^{4-}$  یون دی پیدروژن دی فسفات (IV) (۲-)

توجه:

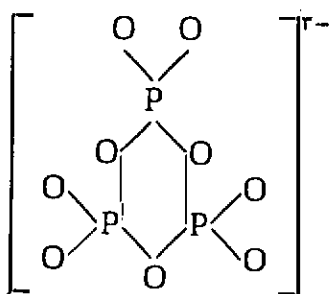
معمولاً برای مشخص کردن اینکه يك پلی ایزو آنیون ساختار زنجیری و یا حلقوی دارد، به ترتیب از پیشوندهای ساختاری کاتنا (Catena) و سیکلو (Cyclo) استفاده می‌شود.

مثال:



یون کاتنا - تری فسفات

(می‌توان از آوردن پیشوند کاتنا صرف نظر کرد).



یون سیکلو - تری فسفات

در مواردی که تعدادی از اتمهای اکسیژن توسط اتمها یا گروههای اتمی دیگر جانشین شده باشد، محل این گروهها را باید با پیشوندهای تعددی و پیشوند - مو - (μ) بر طبق مثالهای زیر، مشخص کرد:

مثال:

$\text{ClO}^-$  یون هیپوکلریت (از اسید هیپوکلرو)

$\text{ClO}_2^-$  « کلریت » (کلرو)

$\text{ClO}_3^-$  « کلرات » (کلریک)

$\text{ClO}_4^-$  « پرکلرات » (پرکلریک)

(به همین ترتیب می‌توان در مورد برم و ید نیز عمل کرد)

$\text{N}_2\text{O}_7^{2-}$  یون هیپونیتريت (از اسید هیپونیترو)

$\text{NO}_2^-$  « نیتريت » (نیترو)

$\text{NO}_3^-$  « نترات » (نیتريك)

$\text{CO}_3^{2-}$  « کربنات » (کربنیک)

$\text{SiO}_4^{2-}$  « سیلیکات » (سیلیسیک)

$\text{PO}_4^{3-}$  « ارتوفسفات » (ارتو فسفریک)

$\text{SO}_3^{2-}$  « سولفیت » (سولفورو)

$\text{SO}_4^{2-}$  « سولفات » (سولفوریک)

$\text{SeO}_4^{2-}$  « سلنیت » (سلنو)

$\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$  « تیوسولفیت » (تیوسولفورو)

$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  « تیوسولفات » (تیوسولفوریک)

توجه:

آنیون  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  را باید یون فسفینات (به جای یون هیپوفسفات) و آنیون  $\text{HPO}_4^{2-}$  را باید یون فسفونات (به جای یون فسفیت) نامید. البته آنیون  $\text{PO}_4^{3-}$  مشتق از اسید فرضی  $\text{P(OH)}_3$  را فقط در مورد ترکیبات آلی (به صورت استر)، می‌توان فسفیت نامید.

### ۵- ایزوپلی آنیونهای اکسیژن دار

اگر در این آنیونها، عدد اکسایش اتم مرکزی با شماره گروه آن در جدول تناوبی مطابقت داشته باشد، مانند آنیونهای ساده مشابه خود نامگذاری می‌شوند، با این تفاوت که تعداد اتم مرکزی و بار آنیون (در پرانتز) باید در نام آنها مشخص شود:

مثال:

$\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  یون دی سولفات (۲-)

$\text{P}_4\text{O}_6^{4-}$  « دی فسفات (۴-)

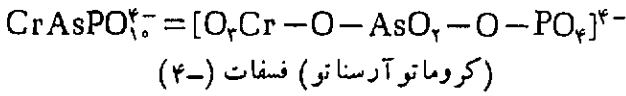
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  « دی کرومات (۲-)

$\text{Cr}_2\text{O}_8^{2-}$  « دی سیلیکات (۶-)

$\text{P}_3\text{O}_9^{5-}$  « تری فسفات (۵-)

می‌شوند، به پسوند «-و» ختم کرده در پرانتز قرار می‌دهیم و نام آنیون دیگر را بدون تغییر اضافه می‌کنیم.

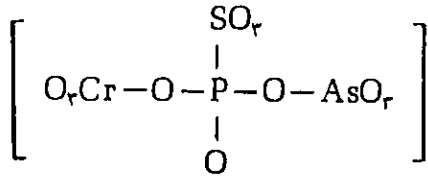
مثال:



توجه:

در مورد هتروپلی آنیونهایی که بتوان یک اتم مرکزی متمایز برای آنها در نظر گرفت، نام آنیونهای دیگر با رعایت ترتیب الفبایی با پسوند «و»، به طور جداگانه در پرانتز آورده شده و نام آنیون مرکزی بدون تغییر، بعد از آنها اضافه می‌شود:

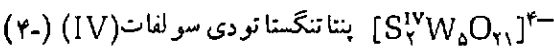
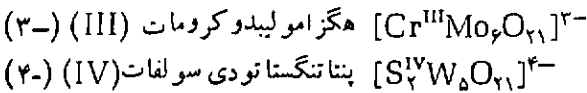
مثال:



(آرساناتو) (کروماتو) (سولفاتو) فسفات (-۴)

در مورد هتروپلی آنیونهایی از فلزات واسطه، نام مجموعه‌ای که به صورت واحدهای مجزای هشت وجهی ( $\text{MO}_6$ ) به یکدیگر اتصال دارند را به پسوند «و» ختم کرده و نام مجموعه‌های دیگر را بدون تغییر به دنبال آنها می‌آوریم.

مثال:



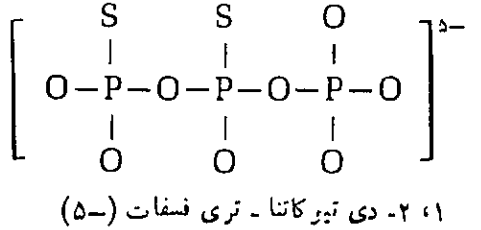
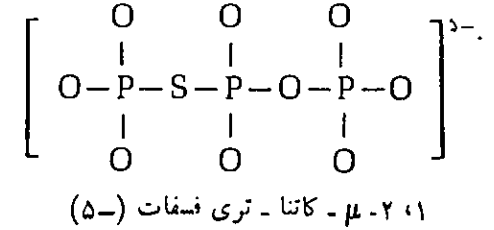
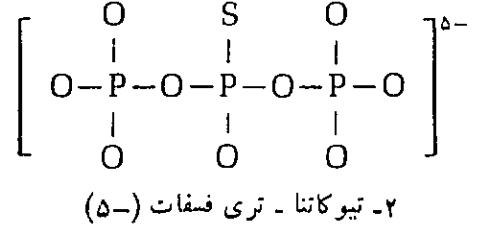
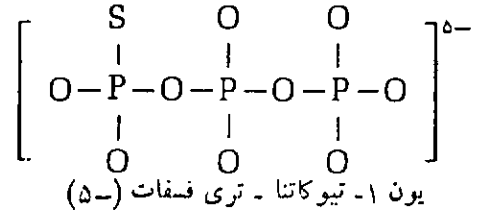
### ر - نامگذاری ئیدروکسیدها

مانند اکسیدهای نرمال نامگذاری می‌شوند با این تفاوت که به جای پیشوند «اکسید» باید «پیشوند» ئیدروکسید را در مورد آنها به کار برد.

مثال:

NaOH	»	ئیدروکسید سدیم
Ca(OH) <sub>2</sub>	»	کلسیم
Al(OH) <sub>3</sub>	»	آلومینیم
Fe(OH) <sub>3</sub>	»	آهن (III)
Sn(OH) <sub>2</sub>	»	قلع (II)

مثال:

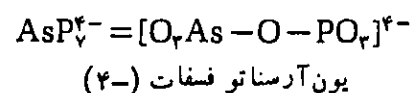
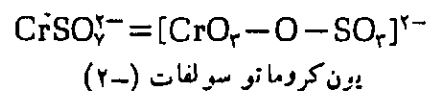
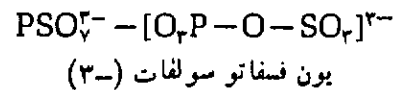


(البته می‌توان در این نامگذاریها از آوردن پیشوند کاتنا صرف نظر کرد).

### و- هتروپلی آنیونهای اکسیژن دار دو هسته‌ای

نام آنیونی را که با رعایت ترتیب الفبایی نشانه شیمیایی اتم مرکزی، در اول قرار می‌گیرد، به پسوند «و» ختم کرده و نام آنیون دیگر را بدون تغییر، بعد از آن می‌آوریم و بار آنیون را در پرانتز مشخص می‌کنیم.

مثال:



در مواردی که سه اتم مرکزی وجود دارد، نام دو آنیونی را که با رعایت ترتیب الفبایی نشانه شیمیایی اتم مرکزی، مقدم واقع

$H_2SO_4$  اسید سولفورو

$H_2SO_4$  اسید سولفوریک

در صورتی که اتم مرکزی با بیش از دو نوع عدد اکسایش در تشکیل چندین نوع اسید شرکت کند، برای مشخص کردن کوچکترین و بزرگترین اعداد اکسایش، به ترتیب از پیشوندهای «هیپو» و «پر» باید استفاده شود:

مثال:

$HClO$  اسید هیپوکلرو

$HClO_2$  » کلرو

$HClO_3$  » کلریک

$HClO_4$  پرکلریک

$H_2N_2O_4$  اسید هیپونیترو ( $HO-N=N-OH$ )

$HNO_2$  » نیترو

$HNO_3$  » نتریک

توجه:

برای  $H_3PO_4$  (یا  $(HO)_3PHO$ ) به جای نام اسید فسفورو باید نام اسید فسفونیک را به کار برد و مثلاً  $Na_2HPO_4$  را فسفات سدیم نامید. نام فسفات را به استرهای  $P(OH)_3$  مانند  $P(OR)_3$  باید اختصاص داد. همچنین برای  $H_3PO_4$  (یا  $HOPH_2O$ ) به جای نام اسید فسفورو، باید نام اسید فسفینیک را به کار برد و مثلاً  $NaH_2PO_4$  را فسفات سدیم نامید.

۳- کاربرد پیشوندهای ارتو، متا و پیرو در نامگذاری اسیدهای اکسیژن‌دار

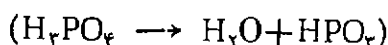
پیشوند «ارتو» در نام اسیدهای اکسیژن‌دار، نشانه شرکت داشتن مقدار بیشتری آب و پیشوند «متا» معرف شرکت داشتن مقدار کمتری آب در ساختار مولکول آنها است. پیشوند «پیرو» در مورد اسیدهایی به کار می‌رود که از تراکم دو مولکول اسید ارتو همراه با خارج شدن یک مولکول آب، بر اثر گرما حاصل می‌شوند.

البته، بر اساس قواعد نامگذاری ایوپاک، بهتر است که به جای پیشوند «پیرو» از پیشوند «دی» استفاده شود.

مثال:

$H_2PO_4$  اسید ارتو فسفریک

$HPO_3$  » متا فسفریک



توجه:

در مورد تییدروکسیدهای مضاعف، تعداد عامل  $OH$  قبل از پیشوند تییدروکسید و نام کاتیونها به ترتیب الفبایی نام آنها باید آورده شود.

مثال:

$AlCa_2(OH)_7$  هپتا تییدروکسید آلومینیم دی کلسیم.

## ح - نامگذاری اسیدها

### ۱ اسیدهای دو تایی و شبه دو تایی

بر اساس قواعد ایوپاک، این دسته از اسیدها (که آنیون آنها به پسوند «ید» ختم می‌شوند)، مانند ترکیبات دو تایی تییدروژن‌دار نامگذاری می‌شوند:

مثال:

$HF$  فلوئورید تییدروژن (به جای اسید تییدروفلوریک یا

اسید فلوئوریدیک)

$HCl$  کلرید تییدروژن ( « « « تییدروکلریک یا

اسید کلریدریک)

$HBr$  برمید تییدروژن ( « « « تییدروبرمیک یا

اسید برمیدریک)

$HCN$  سیانید تییدروژن ( « « « تییدروسیانیک یا

اسید سیانیک)

$H_2S$  سولفید تییدروژن ( « « « تییدروسولفوریک

یا اسید سولفیدریک)

$HN$  آزید تییدروژن ( « « « تییدرازیونیک یا

اسید ازتیدریک)

### ۲- اسیدهای اکسیژن‌دار

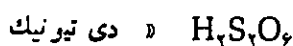
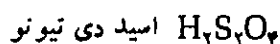
اگر اتم مرکزی فقط با یک نوع عدد اکسایش، اسید تشکیل دهد، نام آن (با استفاده از نام آنیون) به پسوند «یک» ختم می‌شود. مانند:

$H_2SiO_4$  اسید سیلیسیک

$H_2CO_3$  اسید کربنیک

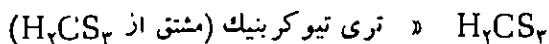
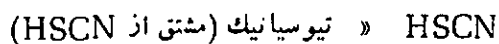
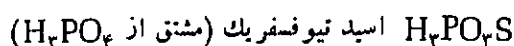
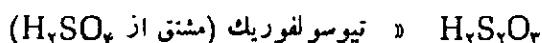
چنانچه اتم مرکزی با دو نوع عدد اکسایش، دو نوع اسید تشکیل دهد، برای مشخص کردن دو نوع اسید، از پسوندهای «و» و «یک» استفاده می‌شود:

تیونو» یا «دی تیونیک» استفاده می‌شود، مانند:



#### ۵- تئو اسیدها

این دسته از اسیدها با جانشین شدن یک (یا چند) اتم اکسیژن در اسیدهای اکسیژن‌دار توسط اتمهای گوگرد حاصل می‌شوند. برای نامگذاری آنها از پیشوند «تئو-» (Thio) استفاده می‌شود، مانند:

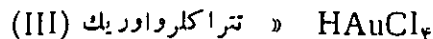
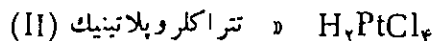
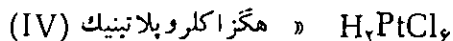
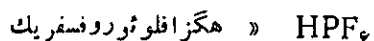
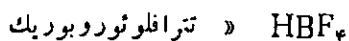
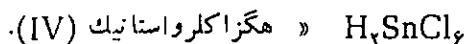
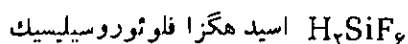


(اسیدهای مشابهی در مورد سلنیم و تلور نیز شناخته شده‌اند که برای نامگذاری آنها به جای پیشوند تئو، به ترتیب از پیشوندهای «سلنو» و «تلورو» استفاده می‌شود).

#### ۶- اسیدهای گه‌چلکس

در این نوع اسیدها که جزو ترکیبات کسوتوردیناسیون محسوب می‌شوند، به جای اتمهای اکسیژن با گوگرد، غالباً اتمهای هالوژن شرکت دارند و بر اساس قواعد نامگذاری ایوپاک، مطابق مثالهای زیر، نامگذاری می‌شوند:

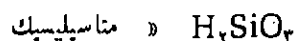
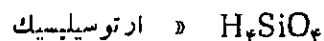
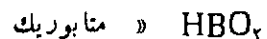
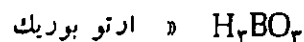
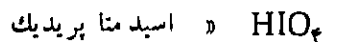
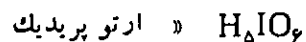
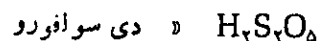
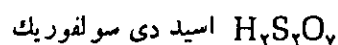
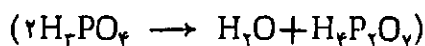
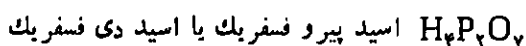
مثال:



#### ط - نامگذاری نمکها

##### ۱- نمکهای ساده

این نوع نمکها بر اساس قواعد نامگذاری ترکیبات دوتایی با استفاده از نام آنیونها و کاتیونها (با حذف کلمه یون)

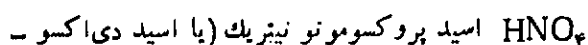


معمولاً وقتی از آوردن این پیشوندها در نام اسید خودداری می‌شود، یقیناً آن اسید از نوع ارتو است.

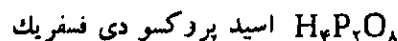
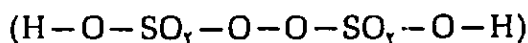
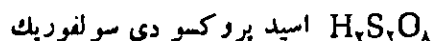
#### ۴- پروکسو اسیدها

پروکسو اسیدها، دسته‌ای از اسیدهای اکسیژن دارند که در ساختار مولکولی آنها عامل  $\text{O}-\text{O}-\text{H}$  به جای عامل  $\text{O}-\text{H}$  قرار دارد (در نتیجه خاصیت اکسیدکنندگی دارند). برای نامگذاری آنها از پیشوند «پروکسو-» (Peroxo) استفاده می‌شود.

مثال:



در دسته دیگری از این نوع اسیدها، عامل  $\text{O}-\text{O}-$  بین دو اتم مرکزی قرار می‌گیرد، برای نامگذاری این نوع اسیدها از پیشوند «پروکسودی» استفاده می‌شود. مانند:



چنانچه در ساختار اسیدهای اکسیژن‌دار، عامل  $\text{S}-\text{S}-$  وجود داشته باشد، برای نامگذاری آنها از پیشوندهای «دی

- CaCl<sub>2</sub> · 8NH<sub>3</sub> کلرید کلسیم - آمونیاک (۸/۴)
- BiCl<sub>3</sub> · ۳PCl<sub>5</sub> تری کلرید بیسموت - پنتا کلرید فسفر (۳/۱)
- AlCl<sub>3</sub> · ۴C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH کلرید آلومینیم - اتانل (۴/۱)
- BF<sub>3</sub> · ۲H<sub>2</sub>O تری فلورید بور - آب (۲/۱)
- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · ۱۰H<sub>2</sub>O کربنات سدیم - آب (۱۰/۱) یا کربنات سدیم دکایدرات
- Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> · K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · ۲۴H<sub>2</sub>O سولفات آلومینیم - سولفات پتاسیم - آب (۲۴/۱)
- K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> · ۴H<sub>2</sub>O کریتون - آب (۴۶/۸)

**بخش چهارم - نامگذاری ترکیبات کمپلکس**

۱- اگر کمپلکس، یک ترکیب غیر الکتروولیت باشد، ابتدا تعداد و نام لیگاند (با لیگاندها) را به ترتیب الفبایی حرف اول نام آنها\* و نام اتم مرکزی را (به فارسی) آورده، بعد عدد اکسایش اتم مرکزی را به صورت عدد رومی در داخل پرانتز در آخر نام اضافه می‌کنیم. اگر عدد اکسایش اتم مرکزی صفر باشد، معمولاً از آوردن آن صرف نظر می‌شود. این روش نامگذاری ترکیبات کمپلکس به روش استاک (Stok method)، این روش نمایش عدد اکسایش اتم مرکزی نمادگذاری استاک (Stok notation) و این صورت عدد اکسایش، اصطلاحاً عدد استاک نامیده می‌شود.

مثال:

- [Fe(CO)<sub>5</sub>] پنتاکربنیل آهن
- [Co(NO)<sub>2</sub>] تری نیتروژیل کبالت
- [Pt(NH<sub>3</sub>)Cl<sub>2</sub>] دی آمین دی کلرو پلاتین (II)
- [Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub>] تری اکواتری کلروکروم (III)
- ۲- اگر کمپلکس یک کاتیون باشد، مانند یک کمپلکس مولکولی (غیر الکتروولیت)، نامگذاری می‌شود، با این تفاوت که کلمه یون را به اول نام آن اضافه می‌کنیم.

مثال:

- [Mn(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> یون هگزا اکوامنگنز (II)
- [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> » تترا آمین مس (II)
- [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup> » دی آمین نقره (I)

نامگذاری می‌شوند.

مثال:

- KClO<sub>3</sub> کلرات پتاسیم
- NaNO<sub>3</sub> نترات سدیم

**۳- نمکهای اسیدی**

این نوع نمکها دارای تیدروژن اسیدی اند و در نامگذاری آنها این تیدروژن به منزله یک کاتیون فلزی شرکت کننده در ساختار نمک، تلقی می‌شود.

مثال:

- NaHSO<sub>4</sub> سولفات تیدروژن سدیم
- Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> فسفات مونوتیدروژن سدیم
- NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> فسفات دی تیدروژن سدیم
- NaH<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> فسفونات تیدروژن سدیم

توجه:

اگر بخواهیم دقیقاً مطابق قواعد ایوپاک عمل کنیم، یعنی نام آنیون را در آخر بیاوریم باید تیدروژن را بعد از فلز نام ببریم. مثلاً NaHCO<sub>3</sub> را باید سدیم تیدروژن کربنات بنامیم.

**۳- نمکهای بازی (Base Salts)**

در ساختار این نوع نمکها، عامل بازی (OH یا O) وجود دارد و در نامگذاری آنها باید کلمات تیدروکسید یا اکسید آورده می‌شود، مانند:

- MgCl(OH) تیدروکسید کلرید منیزیم
- Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> = CuCl<sub>2</sub> · ۳Cu(OH)<sub>2</sub> تری تیدروکسید کلرید دی مس (II)
- BiClO<sub>3</sub> اکسید کلرید بیسموت
- VO(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> سولفات اکسید و وانادیم (IV).

**۴- ترکیبات افزایشی (Adducts)**

در مورد این دسته از ترکیبات، بر اساس قواعد نامگذاری ایوپاک، نام اجزا را به ترتیبی که در فرمول شیمیایی آنها آمده است، با خط فاصل به دنبال هم آورده، تعداد مولکولهای هر یک را در داخل پرانتز (که با خطهای مورب از هم جدا می‌شود) اضافه می‌کنیم.

مثال:

- NH<sub>3</sub> · BF<sub>3</sub> آمونیاک - تری فلورید بور (۱/۱)

پرانتر (عدد ایونس - باست) به آخر نام آن اضافه می کنیم.

مثال و مقایسه



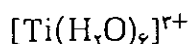
روش استاک: یون تتراکلرو کبالتات (III)

روش ایونس - باست: یون تتراکلرو کبالتات (۱ -)



روش استاک: یون هگزاسیانو فرات (II)

روش ایونس - باست: یون هگزاسیانو فرات (۴ -)

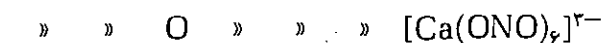
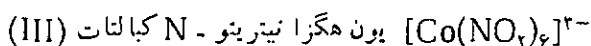


روش استاک: یون هگزاکوآنتیان (III)

روش ایونس - باست: یون هگزاکوآنتیان (۳ +)

۲- در مواردی که لیگاند دو نوع اتم کوئوردیناسیون دهنده دارد، و در شرایط معینی می تواند با یکی از آنها و در شرایط دیگر، با دیگری کمپلکس تشکیل دهد\*. باید اتم کوئوردیناسیون دهنده (اتمی از لیگاند که مستقیماً به اتم مرکزی اتصال دارد) را در نامگذاری مشخص کرد.

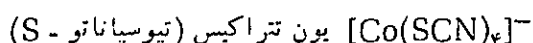
مثال:



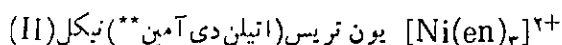
یعنی آنیون نیتريت در اولی از طریق اتم نیتروژن و در دومی از طریق اتم اکسیژن به اتم کبالت متصل است (این دو ترکیب را، دو ایزومر اتصال\* می نامند).

۳- در موردی که نام لیگاند طولانی باشد، و یا در نام لیگاند پیشوندهای دی، تری، تترا و ... وجود داشته باشد، به جای این پیشوندها به ترتیب باید پیشوندهای بیس، تریس و تتراکیس را به کار برد و نام لیگاند را در داخل پرانتز قرار داد.

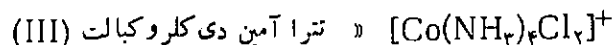
مثال:



کبالتات (III)

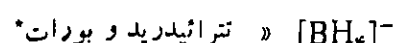
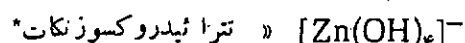
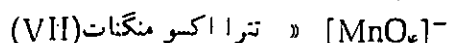
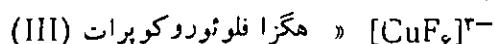
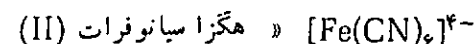
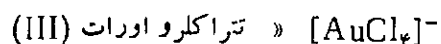
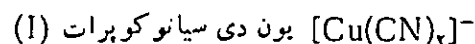


۴- در برخی از کمپلکسهای دو هسته ای، یک یا چند لیگاند



۳- اگر کمپلکس یک آنیون باشد، مانند یک کاتیون کمپلکس، نامگذاری می شود. با این تفاوت که به جای نام فارسی اتم مرکزی، باید از ریشه نام لاتینی آن با پسوند «-ات» استفاده کرد.

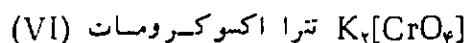
مثال:



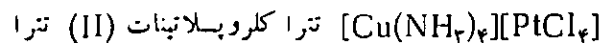
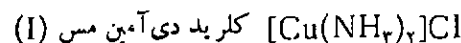
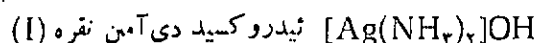
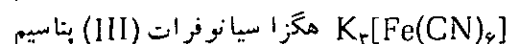
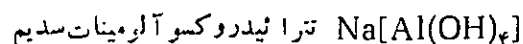
۴- برای نامگذاری کمپلکسهایی که به صورت ترکیب

یونی اند (آنیون با کاتیون همراه است)، مانند ترکیبات دوتایی عمل می شود. یعنی نام یونها را (بر اساس قواعد گفته شده برای دو نوع یون با حذف کلمه یون) به دنبال هم می آوریم.

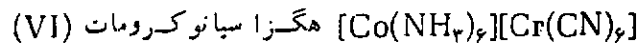
مثال:



پتاسیم



آمین مس (II)



هگزاسیانو کرومات (VI)  
هگزاسیانو کبالت (III)

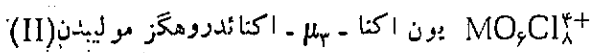
توضیحات:

۱- روش ایونس - باست (Ewens - Bassett)

در این روش، به جای عدد اکسایش اتم مرکزی، بار الکتریکی یون کمپلکس را به صورت عدد فارسی\* در داخل

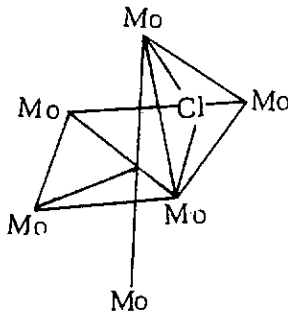


مثال:



یعنی در این یون شش اتم مولیبدن، مطابق شکل یا آرایش هشت وجهی (اکتائدرال) به یکدیگر متصل اند. هر یون  $\text{Cl}^-$

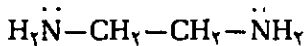
در مرکز یک وجه مثلثی، سه اتم مرکزی را به یکدیگر متصل می کند.



در پایان یادآور می شود که در این بحث سعی شده است که سادگی و تا حدی کلی گویی رعایت شود و بحث و بررسی در حدی به عمل آمده باشد که جوا بگویی نیاز همکاران ارجمند در سطح تدریس مطالب درسی و یا برای مطالعه در سطوح بالاتر، باشد. چنانچه این عزیزان، به کسب اطلاعات بیشتری در زمینه نامگذاری ترکیبات معدنی علاقمند باشند، می توانند به کتاب نامگذاری در شیمی معدنی ترجمه دکتر عابدینی، دکتر ملاردی و ... انتشارات مرکز دانشگاهی که در سال ۱۳۶۴ انتشار یافته است، رجوع کنند.

### پانوشته ها:

- \* بر اساس قواعد نامگذاری مصوب سال ۱۹۷۰، ابتدا نام لیگاندهای خنثی و بعد لیگاندهای آنیونی را می بایست آورد.
- \* هرگاه اتم مرکزی فقط با یک نوع عدد اکسایش در ترکیبات شرکت کند، از آوردن عدد اکسایش در نام، صرف نظر می شود.
- \* در منابع خارجی، عدد عربی آمده است.
- \*\* این نوع لیگاندها را لیگاندهای آمبی اندنت (Ambidentate) می نامند.
- \* Linkage Isomers
- \*\* ساختار مولکولی اتیلن دی آمین به صورت

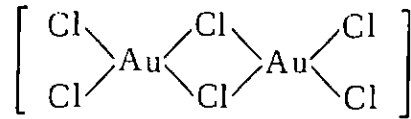
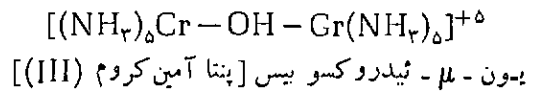


است. یعنی دو اتم کوئوردیناسیون دهنده دارد و نمونه یک لیگاند دو دندانه ای است.



که گروههای پلساز (Bridging group) نامیده می شوند بین دو اتم مرکزی قرار می گیرند. این نوع لیگاندها با پیشوند -  $\mu$  - (- مو -) در نام کمپلکس مشخص می شوند.

مثال:

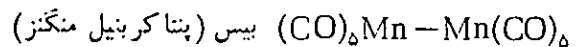


دی -  $\mu$  - کلرو بیس [دی کلر و طلائی (III)]

قابل توجه است که چون در ساختار این کمپلکسها دو مجموعه مشابه مثلاً در اولی دو مجموعه مشابه  $\text{Cr}(\text{NH}_3)_5$  وجود دارد، برای ساده کردن نام، از پیشوند بیس (به معنی ۲ یا دوتا) استفاده شده است.

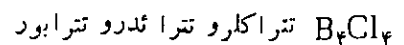
۵- در نامگذاری ترکیبات دو هسته ای متقارن که دارای گروه پلساز نباشند، نیز از پیشوند بیس در ساده کردن نام ترکیب، استفاده می شود.

مثال:

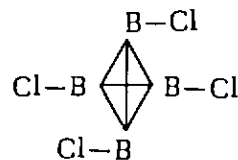


۶- در ترکیبات چند هسته ای که در آنها اتمهای مرکزی با یکدیگر پیوند دارند، مانند کلاسترهای فلزی (Metal Clusters) و ترکیبات قفسی، باید تعداد اتمهای مرکزی و آرایش هندسی آنها با پیشوندهای ساختاری مانند سیکلو، تتراندرو، اکتاندرو و ... مشخص شود.

مثال:

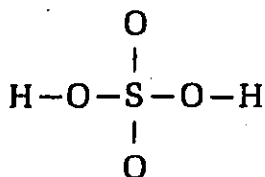
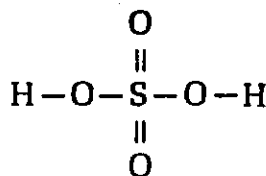


یعنی چهار اتم بور، با آرایش چهاروجهی با یکدیگر پیوند دارند و هر یک نیز به یک اتم کلر، مطابق شکل، متصلند.

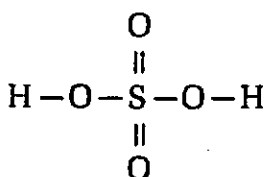


۷- ممکن است یک گروه پلساز در یک ترکیب کلاستر بیش از دو اتم مرکزی را به هم متصل کند. در این صورت این گروه با پیشوند -  $\mu_n$  - مشخص می شود (n همان تعداد اتمهای مرکزی است که به آن گروه پلساز متصل اند).

مثال ۱: اسید سولفوریک  
۱- ساختار لوئیس



۲- ساختار پراکنده



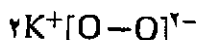
۳- اعداد اکسایش

$$\text{H}; 1 - 0 = +1 \quad (\text{هر دو})$$

$$\text{S}; 6 - 0 = +6$$

$$\text{O}; 6 - 8 = -2 \quad (\text{همه})$$

مثال ۲: پراکسید پتاسیم  
۱- ساختار لوئیس



۲- ساختار پراکنده



۳- اعداد اکسایش

$$\text{K}; 1 - 0 = +1 \quad (\text{هر دو})$$

$$\text{O}; 6 - 7 = -1 \quad (\text{هر دو})$$

مثال ۳: اسید هیپوفلورور  
۱- ساختار لوئیس



۲- ساختار پراکنده



۳- اعداد اکسایش

این مقاله به  
کتابهای شیمی  
سال سوم و  
چهارم  
علوم تجربی  
- ریاضی و  
فیزیک  
مربوط است.

## «شیوهای ساده برای تعیین عدد اکسایش اتمها در ترکیبات»

محمد احمدیان مدرسه عالی علوم کاشان

به کارگیری قواعد و دستورالعمل‌های پذیرفته شده کنونی برای تعیین حالت اکسایش اتمهایی که پیوند کووالانسی دارند مشکل است. اگر تعریف کلاسیک پاولینگ<sup>۱</sup> در مورد عدد اکسایش، «بار الکتریکی‌ای که یک اتم تشکیل دهنده مولکول دارد است، به شرط آنکه پیوندها کاملاً یونی باشند» در نظر گرفته شود اعداد اکسایش اتمها براحتی و با دقت قابل تعیین است. کافی است که قادر به رسم ساختار لوئیس برای مولکول یا یون بوده و جدولی از مقادیر الکترونگاتیوی عناصر را در دسترس داشته باشیم.

شیوه جدید که «روش ساختار پراکنده» نامیده می‌شود به صورت زیر است:

۱- ساختار لوئیس را برای یون مولکول رسم کنید. تمامی جفت الکترونها را غیر پیوندی را نمایش دهید (در مواردی که ساختارهای رزونانسی معادل وجود دارند، فقط رسم یکی از آنها کافی است.)

۲- ساختار لوئیس را یکبار دیگر و این بار به صورت «پراکنده» رسم کنید بگونه‌ای که اتم الکترونگاتیوتر در انتهای هر پیوند، تمامی الکترونها را پیوندی را به خود اختصاص دهد. اگر پیوند بین دو اتم از یک عنصر برقرار شده است، نیمی از الکترونها را به هر اتم بدهید. هر اتم الکترونها را غیر پیوندی متعلق به خویش را نزد خود نگه می‌دارد.

۳- تعداد الکترونها را که اطراف هر اتم مجزا گردآمده است را از تعداد الکترونها ظرفیت اتم به حالت آزاد تفریق کنید. حالت این تفریق، عدد اکسایش اتم است.

شده است که اکسیژن می تواند عدد اکسایشی غیر از ۲- داشته باشد. عدد اکسایشی که در مثال ۳ برای اکسیژن به دست می آید، علت صفر بودن عدد اکسایش آن را به خوبی توجیه می کند و فرآگیرنده کنگاو را متقاعد می سازد. مثال ۴ علاوه بر اینکه کفایت فقط يك شکل رزونانسی از گروه نیترو را در به کارگیری «روش ساختار پراکنده» نشان می دهد، نمایشگر این نیز هست که چگونه اعداد صحیح برای اتمهای پیوند کرده یا سایر اتمها به دست می آید. اگر يك نمك قلع (II) برای کاهش گروه نیترو استفاده شود، شخصی می تواند دریابد که حالت اکسایش کدام نیتروژن تغییر کرده و میزان این تغییر را بیاید و این چیزی است که با استفاده از اعداد کسری اکسایش میسر نیست.

در مورد عناصر واسطه، شیوه کلاسیک محاسبه اعداد اکسایش، برای محاسبه حالت اکسایش اتمهای فلز در ترکیبات کوئوردیناسیون کافی است. آنجا که دانشجویان یاد می گیرند که آرایش الکترونی  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$  را برای منگنز بنویسند، می توانند تعداد الکترونهای لایه ظرفیت برای اتم خنثی را که ۷ است دریافته و در به کارگیری «روش ساختار پراکنده» استفاده کنند «روش ساختار پراکنده» يك شیوه سریع و منطقی برای یافتن اعداد اکسایش را پیشنهاد می کند. تنها منبع مورد نیاز برای استفاده از این روش، جدول تناوبی است که مقادیر الکتروننگاتیوی عناصر در آن قید شده باشد.

۱- Pauling

۲- Pauling electroneutrality Principle

۳- Octet

### مآخذ

Joel M. Kauffman, J. Chem, education, 1986 63, 474.

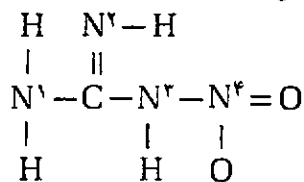
$$H; 1 - 0 = +1$$

$$O; 6 - 6 = 0$$

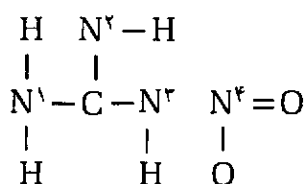
$$F; 7 - 8 = -1$$

مثال ۴: نیتروگوانیدین

۱- ساختار لوئیس



۲- ساختار پراکنده



۳- اعداد اکسایش

$$(همه) \quad H; 1 - 0 = +1$$

$$C; 4 - 0 = +4$$

$$N^+; 5 - 8 = -3$$

$$N^+; 5 - 8 = -3$$

$$N^+; 5 - 7 = -2$$

$$N^+; 5 - 1 = +4$$

به فراگیرندگان علم شیمی معمولاً به ترتیب مباحث ساختار اتمی، پیوندهای یونی و کووالانس، الکتروننگاتیوی، رسم ساختار لوئیس (که تمامی الکترونهای ظرفیت را نشان می دهد) و سپس اعداد اکسایش، عرضه می شود. هر گاه که فراگیرنده بتواند ساختار لوئیس را رسم و بکمک جدول الکتروننگاتیوی عناصر، قطبی یا غیر قطبی بودن پیوند را مشخص نماید، همان جدول، چگونگی قرار دادن الکترون را در «ساختار پراکنده» روشن می سازد.

مثال ۱: نشان می دهد که در هر دو شکل ساختار لوئیس برای اتم گوگرد، اعداد اکسایش یکسان به دست می آید. مسأله ای نیست که آیا «اصل خنثایی الکترونی»<sup>۲</sup> پاولینگ رعایت شده و بنا قاعده «هشت تایی»<sup>۳</sup> استفاده شده است. در مثال ۲، هنگامیکه ساختار پراکنده رسم شده است، نشان داده

در پشت این صحنه، شیمیدانها با استفاده از ایزوتوپهای منتشرکننده پوزیترون، مسئولیت پیدا کردن راههای نوینی برای نشان‌دار کردن شمار زیادی از مولکولهای فعال زیستی از ساده گرفته تا پیچیده که تعداد آنها هم روز به روز در حال افزایش است به عهده دارند. این مقاله پیش‌درآمدی است از کاربردهای PET و سنتز داروهای پرتوزای مورد نیاز آن.

## PET اسکن

اساس اندازه‌گیریهای بی‌زیان با PET در موجود زنده (in vivo) بر ترکیبایی استوار است که از نظرفیزیولوژیک فعال بوده و در عین حال با ایزوتوپهای منتشرکننده پوزیترون\*، نشان‌دار می‌شوند.

منتشرکننده‌های پوزیترون در مقایسه با همانهای پایدار خود، کمبود نوترون دارند. از تبدیل خودبخود یک پروتون به یک نوترون، فرآیند «تلاشی»<sup>۶</sup> واقع می‌شود، که با آن یک پوزیترون (الکترون مثبت)\*\* آزاد می‌شود؛ مثلاً «تلاشی فلوئور - ۱۸ (۹ پروتون و ۹ نوترون) به اکسیژن - ۱۸ (۸ پروتون و ۱۰ نوترون) با آزاد شدن یک پوزیترون همراه است. پوزیترون منتشر شده پیش از پیدا کردن فرصت برخورد به الکترون منفی و شرکت در واقعه نابودی ماده - ضد ماده مسافتی کمتر از ۳ میلیمتر می‌پیماید. با نابود شدن الکترون و پوزیترون دو پرتو گامای ۵۱۱ کیلو الکترون ولتی ایجاد می‌شود، که در جهت‌های مخالف هم انتشار می‌یابند. در پی آن، این پرتوهای نافذ به بدن بسوسيله آرایش مدوری از بلورهای چشمک زن، آشکار می‌شوند. این بلورها بگونه‌ای چیده شده‌اند، که بلورهای روبروی هم در مدارهای انطباق پذیری جای دارند (شکل ۱ را ملاحظه کنید). بدین‌سان رویدادهای تلاشی هر پوزیترون می‌تواند بر یک وتر هندسی آرایه آشکار ساز جای گیرد. در طول یک اسکن یک تا پانزده دقیقه‌ای چندین میلیون انطباق توسط کامپیوتر برای بازسازی بعدی آنها به تصویرهای برش‌نگاری که نشان دهنده توزیع فضایی پرتوزایند گرفته می‌شود. از این تصویرها، به همراه داده‌های پرتوزایی خون که پیش از انجام اسکن و در جریان آن گردآوری می‌شوند، برای دست یافتن به یک اندازه کمی از پویایی فرآیند مورد مطالعه، توسط الگوهای ویژه زیستی - ریاضی بررسی بیشتر به عمل می‌آید.

این مقاله به کتابهای رشته بهداشت مربوط است

## نقش شیمی

## در برش‌نگاری

## به کمک انتشار پوزیترون

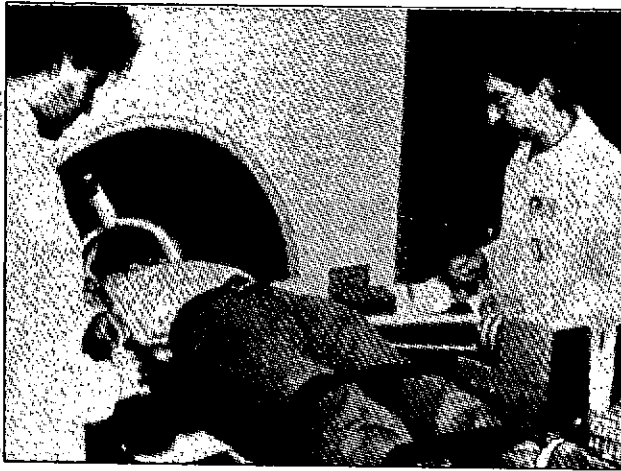
نویسنده: آنتونی - ال - فلیو

از مجله:

Journal of Chemical Education Volume 65 Number 8 August 1988

ترجمه: دکتر حسین آقایی، دکتر محمدحسین عزیزی

در حال حاضر پژوهشگران زیادی درصفت مرکز در سراسر جهان، فرآیندهای سوخت و سازی در موجودات زنده را با استفاده از روش برش‌نگاری\* به کمک انتشار پوزیترون (PET)<sup>۲</sup> بررسی می‌نمایند. برش‌نگاری به کمک انتشار پوزیترون یک روش تشخیصی بی‌زیان و کم‌ظثیر است. (در این روش از ردیابهای پرتوزا<sup>۳</sup> برای اندازه‌گیری توزیع کالبد شناسی و سینتیک فرآیندهای بیوشیمیایی ویژه، استفاده می‌شود. PET اسکن همانند سی تی اسکن با پرتو ایکس (برش‌نگاری محوری کامپیوتری به کمک اشعه ایکس<sup>۴</sup>) و MRI<sup>۵</sup> (تصویر برداری رزونانس مغناطیسی هسته‌ای) است که به کمک آن تصویر برش‌های عرضی بدن به دست می‌آید) با وجود این برخلاف CT و MRI که ویژگی‌های ساختمانی را بررسی می‌کنند، PET می‌تواند به طور انتخابی با استفاده از ردیاب‌های پرتوزای مناسب، برای بررسی فرآیندهای بسیار متنوع بیوشیمیایی و سوخت‌وسازی به کار رود. هر چند که در اصل، PET برای بررسی کارکرد مغز توسعه یافت، اما می‌توان سایر اندامها به ویژه قلب را هم با آن بررسی کرد. گم‌وهی که در انجام روش PET ایفای نقش می‌کنند، نوعاً از پزشکان (معمولاً متخصصان اعصاب) روان‌شناسان، آمار - دان‌های، زیستی، فیزیکدانان برنامه‌ریزان کامپیوتر، زیست شیمیدانان و شیمیدانها تشکیل می‌شود.



شکل (۲) - نمونه‌ای از مطالعه بیمار با PET/FDG:

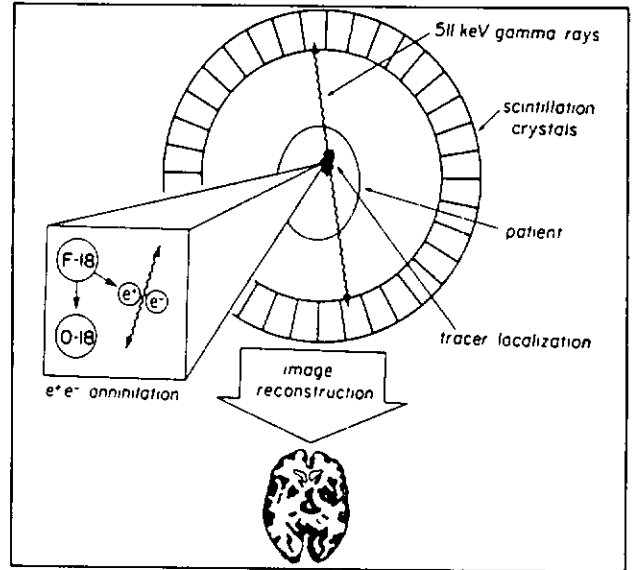
وضعیت سر بیمار در داخل دستگاه اسکن به دقت به وسیله یک قالب نگهدارنده «پلی‌یورتان» تنظیم می‌شود، که قالب‌گیری آن قبل از مطالعه برای هر فرد به طور جداگانه تهیه می‌شود. برای به حداقل رساندن تغییرات در میزان سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز مغز در افراد که به علت پاسخ‌های متفاوت روانی به محیط اطراف ایجاد می‌شود در شرایط استاندارد و در حالی که چشمان آنها بسته است و از طریق گوشی به یک موسیقی ضبط شده دلخواه خودگوش می‌کنند، اسکن تهیه می‌شود.

در سمت چپ، پزشك FDG را از راه يك كاتر به درون سیاهرگ تجویز می‌کند، و یک تکنسین در سمت راست نمونه‌هایی از خون سرخرگی را در فواصل معینی از سرخرگ به دست می‌آورد. به‌داز انجام مطالعه از الگوهای ریاضی زیستی برای جمع‌بندی اطلاعات خام اسکن PET و غلظت‌های پرتوزا در خون سرخرگی استفاده می‌شود و تخمین‌های کمی درباره میزان سوخت و ساز ناحیه‌ای گلوکز مغز به عمل می‌آید.

این دستگاه اسکن سیکلوترون Cyclotron PC 4800 است که دارای ۵ حلقه آشکارساز است که هر یک ۹۶ بلورچشمک‌زن دارد و در حدود ۵ میلیون انطباق در حین یک اسکن نه دقیقه‌ای FDG/PET جمع‌آوری می‌کند.

از بین‌رفته‌ها آزاد می‌شود، این انرژی به صورت دو شعاع گامای پر قدرت که در جهتهای مخالف منتشر می‌شوند ظاهر می‌شود. این نابودی الکترون و پوزیترون تبدیلی از ماده به انرژی را نشان می‌دهد. ۴.

\* در واقع در فرایند تلاشی بالای یک پوزیترون و یک نوترینو آزاد می‌شود. اما از آنجا که ماده در حقیقت نسبت به نوترینو نفوذپذیر است، ذره مس‌زبور بی‌آنکه آشکار شود، از حوزه عمل می‌گریزد. (نوترینو ذره‌ای بی‌بار و بدون جرم است که حامل مقداری انرژی است و با سرعتی حدود سرعت نور سیر می‌کند. ۴)



شکل (۱) - مشخصات اصلی یک اسکن PET:

تمرکز داروی پرتوزا؛ تلاشی ایزوتوپ پرتوزا با انتشار پوزیترون و نابودی فوری الکترون - پوزیترون؛ آشکارسازی اشعه قابل نفوذ ۵۱۱ کیلو الکترون ولتی ناشی از نابودی توسط آرایش مدور بلورهای چشمک‌زن خارجی؛ تصویر بازسازی شده از توزیع فعالیت پرتوزا.

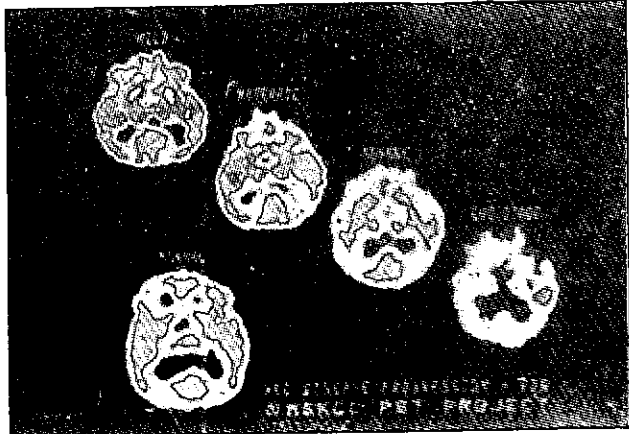
## کاربردهای PET

فرصت‌های کند و کاو در فرآیندهای اساسی شیمیایی با PET در سیستم‌های زنده واقعاً نامحدود است: سوخت‌وساز، مکانیزم‌های تنظیم‌کننده و عصبی شیمیایی، توزیع دارویی و سینتیک داروهای طبی از آن جمله‌اند. متأسفانه پرداختن به بحثی جامع درباره کاربردهای PET در پزشکی از قلمرو این مقاله خارج است؛ اما برای مختصر آشنایی، نمونه‌هایی از کاربردهای PET در اینجا معرفی می‌شود. خواننده برای کسب اطلاعات بیشتر می‌تواند به کتاب‌شناسی مورد اشاره در این مقاله مراجعه کند.

### پانویس‌ها:

- \* برش‌نگاری (توموگرافی) یعنی عکسبرداری از لایه‌های مختلف بدن به کمک اشعه. ۴.
- \* پوزیترون ذره‌ای بنیادی است که جز در علامت بار الکتریکی، از هر جهت دیگر با الکترون همسان است. الکترون بار الکتریکی منفی و پوزیترون بار الکتریکی مثبت دارد. به پوزیترون ضد الکترون هم می‌گویند، الکترون را با علامت  $e^-$  و پوزیترون را با علامت  $e^+$  نشان می‌دهند. از برخورد الکترون و پوزیترون با هم نابودی هر دو نشان روی می‌دهد و در مقابل آن، انرژی‌ای هم ارزش با جرم

ساختمانهایی مانند عقده‌های قاعده‌ای و تالاموس همبستگی کاملی را نشان می‌دهد. بدستمان در مطالعات با PET در پی آنند که تعریف بالینی زوال عقل از ایدز را از راه وابسته ساختن پیشرفت بیماری با تغییرات اساسی سوخت‌وسازی بهبود و تکامل بخشند.



شکل (۳) - مطالعه PET/FDG در پیشرفت بیماری زوال عقل در ایدز:

تصاویر مغز در یک مقطع تشریحی واحد از یک فرد داوطلب سالم و چهار تصویر از یک بیمار مبتلا به زوال عقلی (دمانس) نشان داده شده است.

ارزیابی بالینی بر اساس الگوهای آزمون عصبی - روانی مراحل بیماری را به خفیف متوسط، شدید و نهائی تقسیم‌بندی کرده است. در این نمونه‌ها بردش همبستگی متقابل بین علائم بالینی سرعت سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز در مغز در عقده‌های قاعده‌ای و تالاموس - مشهود است.

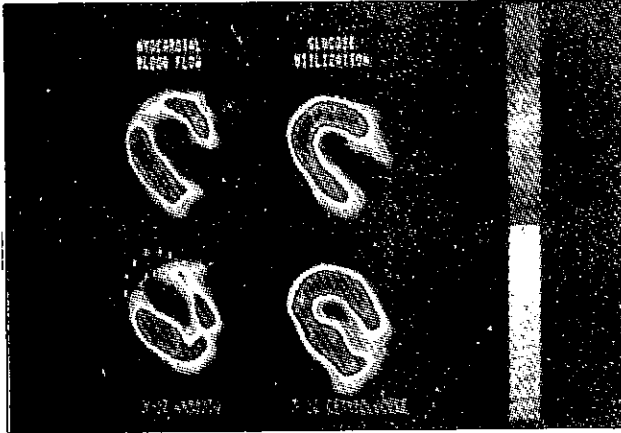
در تصویر بالا سمت چپ، عقده‌های قاعده‌ای به صورت یک ساختمان زوج با افزایش سوخت‌وساز و تالاموس به صورت زوج کوچکتری با افزایش سوخت‌وساز درست در زیر عقده‌های قاعده‌ای دیده می‌شود.

PET/FDG راهی کلی برای مطالعه ناهنجاریهای عصبی - روانی از راه مقایسه اختلافاتی که در سرعت سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز در مغز در بین افراد طبیعی و بیمار موجود است، فراهم ساخته است. از آنجا که بیشتر بیماریهای عصبی - روانی (گرچه نه همه آنها) یک ریشه بیوشیمیایی دارند، لذا یک راه دیگر برخورد با مسأله توصیف مستقیم سبب شناسی یک بیماری با استفاده از یک داروی سنتزی نشان‌دار شده پرتویی یا یک همانند نشان‌دار شده پرتویی از واسطه‌ای که به طور طبیعی در مسیر عصبی شیمیایی مبتلا واقع است، می‌باشد. این راه و روش بالقوه در تشخیص دادن اختلافات با علائم بالینی

یکی از کاربردهای PET که امروزه بیشترین توجه را به خود جلب کرده است، سنجش میزان سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز در مغز است. در این سنجش از ردیات  $^2$  فلورئورو- $^2$  دی اکسی گلوکز [ $^{18}F$ ] (یا FDG) استفاده می‌شود (شکل ۲ را ببینید). کاربرد مستقیم روش اتورادیوگرافیک با  $^2$  دی اکسی گلوکز [ $^{14}C$ ] (DG)، PET/FDG، تخمین‌های کمی از مصرف گلوکز را میسر می‌سازد. هم FDG و هم DG مانند گلوکز بین خون و مغز در نقل و انتقالند و این هر دو سوسترهای همانند فوق‌العاده ممتازی برای هگزوکینازاند، که نخستین آنزیم در مسیر تجزیه گلوکز است. نبودن گروه هیدروکسیل در کربن شماره ۲ در FDG و (در DG) جلو تبدیلات بعدی را سد می‌کند و بنابراین FDG - ۶ فسفات و DG - ۶ فسفات از نظر سوخت‌وسازی در یاخته‌ها به تله می‌افتند. چون یاخته‌های عصبی وقتی تحریک می‌شوند ATP مصرف می‌کنند، لذا نواحی - فعال مغز به نسبت نواحی غیر فعال آن به انرژی بیشتری نیاز دارد. از آنجا که مغز منحصرأ به گلوکز خون به عنوان منبع انرژی خود وابسته است لذا، میزان سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز در مغز ( $rCMR_{glu}$ ) که با ذخیره شدن FDG پرتوزا متناسب است، شاخص حساسی از کارکرد مغز بشمار می‌رود. برای تحقیق درباره بستگیهای ساختمانسی - عملکردی و کنترل کمی پاسخ به درمانهای بالینی و فراهم ساختن بینشهایی درباره سازمان دهی عصبی - تشریحی بسیار مرتب مغز مطالعاتی در افراد طبیعی و در کسانی که دچار بیماری عصبی یا روانی هستند، در حال انجام است.

برای مثال شکل ۳ نتیجه یک بررسی که به روش PET/FDG در مورد بیماران مبتلا به ایدز (نشانگان کمبود ایمنی اکتسابی) به عمل آمده است نشان می‌دهد. زوال عقل ناشی از ایدز (ACC) به عنوان مهمترین عارضه عصبی آن به‌شمار می‌آید؛ زوال عقل به صورتهای مختلفی از جمله تغییرات رفتاری - شناختی و اختلالات حرکتی نمودار می‌شود که در پاره‌ای اوقات تشخیص دقیق کار را دشوار می‌سازد. اطلاعاتی که از شکل ۳ به دست می‌آید، گواه آن است که شدت زوال عقل ناشی از ایدز در موقعی که از لحاظ بالینی به کمک آزمونهای عصبی - روانی استاندارد تعیین می‌شود، با میزان سوخت‌وساز ناحیه‌ای گلوکز در مغز به ویژه در

وهسته دم‌دار) ۱۵ جمع می‌شوند و از منحنی جایی که گیرنده‌های مزبور وجود ندارند، زدوده می‌شوند. این گونه مطالعات به اعتبار روش PET در نشان دادن گیرنده‌های دوپامینی در موجود زنده کمک کرده است و مبنایی برای تحقیق در مورد مقایسه توزیع گیرنده وسینتیک پیوستن آنها در گروه‌های طبیعی



شکل (۵) - بررسی با PET در یک فرد مبتلا به کم خون موضعی قلبی (ایسکمی قلبی):

تصویر چپ، جریان خون ماهیچه، قلبی را در بطن چپ به طور متوالی نشان می‌دهد. و تصاویر سمت راست سرعت سوخت و ساز گلوکز را در همان سطوح نمایش می‌دهد.

کاهش بارز جریان خون در دیواره قدامی و قسمت جلویی تینه میان بطنی مشهود است. علیرغم کاهش جریان خون، این نواحی افزایش مصرف گلوکز را نشان می‌دهند، که از زنده بودن ماهیچه قلبی و فعال بودن آن از نظر سوخت و سازی حکایت می‌کند. مطالعه PET در این بیمار نشان می‌دهد که او یک کاندید مناسب برای عمل جراحی است تا عملکرد بافت و کم خون قلب بهبود یابد.

\* ایدز: بیماری که در اثر یک رتروویروس ایجاد می‌شود، این ویروس می‌تواند توانایی لنفوسیت‌های ویژه‌ای بنام لنفوسیت T را مختل نموده و دستگاه ایمنی بدن را سرکوب کند و در نتیجه فرد مبتلا در معرض عفونتهای کشنده فرصت طلب قرار می‌گیرد. عامل این بیماری در اثر تماس جنسی یا فرد آلوده به این ویروس، هم‌چنین از راه انتقال خون آلوده و در معتادین تزریقی از طریق سرنگ آلوده به فرد سالم منتقل می‌شود. ۴.

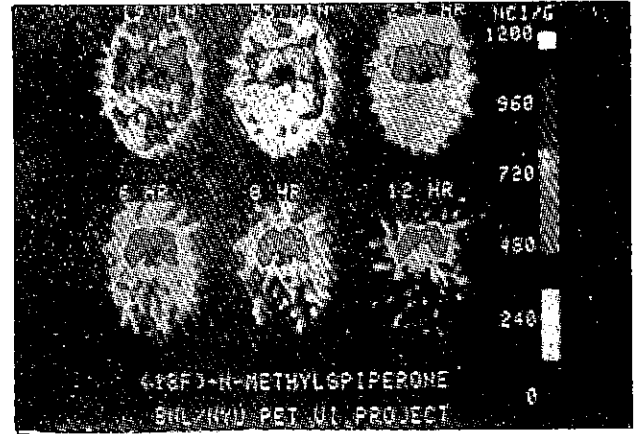
\* بیماری پارکینسون با لرزش غیرارادی دست‌ها، کاهش نیروی حرکتی و سختی عضلانی مشخص می‌شود. ۴

\*\* واژه‌ای است که عموماً به اختلالات روانی که در آن فقدان رابطه با واقعیت و اختلالات شخصیتی وجود دارد، اطلاق می‌شود. ۴

\*\*\* مرحله‌ای از حالت شدیدایی - افسردگی که بیمار سرخوش است و فعالیت روانی - حرکتی مرضی دارد. ۴.

یکسان از یکدیگر و حتی تشخیص پیش از بروز نشانه‌های بیماری راه و روشی مطمئن تر می‌باشد.

برخی از اختلالات ویژه مغزی را از کمبود یا زیاد بودن مواد ویژه انتقال دهنده عصبی می‌دانند، مثلاً در بیماری پارکینسون\* کمبود دوپامین در کار است، برعکس زیاد بودن



شکل (۴) - اسکن‌های متوالی PET از یک مقطع تشریحی مغز در یک فرد طبیعی بعد از تجویز NMS که تمایل شدیدی برای اتصال به گیرنده‌های دوپامینی (زیر نوع D<sub>2</sub>) دارد. زمان به‌داز تزریق، در بالای تصویر هر اسکن نشان داده شده است.

آن در روان پریشی\*\* (سایکوز) ۱۱ دیده می‌شود، و یا کمبود نوراپی نفرین بیماری افسردگی را به بار می‌آورد و زیاد بودن آن شدیدایی\*\*\* (مانیا) ۱۱ باعث می‌شود؛ بالاخره کسم بودن بیش از حد یا زیاد بودن بیش از حد سروتونین به ترتیب باعث کم خوابی و پرخوابی می‌شود. «انتقال دهنده‌های عصبی» ۱۲ دسته متنوعی از پیام آورهای شیمیایی ویژه‌اند که تکانشهای عصبی (ایمپالسها) را از محل سیناپسها عبور داده و از راه پیوند فضایی خاص با مولکول‌های درشت گیرنده، فعالیت ساخته‌های عصبی را در سطح مولکولی تعدیل می‌کنند. مطالعات با PET که این ویژگی عصبی شیمیایی را آشکار کرده است اینک امکان ترسیم کمی از توزیع انتقال دهنده‌های عصبی گیرنده را فراهم می‌کند. مثلاً شکل ۴، شش سری اسکن بی‌درپی را در یک فرد طبیعی بعد از تجویز نان - متیل اسپروپریدول [NMS] [F<sup>18</sup>] ۱۲ که نوعی ماده روان گردان سنتزی (آرامبخش) است و برای پیوند به گیرنده‌های دوپامینی (زیر نوع D<sub>2</sub>) میل زیادی دارد، نشان می‌دهد. توزیع NMS در ابتدا توسط جریان خون تعیین می‌شود؛ اما با گذشت زمان این ردیاب‌های پرتوزا در مغز در نقاطی که از گیرنده‌های دوپامینی غنی‌اند (یعنی در نواحی پوتامن ۱۴

بدلیل کوتاهی نیم عمر این ایزوتوپ‌ها باید آنها را پیش از استفاده به فوریت در سیکلوترون<sup>۱۷\*</sup> از طریق تبدیل ایزوتوپ‌های پایدار به پرتوزا تهیه کرد. (جدول ۱ را ملاحظه کنید.)

جدول (۱): ایزوتوپ‌های منتشرکننده پوزیترون که به طور متداول در روش PET به کار می‌برند.

گونه اتمی	نیم عمر (دقیقه)	واکنش هسته‌ای*	نمایت ویژه آزاد حامل (Ci/ $\mu$ mol)	ماده هدف برای به‌باران سیکلوترون
کربن - ۱۱	۲۰/۲	$^{14}\text{N}(p, \alpha)^{11}\text{C}$	۹۲۱۸	$\text{H}_2 + \text{ppmO}_2$ or $\text{H}_2$
نیتروژن - ۱۳	۹/۹۶	$^{16}\text{O}(p, \alpha)^{13}\text{N}$ $^{13}\text{C}(d, n)^{13}\text{N}$	۱۸۸۸۰	$\text{H}_2\text{O}$ [ $^{13}\text{C}$ ]
اکسیژن - ۱۵	۲/۰۷	$^{14}\text{N}(d, n)^{15}\text{O}$ $^{15}\text{N}(d, n)^{15}\text{O}$	۹۰۸۲۰	$\text{H}_2\text{ppmO}_2$ [ $^{15}\text{N}$ ] $\text{H}_2 + \text{ppmO}_2$
فلور - ۱۸	۱۰۹/۷	$^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$ $^{23}\text{Ne}(\alpha, n)^{18}\text{F}$	۱۷۱۲	[ $^{18}\text{O}$ ] $\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ne} + \%0.1\text{F}_2$

\* این نمادگذاری به ترتیب به گونه اتمی h، مدت (دوره ورودی و ذره صادر شده) گونه اتمی تولید شده اشاره دارد.

اختصارات: p، پروتون؛ n، نوترون؛ d، دوترون؛  $\alpha$ ، ذره هلیوم - ۴

بی شک نیاز به سیکلوترون مشکل و مانع اساسی بر سر راه گسترش PET می‌باشد. با این همه در سایه پیشرفت‌هایی که در دهه اخیر در امر طراحی به عمل آمده است، سیکلوترون‌های پزشکی جدیدی ساخته شده است، (شکل ۶)، که نیمه خودکار بوده و طرز کار با آنها و نگهداریشان نسبتاً ساده است. بهای هر دستگاه با هزینه نصب آن در حدود ۱/۵ تا ۲ میلیون دلار است. اندازه آنها بزرگ و جرم آنها در حدود ۲۰ تن است. تنها نیاز اساسی برای نصب آن یک اتاقک بتونی با دیواره‌ای به ضخامت ۱/۵ متر است. اما شیمیدانها از این نظر به قدر کافی خوش اقبالند و سیکلوترون که معمولاً آنرا به عنوان منبع دیگری برای تهیه واکنشگرهای شیمیایی در نظر می‌گیرند، در اختیار دارند؛ از این راه به طور جاری پیش سازان مفید یا مستقیماً ضمن عبور از دستگس‌های کانالیزوری یا در مدت چند دقیقه از طریق اجرایی فرآیند پس از به‌باران، از سیکلوترون به دست می‌آیند. (جدول ۲ را ملاحظه کنید.)

علاوه بر ملاحظات معمولی که در طراحی هر توالی سنتزی مراعات می‌شود، شیمیدان‌هایی که با انتشاردهنده‌های پوزیترونی سروکار دارند باید عوامل دیگری از جمله حفاظت خرد و

و بیمار و کشف مسیرهای عصبی شیمیایی دیگر که توسط انتقال دهنده‌های عصبی میانجیگری می‌شوند، فراهم ساخته است.

الگوی فرآیندهای سوخت‌وسازی در قلب از مغز پیچیده تر است؛ زیرا قلب می‌تواند انرژی خود را از منابع مختلفی به دست آورد (از جمله اسیدهای چرب، قندها و لاکتاتها). با این همه، مطالعات PET ثابت می‌کند که این روش در تفکیک بافت قلبی سالم، کم خون و دچار سکنه (بافت مرده) مفید است. مثلاً شکل ۵ نتایج مصرف گلوکز ماهیچه قلبی (با PET/FDG) و اندازه‌گیری جریان خون (با [ $^{13}\text{N}$ ] آمونیاک/PET) را در یک فرد مبتلا به کم خونی موضعی ماهیچه قلب (ایسکمی قلب) با هم مقایسه می‌کند. افزایش سوخت و ساز گلوکز در نقاطی که جریان خون کاهش یافته است، نشان می‌دهد که بافت کم خون ماهیچه قلب زنده است و انجام جراحی (روش بای پاس)<sup>۱۶</sup> در بهبود کارکرد آن منطقه مؤثر خواهد بود.

## ایزوتوپ‌های پرتوزا:

(ایزوتوپ‌هایی که به عنوان ردیاب پرتوزا در PET به طور متداول به کار می‌روند عبارتند از:

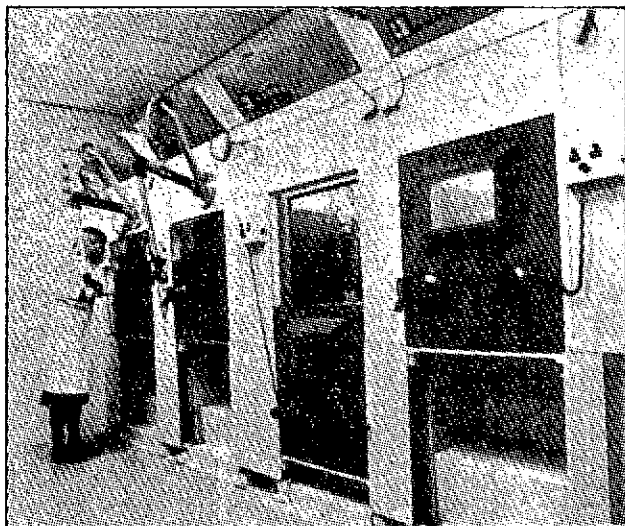
کربن - ۱۱، نیتروژن - ۱۳، اکسیژن - ۱۵ و فلور - ۱۸.)

این ایزوتوپ‌ها به چند دلیل برای این منظور ایده‌آل هستند. اول: آنکه منحصراً با انتشار پوزیترون دچار تلاشی می‌شوند که از آنها پرتوهای گامای نافذ به بدن تولید می‌شود، که به سادگی کشف می‌شود:

دوم: از آنجا که کربن، نیتروژن و اکسیژن در زیست شیمی از عناصر پایه هستند، لذا جای‌گزینی ایزوتوپ‌های پایدار با ایزوتوپ‌های پرتوزا، تغییر قابل توجهی در خواص شیمیایی را سبب نمی‌شود. در مورد فلور - ۱۸ هر چند نه به صورت طبیعی، اما در بسیاری از داروهای سنتزی شرکت دارد و با نیتروژن هم فضا است.

سوم: زمان‌های نیم عمر این گونه‌های اتمی به اندازه کافی کوتاه است (خیلی کمتر از ۲ ساعت) و از همین رو میزان تابش در بدن بیمار به کمترین مقدار خود می‌رسد و در عین حال این زمان برای انجام بررسی‌های شیمیایی به اندازه کافی طولانی است. در آخر اینکه، می‌توان آنها را از نظر شیمیایی به‌طور خاص تهیه کرد.





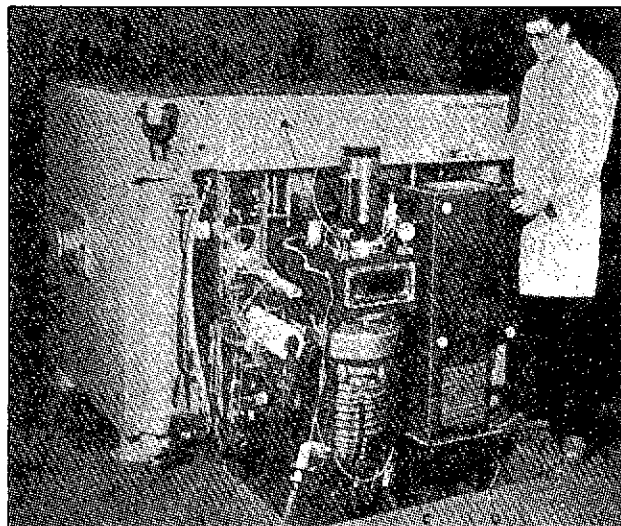
**شکل (۷) -** سنتزهای شیمیایی با مقادیر زیاد فعالیت پرتوزایی از راه کنترل از راه دور یا دستگاههای خودکار در سلولهای داغ<sup>\*</sup> مجهز به پوشش سنگین سربی نفوذ ناپذیر به تابش انجام می‌شود. در اینگونه سلولها تجهیزات لازم برای عملی ساختن آزمایش فراهم شده است. برای دسترسی به داخل سلول جهت انجام عملیات لازم از دری که با ماشین کار می‌کند و بر روی حاملی عمودی نصب شده است استفاده می‌شود.

گرم» معمولاً به کار می‌رود آغاز کرد. از این رو هنگامی که شرایط مطلوب برای انجام واکنش فراهم گردد، شیمیدان تجهیزات سنتزی برای به کار بردن یک «سلول داغ»<sup>۱۹</sup> را تدارک می‌بیند (شکل ۷ را ملاحظه کنید).

استوکیومتری<sup>۲۰\*</sup> به عنوان نکته ویژه دیگری است که در هنگام برنامه‌ریزی سنتزهای انتشار دهنده پوزیترون مورد توجه قرار می‌گیرد. در سیکلوترون ایزوتوپهای پرتوزا در واقع اتم به اتم تولید می‌شوند، لذا جرم واقعی ماده شیمیایی پرتوزای اولیه‌ای که پدید می‌آید، بسیار اندک است. از این رو واکنش گرهای معمولی شیمیایی در مقایسه با ماده اولیه پرتوزای تهیه شده برای مقاصد بسالا بدون استثنا در حدی بسیار زیاد در دسترس می‌باشند. متأسفانه بازدهی برخی از واکنشها که در

\* سیکلوترون: دستگاه شتاب دهنده‌ای است که در آن ذرات باردار در ابعاد گونه‌های اتمی یا کوچکتر چنان سرعت فوق‌العاده زیادی دارا می‌شوند که انرژی جنبشی آنها به چندین میلیون الکترون ولت می‌رسد، م.

\* استوکیومتری شامل محاسبات کمی در شیمی است، م.



**شکل (۶) -** اسکاند تورونیکس Mc-1۶F نوعی سیکلوترون کوچک پزشکی نیمه خود کار امروزی که می‌تواند پرتابه‌های پرتونی ۱۷/۲ میلیون الکترون ولتی یا پرتابه‌های دو ترونی ۸/۱ میلیون الکترون ولتی را تولید کند. هر یک از محفظه‌های هدف مشهود در قسمت جلویی تصویر ممکن است همگام با پرتابه ذره‌ای حرکت کند و انتشار دهنده‌های پوزیترونی مختلف تولید شود.

کلید، (a) مغناطیس الکتریکی اصلی فوقانی (دستگاه مغناطیس فوقانی برای دسترسی به اجزای درون سیکلوترون می‌تواند به طور هیدرولیکی بالا رود).

(b) انتخاب‌گر هدف با کنترل از راه دور.

(c) پمپ خلأ نفوذی بسیار قوی.

(d) نوسانگر فرکانس رادیویی.

دیگران از پرتوها را در نظر داشته باشند. تابش گامای نافذ ۵۱۱ کیلو الکترون ولتی که از تابودی ماده و ضد ماده ایجاد می‌شود گسره برای مقاصد تصویر برداری فسوق‌العاده مفید است، اما برای کار با آن به فضاهایی نیاز است که از نظر تابش پرتویی کاملاً محافظت شده باشد. در شیمی پیشرفته که از مقادیر بسیار جزیی از مواد پرتوزا استفاده می‌شود، انجام آزمایشها غالباً یا به طور دستی است، یا به صورت نیمه خودکار در «سلولهای گرم»<sup>۱۸</sup> که همانند هودهای معمولی هستند که به منظور تأمین شرایط ایمنی به سپرهای حفاظتی مجهز می‌باشند. در اینگونه سلولها واکنشهای مختلفی به طور ساده و با اطمینان قابل بررسی اند. از این رو برای تولید مقادیر کافی از مواد دارویی پرتوزا برای مطالعه جانوران یا اشخاص بیمار بایستی کار را با مقداری بیشتر از آنچه که در «سلولهای

فعالیت ویژه ایزوتوپ پرتوزا که به عنوان میزانی کمی از رقیق شدگی آن ایزوتوپ پرتوزا می باشد، معمولاً بر حسب میزان پرتوزائی بر حسب واحد جرم گزارش می شود، مثلاً مقدار کوری درازاء هر میکرومول از جسم مورد نظر. فعالیت ویژه نظری يك ایزوتوپ پرتوزای «آزاد از حامل» تنها تابع نیم عمر آن است (جدول ۱ را ملاحظه کنید). از آنجا که حداکثر فعالیتی را که در سلولهای داغ به راحتی می تواند مورد عمل قرار گیرد در حدود يك تا دو کوری است، از این رو معلوم می شود که در سنتزهای شیمیایی پرتوزا حتی پس از رقیق ساختن ایزوتوپی، آزمایش با مقادیر خیلی کمتر از يك میکرومول از ماده آغاز می شود.

### طرح سنتز:

طرح سنتز يك داروی پرتوزای جدید با مروری از نوشته های موجود در زمینه فرآیند سوخت و ساز مورد مطالعه و نیز بررسی نمودار بیوشیمیایی و داروشناسی داروهایی که یا در مسیر سوخت و سازی مؤثرند و یا آنکه در آن شرکت دارند آغاز می شود. در يك حالت ایده آل، مولکول برگزیده برای هدف بایستی در مسیر سوخت و سازی بی همتا بوده، در عین حال نقش آن در طرح بیوشیمیایی نیز کاملاً شناخته شده باشد به علاوه جذب آن در «بافت مورد هدف»<sup>۲۴</sup> زیاد باشد و از نظر سوخت و سازی برای به تاه افتادن مناسب باشد و یا در مقیاس زمان لازم برای يك توزیع دارو در موجود زنده و استفاده از اطلاعات لازم برای PET اسکن پایدار باشد.

در گام بعدی، توانایی مولکولهای منتخب برای نشاندار ساختن مکانهای مورد نظر، دقت نظر در مورد ایزوتوپهایی که مناسب ترین نیم عمر را دارند، مسأله دسترسی به مواد اولیه ای که برای پرتوزا شدن توسط ایزوتوپها به کار می روند و بالاخره حداقل فعالیت ویژه پرتوزایی قابل مورد تحقیق و مطالعه قرار می گیرد. در طراحی يك سنتز، بایستی واکنشهای انتخاب شده از بازده شیمیایی پرتوزای بالایی برخوردار باشند و از رقیق شدن ناخواسته ایزوتوپ پرتوزا با يك حامل پایدار دوری شود و از مخلوط محصولهایی که جدا کردن آنها دشوار است احتراز گردد. از آن رو شایسته است که مراحل و زمان سنتز به حداقل ممکن رسانده شود تا از کار با مقادیر زیاد پرتوزاها جلوگیری شود.

شرایط ماکروسکوپی موفقیت آمیزند، وقتی در سطح ردیابها انجام می شوند با شکست همراه می شوند. از آنجا که اعتبار مطالعات انجام شده با روش PET منوط به تجویز جرم بسیار اندکی از داروهای پرتوزا است تا بدانسان فرآیندهای بیوشیمیایی مورد بررسی با به هم خوردگی زیادی روبرو نشوند، لذا استفاده از رقیق سازی ردیاب پرتوزا با ایزوتوپ پایدار به منظور بهبود بازدهی فرآورده واکنش عموماً نه جایزونه مطلوب است. بدین سان بایستی شیمیدانان یا شرایط تازه ای را بیابند یا آنکه برای اینگونه موارد راههای سنتزی دیگری را جایگزین سازند.

برخی از مواد بیوشیمیایی به ویژه «انتقال دهنده های عصبی» در آنچنان غلظتهای پایینی در موجودات زنده موجودند، که شیمیدانهای دست اندر کار سنتز موادی مانند آنها که در عین حال نشان دارد شده اند بایستی به دقت مواظب این نکته باشند تا ایزوتوپهای پرتوزای تهیه شده در سیکلوترون به طور ناخواسته به ایزوتوپهای پایدار آلوده نشوند. خلوص ایزوتوپی که به صورت میزان رقیق شدن آن توسط ایزوتوپ پایدار مشابه تعریف می شود به شرح زیر است:

اگر ایزوتوپ پرتوزا به هیچ وجه با ایزوتوپ پایدار آلوده نشده باشد، اصطلاحاً به آن «آزاد از حامل»<sup>۲۵</sup> می گویند. چنانچه ایزوتوپ پرتوزا به طور ناخواسته با ایزوتوپ پایدار آلوده و رقیق شده باشد، به آن «بی افزایش حامل»<sup>۲۶</sup> گفته می شود.

اما هر گاه ایزوتوپ پرتوزا از روی قصد با مقدار معینی ایزوتوپ پایدار رقیق شود، به آن «با افزایش حامل»<sup>۲۷</sup> می گویند.

کربن و نیتروژن و حتی فلوئور آنچنان فراوان در سراسر محیط زیست ما موجودند که برای دستیابی به شرایط «آزاد از حامل» بایستی احتیاطهای بیش از حدی به عمل آید. آلوده شدن می تواند از منابع بسیاری سرچشمه بگیرد که برخی از آنها کاملاً غیر قابل انتظارند. دی اکسید کربن موجود در جو بر روی سطحی شامل هیدرید آلومینیم - لیتیم جامد گیر می افتد و فلوئور [<sup>۱۸</sup>F] با پلی تترافلور و اتیلن تعویض می شود. در مورد مواد دارویی پرتوزای «بی افزایش حامل» کربن - ۱۱ و فلوئور - ۱۸ نسبت ایزوتوپ پرتوزا به ایزوتوپ پایدار در حدود  $\frac{1}{2000}$  تا  $\frac{1}{1000}$  است: حال آنکه در تهیه نیتروژن - ۱۳ و اکسیژن - ۱۵ مقدار ایزوتوپ پایدار دو برابر است.

جدول (۳): پیش سازان رادیو شیمیایی:

گونه اتمی	پیش سازان شیمیایی اولیه	پیش سازان شیمیایی ثانویه که به طور معمول به کار می‌روند
کربن - ۱۱	مونوکسید کربن دی اکسید کربن سیانید هیدروژن	یدید متیل فرم آلدنید فسژن
نیتروژن - ۱۳	نیترات - نیتريت / محلول در آب و آمونیاک	محلول آمونیاک
اکسیژن - ۱۵	اکسیژن مولکولی مونوکسید کربن دی اکسید کربن آب	ترانمتیل آمونیم فلورورید خشک
فلورور - ۱۸	محلول فلورورید فلورور مولکولی	استیل هیپروفلوروریت

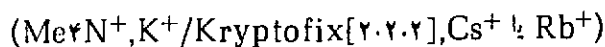
واکشهای بسیار زیادی با کربن - ۱۱ علیرغم نیم عمر کوتاه ۲۰ دقیقه‌ای آن، در فهرست استانداردها شیمیادانها انجام گرفته است. کربوکسیل‌دار کردن [۱۱C] ترکیبات آلی فلزی با دی اکسید کربن [۱۱C] نقطه ورودی ساده‌ای است برای دستیابی به اسیدهای کربوکسیلیک [۱۱C] از قبیل: اسید پالمیتیک [۱۱C] (به کمک افزایش گرینار<sup>۲۶</sup>، برای اندازگیری سوخت‌وساز اسید چرب در ماهیچه قلبی) و اسیدهای آمینه [۱۱C] (به کمک آلفا - لیئوبنزیل ایزونیتریل، برای مثال مرجع ۹ را ملاحظه کنید). یدید متیل [۱۱C] ماده سودمند دیگری است که از دی اکسید کربن [۱۱C] به آسانی در شرایط مناسب در یوته فلزی سنتز می‌شود و از آن برای تهیه C - N، O - و S - ردیابهای متیل‌دار نظیر میتونین [۱۱C] (برای تحقیق درباره سرعت‌های سنتز پروتئین تومورهای مغزی (۱۱)) و کار فنتانیل [۱۱C] (لیگاندی برای در معرض دید قراردادن محلهای گیرنده افیونی<sup>۲۷</sup> (زیر گروه - میو Mu) (۱۲)) در سطح گسترده‌ای استفاده شده است. از سوی دیگر به کمک فرمیلاسیون کاهش دهنده با فرمالدئید [۱۱C] می‌توان ان - متیل‌دار نمودن را عملی ساخت. مونوکسید کربن [۱۱C] و کلرازاه واکنش فتوشیمیایی به فسژن تبدیل می‌شوند [۱۱C]. از فسژن برای تهیه ردیابهای نظیر ۵-۵ دی متیل اوگزازولیدین ۲-۴ دی اون [۱۱C] ۲- (DMO) برای اندازه‌گیری بی‌زیان pH موضعی در بافت (۱۳) و N' - N بیس (۲ - کلرواتیل) - N - نیتروزو اوره [۱۱C] (BCNU)، یک واکنشگر الکیل‌کننده چربی دوست و نشانگر گلیومهای درون مغزی<sup>۲۸</sup> (۱۴) استفاده می‌شود. از راه افزایش یا جانشینی با سیانید [۱۱C] نیتریلها [۱۱C] به آسانی حاصل می‌شود؛ آنها خود برای تبدیل به ردیابهای پرتوزای گسوناگونی برای مصرف در روش PET قابلیت دارند. نیتریلها [۱۱C] معمولاً به عنوان واسطه‌هایی در سنتز آمین‌های نوع اول چون پوترسین [۱۱C] - ۱ (نشانگری بیوشیمیایی برای سرطان (۱۵)) عمل می‌کنند؛ اما به آلدنیدها از جمله ۲- داکسی گلو کسز [۱۱C] - ۱ (یک جایگزین پیشنهادی برای FDG برای اندازه‌گیری سرعت سوخت‌وساز

اینک برای آشنایی مختصری با شیمی آلی مواد سنتزی مورد نیاز روش PET به شرح چند سنتز می‌پردازیم. خواننده برای کسب اطلاعات بیشتر می‌تواند به مقالات مروری جدید در این زمینه مراجعه کند (C)<sup>۱۱</sup>(۳)، (F)<sup>۱۸</sup>(۴)، N<sup>۱۴</sup>(۵)، (F)<sup>۱۸</sup>(۶، ۵).

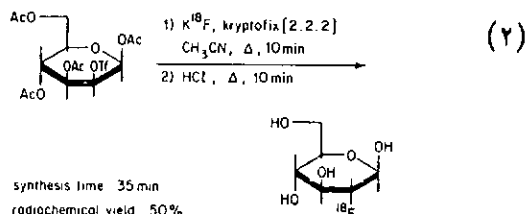
چشم اندازهای موفقیت‌آمیز انطباق شیمی کلاسیک با سنتز شیمیایی پرتوزای سریع به کمک تهیه سه مرحله‌ای ال - تیروزین (N<sup>۱۴</sup>) که زمان نیم عمر آن فقط ۱۰ دقیقه است آشکار می‌سازیم (۷). برای این تهیه، نخست نیتروژن دارای فعالیت پرتوزایی را که به صورت مخلوطی از نیترات و نیتريت از هدف سیکلوترون خارج می‌شود، توسط آلیاز<sup>۲۹</sup> وارد<sup>۳۰</sup> هیدروکسید سدیم احیا می‌شود. و از آن آمونیاک [N<sup>۱۴</sup>] به دست می‌آید. این آمونیاک از راه تقطیر جدا می‌شود و سپس آنرا با آلفا - کتوگلو تارات و NADH مخلوط کرده و از ستونی که در آن دهیدروژناز بر روی حامل جامدی تثبیت شده است عبور می‌دهند تا در نتیجه آن گلو تارات [N<sup>۱۴</sup>] حاصل آید. با استفاده از یک سیستم آنزیمی ساکن دیگر، گلو تارات اوگزالواستات ترانس آمیناز، گروه آمینه نشان‌دار شده [N<sup>۱۴</sup>] از گلو تارات به پارا - هیدروکسی فیل پیروات انتقال می‌یابد و بدینسان ال - تیروزین [N<sup>۱۴</sup>] حاصل می‌شود و به کمک شوینده‌های بافری، آمونیاک [N<sup>۱۴</sup>] و گلو تارات [N<sup>۱۴</sup>] باقی مانده را از تیروزین [N<sup>۱۴</sup>] جدا می‌کنند. بدین ترتیب ال - تیروزین [N<sup>۱۴</sup>] در شکل خالص شیمیایی پرتوزا با یک بازدهی کالی در حدود ۲۸٪ در مدت ۲۵ دقیقه حاصل می‌شود.

\* آلیاز دوار دارد شامل ۵۰٪ مس ۴۵٪ آلومینیم و ۵٪ روی است که در محلول قلیایی خاصیت احیاکنندگی شدیدی از خود نشان می‌دهد. ۴.

واکنش  $^{18}\text{O}(\text{P}, \text{n})^{18}\text{F}$  در دسترس می باشد، لذا شرایط نشان دار کردن ترکیبات الیفاتیك و آروماتيك با این پیش ساز، در سطح گسترده ای مورد تحقیق قرار گرفته است. با اضافه کردن يك یون شمارشگر مناسب



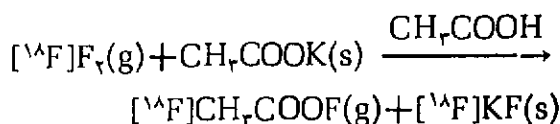
و تبخیر تا مرحله خشك محلول فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  می توان فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  را برای استخلاف هسته دوست واکنش پذیر ساخت. برحسب تصادف، واکنش استخلافی هسته دوست به آب به طور نسبی از مدارایی لازم برخوردار است (در برخی موارد درحد ۵/۵ میلی مول). این مسأله در واکنشهای جانشینی در معیار ماکروسکوپی خود به عنوان مشکل اولیه محسوب می شود. قابلیت سوبسترهای الیفاتیك مختلف برای استخلافهای هسته دوست با فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  «بی افزایش حامل» با قابلیتی که برای آنها در معیار شیمی ماکروسکوپی در کار است مطابقت دارد. سنتز ویژه فضایی FDG کاربرد تازه از آن به حساب می آید (۱۸)، لیکن امروزه آنرا به عنوان روش سنتزی از انتخاب زیر در نظر می گیرند:



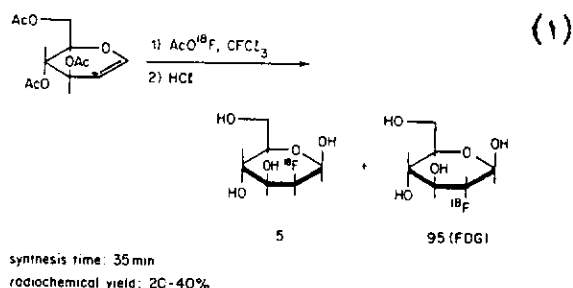
به هر حال سنتز آریل فلوئوریدها  $[^{18}\text{F}]$  از فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  «بی افزایش حامل» دشوارتر است. به طور کلاسیك آروماتیکهای فلوئوردار از دی آزنیوم فلوئوربورانها و به کمک واکنش بالز - شایمن  $^3\text{C}$  تهیه می شوند. اما هنگامی که این روش در مورد فلوئور - ۱۸ به کار می رود، با بازدهی اندکی همراه می شود و فرآوردههایی با فعالیت ویژه پایین تولید می شود؛ دلیل آن این است که در آن فلوئوربورات  $[^{18}\text{F}]$  از تبادل ایزوتوپی حاصل می شود و در ضمن از هر چهار یون فلوئورید  $\text{BF}_4^-$  فقط یکی به فرآورده تبدیل می شود. واکنش والاخ  $^3\text{C}$  با واکنش بالز - شایمن ارتباط نزدیکی دارد؛ اما آن شرایط بهتری فراهم می کند تا در سایه آن نمک دی آزنیوم به صورت تری آزین ماسک دار شده درآمده جدا شود؛ به طوری که فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  «بی افزایش حامل» می تواند در محصول ادغام شود. متأسفانه بازده شیمیایی پرتوزای این روش نیز کاملاً اندک است. در این اثناء پیشرفت

گلوکز در مغز (۱۶) و ستونهای نامتقارن  $[^{11}\text{C}]$  (از راه افزایش گسرینار) نیز تبدیل می شوند. از آن گذشته، سیانید  $[^{11}\text{C}]$  از راه شرکت در واکنش بوخرد - استرکر  $^{19}\text{C}$  می تواند برای تولید  $[^{11}\text{C}]$  - ۱ اسیدهای آمینه نیز به کار رود.

واکنشگرهای فلوئوردار کننده الکترون دوست مختلفی از  $[^{18}\text{F}]$  می تواند مشتق شود. نمونه های زیر از آنها ایند: استیل هیپوفلوئوریت  $[^{18}\text{F}]$ ، زنون دی فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$ ، دی اتیل آمینوسولفورتری فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  (DAST) و تری فلوئورومتیل  $[^{18}\text{F}]$  هیپوفلوئوریت. لازم به یادآوری است که این واکنش گر ها کلاً کمتر از معیار ماکروسکوپی خود مفیدند و از همین روکار برد کمتری دارند. شاید اشکال عمده آنها در آن باشد که فلوئور حامل برای بیرون کشیدن پرتوزایی از سیستم هدف  $^{18}\text{F}(\text{d}, \alpha)^{18}\text{Ne}$  مورد نیاز می باشد (برای مقایسه به جدول ۱ مراجعه کنید)، که این به نوبه خود به پیدایش جرم زیاد و غیر قابل قبولی از محصول منجر می شود. از این گذشته چون فقط کسری از تمامی اتمهای فلوئور ذخیره در هدف از فلوئور - ۱۸ است لذا فرآورده شیمیایی پرتوزایی نظری در اصل با يك محدودیت آماری همراه است. برای مثال به هنگام تبدیل  $[^{18}\text{F}]$  به استیل هیپوفلوئوریت  $[^{18}\text{F}]$  فقط یکی از دو اتم فلوئور حاصل به استیل هیپوفلوئوریت  $[^{18}\text{F}]$  منتقل می شود، بدینسان بازدهی شیمیایی پرتوزا ۵۰٪ نمی تواند تجاوز کند (۱۷).



علیرغم این محدودیتها بازهم با به کار بردن استیل هیپوفلوئوریت برخی مواد دارویی پرتوزا از FDG سنتز شده اند (۱۷)



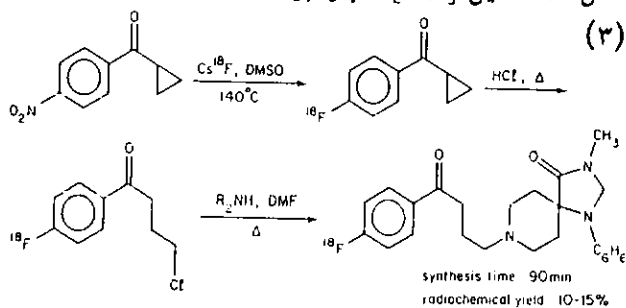
از آنجا که مقادیری کوری از فعالیت ویژه بالای فلوئورید  $[^{18}\text{F}]$  از اکسیژن - ۱۸ آب غنی شده، در نتیجه استفاده از

10. Psychosis.
11. mania.
12. neurotransmitter
13. N - methyly - [<sup>18</sup>F] Spiroperidol.
14. Puta Men.
15. Caudate.
16. by pass Surgery.
17. Cyclotron.
18. Warm Cells.
19. Hot Cell.
20. Stoichiometry.
21. Carrier free.
22. NO Carrier added.
23. Carrier added.
24. Target tissue.
25. Devarda's alloy.
26. Grignard addition.
27. Opiate Receptor Sites.
28. Intracereberal gliomas.
29. Bucherer - Strecker.
30. Balz - Schiemann.
31. Wallach Reaction.
32. butyrophenone neuroleptics.

#### Literature Cited

1. Sokoloff, L.; Reivich, M.; Kennedy, C.; Des Rosiers, M. H.; Patlak, C. S.; Pettigrew, K. D.; Sakurada, O.; Shinohara, M. *J. Neurochem.* 1977, 28, 897-916.
2. Davis, B. D. *Arch. Biochem. Biophys.* 1958, 78, 497-509.
3. Finn, R. D.; Boothe, T. E.; Vora, M. M.; Hildner, J. C.; Emran, A. M.; Kothari, P. J. *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* 1984, 35, 323-335.
4. Berridge, M. S.; Tesson, T. *J. Appl. Radiat. Isot.* 1986, 37, 685-693.
5. Fowler, J. S.; Wolf, A. P. *The Synthesis of Carbon-11, Fluorine-18, and Nitrogen-13 Labeled Radiotracers for Biomedical Applications*; U. S. Department of Energy, Technical Information Center: Washington, DC, 1982; Nuclear Science Series, NAS-NS-3201.
6. Comar, D.; Crouzel, C.; Maziers, B. *Appl. Radiat. Isot.* 1987, 38, 587-596.
7. Gelbard, A. S.; Nieves, E.; Filic-DiRicco, S.; Rosenspire, K. C. *J. Label. Comp. Radiopharm.* 1986, XXIII, 1055.
8. Jewett, D. M.; Ehrenkauf, R. L.; Ram, S. *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* 1985, 36, 672-674.
9. Bolster, J. M.; Vaalburg, W.; Paans, A. M. J.; van Dijk, T. H.; Elsinga, P. H.; Zijlstra, J. B.; Piers, D. A.; Mulder, N. H.; Woldring, M. G.; Wynberg, H. *Eur. J. Nucl. Med.* 1986, 12, 321-324.
10. Crouzel, C.; Langstrom, B.; Pike, V. W.; Coenen, H. H. *Appl. Radiat. Isot.* 1987, 38, 601-603.
11. Comar, D.; Cartron, J. C.; Maziere, M.; Moranzano, C. *Eur. J. Nucl. Med.* 1976, 1, 11-14.
12. Frost, J. J.; Wagner, H. N., Jr.; Dannais, R. P.; Ravert, H. T.; Links, J. M.; Wilson, A. A.; Burns, H. D.; Wong, D. F.; McPherson, R. W.; Rosenbaum, A. E.; Kuhar, M. J.; Snyder, S. H. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1985, 9, 231-236.
13. Diksic, M. *Int. J. Appl. Radiat. Isot.* 1984, 35, 1035-1037.
14. Diksic, M.; Farrokhdad, S.; Yamamoto, Y. L. *J. Nucl. Med.* 1982, 23, 895-899.
15. McPherson, D. W.; Fowler, J. S.; Wolf, A. P.; Arnett, C. D.; Brodie, J. D.; Volkow, N. J. *Nucl. Med.* 1985, 26, 1188-1189.
16. MacGregor, R. R.; Fowler, J. S.; Wolf, A. P.; Shiu, C. Y.; Lade, R. E.; Wan, C. N. *J. Nucl. Med.* 1981, 22, 800-803.
17. Coenen, H. H.; Pike, V. W.; Stöcklin, G.; Wagner, R. *Appl. Radiat. Isot.* 1987, 38, 605-610.
18. Hamacher, K.; Coenen, H. H.; Stöcklin, G. *J. Nucl. Med.* 1986, 27, 235-238.
19. For example: Meeda, M.; Tesson, T. J.; Welch, M. J. *J. Label. Comp. Radiopharm.* 1981, XV/II, 102-103.
20. Attina, M.; Cacace, F.; Wolf, A. P. *J. Label. Comp. Radiopharm.* 1983, XX, 501-514.
21. Shieu, C. Y.; Fowler, J. S.; Wolf, A. P.; McPherson, D. W.; Arnett, C. D.; Zecca, L. J. *Nucl. Med.* 1986, 27, 226-234.

غير منتظره‌ای در زمینه استخلاف آروماتیکی هسته دوست برای آریل فلوئورید [<sup>18</sup>F] «بی افزایش حامل» پیش آمد (۲۰)؛ و طی آن فلوئورید [<sup>18</sup>F] جانشین یک گروه سواشونده (اغلب نیترو) در یک حلقه بنزنی شد، که به شیوه مناسبی توسط یک گروه‌کننده الکترون (پارا - سیانوس، پارانیتر و برخی گروه‌های پارای دیگر) فعال شده بود. این واکنش سریع است (در حدود ۱۵ دقیقه که زمان کارا نیز شامل می‌شود). بازدهی شیمیایی پرتوزا بسته به نوع سوبسترا می‌تواند با اطمینان تا ۸۰٪ برسد. از روش استخلافی آروماتیکی هسته دوست در سنتز چندین داروی روان گردان ۳۲ بوتیروفونونی شامل ال - متیل [<sup>18</sup>F] اسپروپریدول سود جسته‌اند.



#### نتیجه‌گیری:

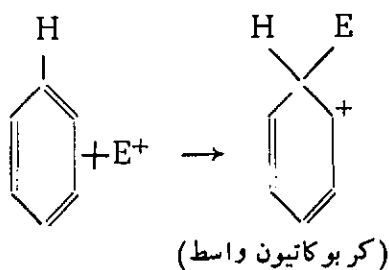
برش‌نگاری از راه به کار گرفتن اشعه پوزیترون، به طور بی‌سابقه فرصتهای بی‌مانندی را در جهت ادراک فیزیولوژی انسان و فهم جزئیات دانش بیوشیمی و مطالعه بنیاد شیمیایی بیماریهای روانی - عصبی، و ارزیابی تأثیر داروها و ویژگی آنها رادر سطح مولکولی در اختیار پژوهشگران علم پزشکی نهاده است. این تلاشی خردمندانه و هیجان‌انگیز است که در آن برای نیل به هدف و کسب موفقیت، همکاری افرادی پر استعداد از همه زمینه‌های علوم و ریاضی الزامی است. روش PET شیمیدانها را به استفاده از واکنشهای سنتزی خواه آشنا و خواه تازه برای گسترش مرزهای دانش زیستی پزشکی فرامی‌خواند.

#### زیر نویسها:

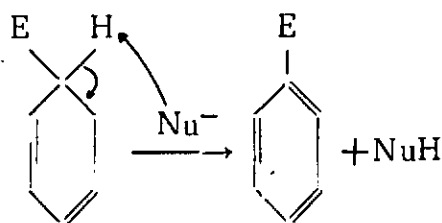
1. The Role of Chemistry in Positron Emission Tomography.
2. Positron emission tomography.
3. Radioactive Tracers.
4. Computerized axial tomography.
5. Nuclear magnetic resonance imaging.
6. Decay.
7. Regional Cerebral glucose metabolic Rate.
8. acquired immune deficiency Syndrome(AIDS)
9. AIDS dementia Complex.

گروههایی که فعالیت هسته بنزنی را افزایش می دهند دانسیته الکترونی را در موقعیتهای ارتو و پارا بیشتر از متا بالا می برند در نتیجه موجب می شوند که احتمال برخورد گروههای الکتروفیل نسبت به موقعیتهای ارتو و پارا بیشتر از موقعیت متا باشد و لسی لزوماً نمی توان آنها را هدایت کننده ارتو و پارا دانست. زیرا بین احتمال برخورد و میزان پایداری کربوکاتیون واسط رقابت به وجود می آید. در صورتی می توان این گروهها را هدایت کننده ارتو و پارا دانست که پایداری کربوکاتیون تشکیل شده ضمن برخورد گروههای الکتروفیل به موقعیتهای ارتو و پارا بیشتر از پایداری کربوکاتیون حاصل از برخورد گروههای الکتروفیل به موقعیت متا باشد.

برای روشن شدن مطلب ابتدا مکانیسم جانشینی الکتروفیلی بر هسته بنزنی را یاد آور می شویم، با برخورد معرفهای الکتروفیل به هسته بنزنی ابتدا کربوکاتیون واسط تشکیل می شود:



به طوری که ملاحظه می شود گروه الکتروفیل با تشکیل پیوند داتیو با پیوند  $\pi$ ، در هسته بنزنی بار مثبت القا می کند. به علت افزایش بار مثبت، الکترونیتهای پیوندی C-H بدطرف هسته بنزنی کشیده می شود.



در نتیجه این عمل هسته آروماتیک مجدداً برقرار شده و  $H^+$  با گروه  $Nu^-$  که همراه گروه الکتروفیل می باشد پیوند برقرار می کند.

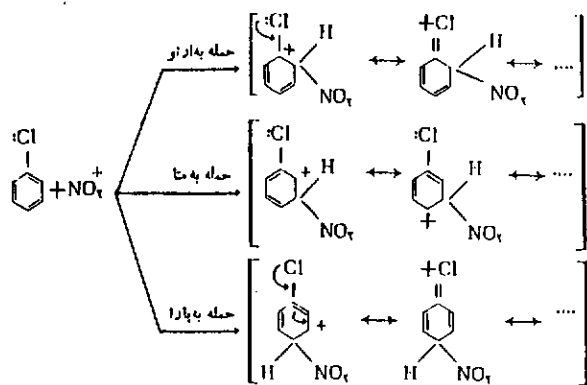
ممکن است این پرسش پیش آید که چرا گروه نوکلئوفیل با کربوکاتیون واسطه در محل بار مثبت پیوند برقرار نمی کند تا واکنش افزایشی صورت گیرد (مانند آنچه که در آلکنها

## پرسش و پاسخ

حسام امینی

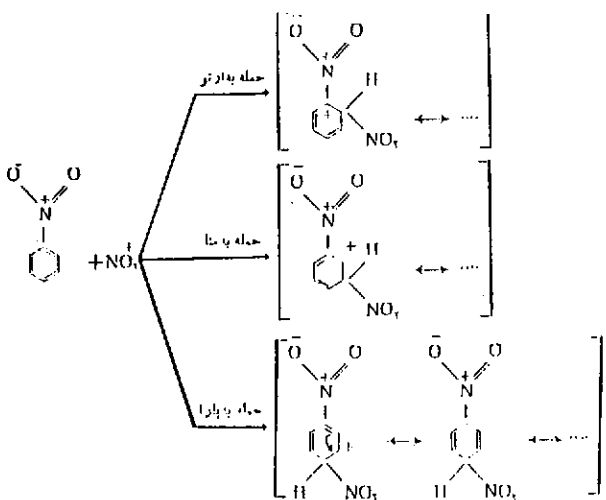
پرسش ۱- با آنکه هالوژنها کاهش دهنده فعالیت هسته آروماتیک در واکنشهای الکتروفیلی اند چرا هدایت کننده گروه ما بعد به موقعیتهای ارتو و پارا می باشند؟

پاسخ - گروههای استخلافی فعال کننده هسته بنزنی آنهایی هستند که نسبت به هسته بنزنی الکترون دهنده اند در نتیجه دانسیته الکترونی را در هسته بنزنی افزایش داده فعالیت آنرا در مقابل گروههای الکتروفیل زیاد می کنند برعکس، گروههایی که نسبت به هسته بنزنی الکترون گیرنده هستند با کاهش دانسیته الکترونی از فعالیت هسته بنزنی می کاهند. الکترون دهندگی (و یا گیرندگی) یک گروه ممکن است به علت اثر القایی (I) و یا اثر رزونانس (R) و یا مزومری (M) و یا هر دو باشد.



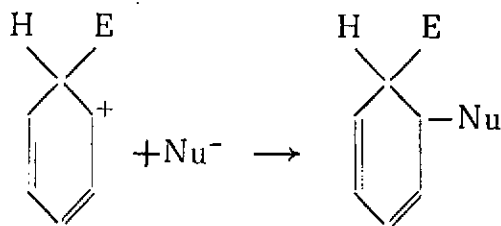
به طوری که از فرمولهای ساختمانی فوق برمی آید. در کربو-کاتیونهای تشکیل شده ضمن برخورد معرف الکتروفیل به موقعیتهای ارتو و پارا اربیتالهای دو الکترونی غیر پیوندی کلر نیز می تواند در پدیده رزونانس شرکت کند و این عمل موجب پراکنده شدن بیشتر بار مثبت کربو کاتیون و پایداری بیشتر آن خواهد شد و به طوریکه می دانیم هرچه میزان پایداری کربو کاتیون بیشتر باشد امکان تشکیل آن بیشتر است. از این نظر هالوژنها گروه هدایت کننده به موقعیتهای ارتو و پارا به شمار می روند از همین توجه می توان در مورد گروههای OH، R و ... نیز استفاده کرد.

در مورد گروههایی کسه هدایت کننده متا می باشند نیز می توان پیش بینی کرد که کربو کاتیون حاصل ضمن برخورد معرفهای الکتروفیل به موقعیت متا پایداتر باشد برای روشن شدن موضوع اثر  $\text{NO}_2^+$  را بر نیترو بنزن مورد توجه قرار می دهیم

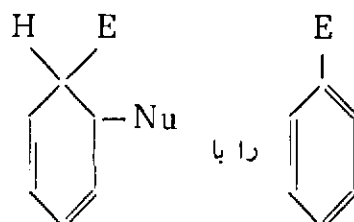


ملاحظه می شود که در یکی از شکلهای رزونانسی حاصل از برخورد معرف الکتروفیل به موقعیتهای ارتو و پارا بارهای

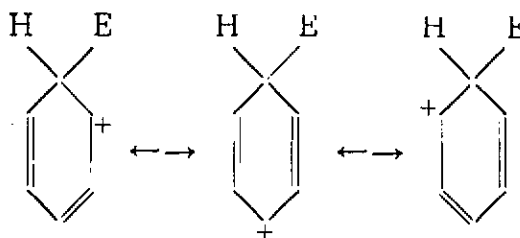
روی می دهد). در صورتی که چین واکنشی انجام گیرد به صورت زیر می توان نشان داد:



با مقایسه محصولات پیش بینی شده دو واکنش یعنی



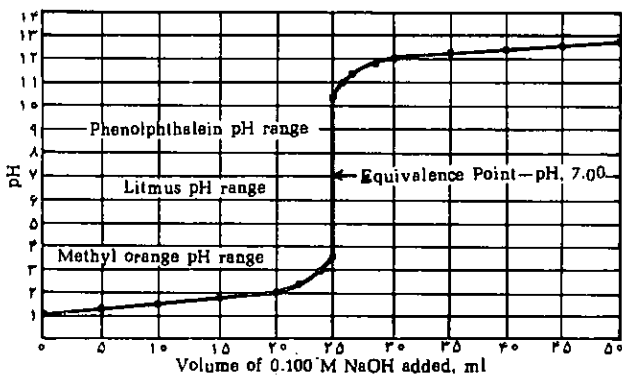
مشاهده می کنیم که محصول دوم آروماتیک نیست بنا بر این میزان پایداری آن کمتر است (انرژی پایداری هسته بنزن برابر ۳۶ کیلو کالری بر مول و انرژی سیکلو هگزادین برابر ۲ کیلو کالری بر مول است) از طرف دیگر باید توجه داشته باشیم که به علت پدیده رزونانس بار مثبت در هسته آروماتیک کربو کاتیون واسط پراکنده می شود. شکلهای رزونانسی کربو کاتیون واسط چنین است:



بنابراین نباید انتظار داشته باشیم که بار مثبت در یک نقطه تمرکز داشته باشد. حال به موضوع مورد بحث برمی گردیم. هالوژنها بر هسته بنزنی اثر القایی منفی اعمال می کنند یعنی از نظر اثر القایی گیرنده الکترون هستند ولی از نظر رزونانس الکترون دهنده به شمار می روند ولی چون اثر القایی آنها بر اثر رزونانس غلبه دارد. در مجموع الکترون گیرنده بوده و بنا بر این کاهش دهنده فعالیت هسته بنزنی می باشند حال میزان پایداری کربو کاتیونهای تشکیل شده ضمن برخورد گروههای الکتروفیل (مثلاً  $\text{NO}_2^+$ ) به موقعیتهای ارتو، متا و پارا در مولکول هالو بنزن (مثلاً کلرو بنزن) را مورد توجه قرار می دهیم

حجمهای سود افزوده شده	تعداد مولهای سود افزوده شده	pHهای محلول	
		تیتراسیون کلوئیدرک اسید	تیتراسیون اسیداستیک
0/0	0	1	2/87
5/0	0/0005	1/18	4/14
10/0	0/001	1/37	4/57
15/0	0/0015	1/60	4/92
20/0	0/0020	1/95	5/35
22/0	0/00220	2/20	5/61
24/0	0/00240	2/69	6/13
24/5	0/00245	3/00	6/44
24/9	0/00249	3/70	7/14
25	0/00250	7/00	8/72
25/1	0/00251	10/30	10/30
25/5	0/00255	11/00	11/00
26/0	0/00260	11/29	11/29
28/0	0/00280	11/75	11/75
30/0	0/00300	11/96	11/96
35/0	0/00350	12/22	12/22
40	0/00400	12/36	12/36
45	0/00450	12/46	12/46
50/0	0/00500	12/52	12/52

منحنی تغییرات pH در مورد تیتراسیون اسید و باز قوی بر اساس جدول پیش چنین است:



مثبت بر روی دو اتم مجاور قرار می‌گیرد که موجب کاهش میزان پایداری کربوکاتیون می‌شود. در صورتیکه در کربو-کاتیونهای حاصل از برخورد معرف به موقعتهای متا چنین پدیده‌یی روی نمی‌دهد.

از طرف دیگر می‌دانیم که گروه نیترو هم به علت اثر القایی و هم به علت اثر رزونانس گیرنده الکترون است و از میزان فعالیت هسته آروماتیک می‌کاهد و این کاهش در محلهای ارتو و پارا محسوس تر از متا است.

یعنی گروه نیترو از یک طرف موجب می‌شود که امکان برخورد معرفهای الکتروفیل به موقعیت متا بیشتر شود و از طرف دیگر کربوکاتیون تشکیل شده ضمن برخورد معرف به موقعیت متا پایداری بیشتری دارد بنا بر این گروه نیترو هدایت کننده موقعیت متا است.<sup>۱</sup>

پرسش ۲- منحنی‌های تیتراسیون «اسید- باز» چگونه است؟

پاسخ - در صورتیکه در تیتراسیون «اسید- باز» منحنی تغییرات pH محلول را بر حسب حجم اسید و یا باز افزوده شده رسم کنیم منحنی‌های تیتراسیون به دست می‌آید.

این منحنی‌ها از این نظر مفید هستند که به طور گرافیکی و تصویری نقطه اکسی‌والان. یعنی نقطه‌یی که اسید و باز با حجمهای اکی‌والان در تماس قرار می‌گیرند را نشان می‌دهند.

منحنی‌های تیتراسیون ممکن است مربوط اسید و باز قوی باشد و یا اینکه مربوط به اسید ضعیف و باز قوی و یا برعکس...

در یک آزمایش ۲۵ میلی‌لیتر محلول 0/1 مولار اسید کلوئیدرک (هیدروکلرک) انتخاب کرده آن را توسط محلول سود 0/1 مولار تیترو می‌کنیم. در آزمایش دیگر ۲۵ میلی‌لیتر اسید استیک را توسط سود 0/1 مولار می‌سنجیم حجمهای به کار رفته از محلولها و همچنین pH محلول ضمن سنجش در جدول آمده است:<sup>۲</sup>

۱- برای مطالعه بیشتر به کتاب معلم سال چهارم مراجعه شود.



$$1/8 \times 10^{-5} = \frac{[H^+]^2}{0/1}$$

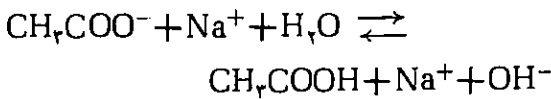
$$[H^+] = \sqrt{1/8 \times 10^{-5}} = 1/34 \times 10^{-2}$$

$$pH = -\log[H^+] = -\log(1/34 \times 10^{-2})$$

$$= -(\log 1/34 + \log 10^{-2})$$

$$= -(0/13 - 2) = -(-2/87) = 2/87$$

نکته قابل توجه دیگر اینکه در نقطه اکی والان (نقطه میانی خط عمودی) pH از ۷ بالاتر بوده و برابر ۸/۷۲ است. یعنی هنگامی که ۲۵ میلی لیتر اسید استیک ۰/۱ مولار را با ۲۵ میلی لیتر محلول تیتراسید سدیم ۰/۱ مولار مخلوط می کنیم برخلاف انتظار محلول حاصل خنثی نیست بلکه خاصیت قلیایی دارد. علت این است که نمک حاصل یعنی استات سدیم تیترولیز شده و محیط قلیایی می کند

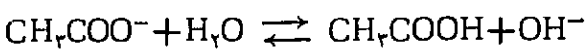


pH محلول را در این حالت به روش زیر می توان محاسبه کرد:

در این مرحله ۰/۰۰۲۵ مول NaOH به ۰/۰۰۲۵ مول  $CH_3COOH$  افزوده شده است و چون هر دو ماده به طور کامل با هم وارد واکنش شده اند در نتیجه ۰/۰۰۲۵ مول استات سدیم در محیط عمل وجود دارد و حجم محلول نیز برابر ۵۰ میلی لیتر است. مولاریته یون استات چنین است:

$$[CH_3COO^-] = \frac{0/0025 \text{ mol}}{50 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml} \\ = 0/05 \text{ mol} \cdot l^{-1} = 5 \times 10^{-2} M$$

بدین ترتیب باید pH محلول ۰/۰۵ مولار استات سدیم را محاسبه کرد. یون استات طبق واکنش زیر تیترولیز می شود و محیط را قلیایی می کند:



ثابت تیترولیز ( $K_h$ ) برابر است با:

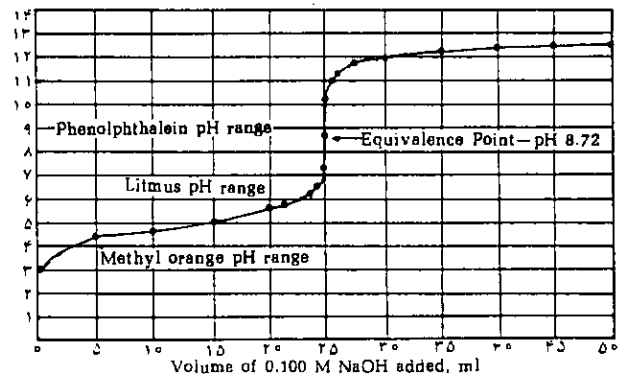
$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{K_w}{K_i} \\ = \frac{10^{-14}}{1/8 \times 10^{-5}} = 5/6 \times 10^{-10}$$

از این منحنی به خوبی برمی آید که با افزودن تدریجی محلول شود، pH نیز تدریجاً افزایش می یابد زیرا با خنثی شدن اسید، غلظت  $H^+$  کاهش می یابد و سپس هنگامی که حجم سود به ۲۵ میلی لیتر (حجم اکی والان با اسید) می رسد pH به سرعت افزایش می یابد و منحنی به طور عمودی بالا می رود نقطه میانی این خط عمودی نقطه اکی والان Equivalence point نامیده می شود که در آن نقطه به طوری که از منحنی برمی آید pH برابر ۷ است به عبارت دیگر در آن نقطه غلظت  $H^+$  به غلظت  $OH^-$  برابر است.

در این منحنی همچنین دامنه تغییر رنگ معرفهای گوناگون متیل اورانژ، لیتموس (تورنسل) و فنل فتالین نیز مشخص شده است.

منحنی تیتراسیون اسید ضعیف و باز قوی و یا اسید قوی با باز ضعیف با منحنی مربوط به اسید و باز قوی متفاوت و پیچیده تر است.

منحنی تیتراسیون اسید استیک توسط تیتراسید سدیم بر اساس جدول پیش چنین است:

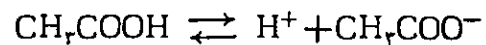


منحنی پیش با pH برابر «۱» شروع می شد زیرا اسید کلریدریک اسیدی است قوی و pH محلول ۰/۱ نرمال آن برابر یک است.

$$[H^+] = 0/1 M$$

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = \log \frac{1}{0/1} = \log 10 = 1/00$$

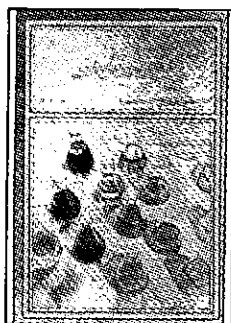
در صورتیکه اسید استیک، اسیدی است ضعیف و pH محلول ۰/۱ مولار آن برابر ۲/۸۷ است،



$$K = 1/8 \times 10^{-5}$$



فهرست  
مقاله‌های  
سال  
پنجم



شماره ۱۷ و ۱۸

۳	سردبیر	پیشگفتار
۴	دکتر منصور عابدینی	پیوند شیمیایی
۱۹	سید جلال امیرآفتابی	مواد منفجره
۲۶	خلیل علمی غیانی	کارآزمایشگاهی
۳۴	د. ی. نوروزیان	دستور ساخت سلسله وسایل...
۳۶	دکتر محمدحسین عزیزی	آنزیم شناسی کاربردی
۴۳	مهندس هوشنگ گودرزی	آندورفینها
		گندزداها و ضد عفونی کننده‌ها...
۴۸	دکتر محمدحسین عزیزی	
۶۰		معرفی کتب و نشریات
۶۲	حسام امینی	ما و خوانندگان
۶۵		انجمن شیمی و مهندسی شیمی ایران
		***
		شماره ۱۹
۳	سردبیر	پیشگفتار
		نامگذاری ترکیبات معدنی براساس...
۶	دکتر محمدرضا ملاردی	
۱۴	دکتر علی سیدی	شیمی تمبر
		هدفهای آموزشی و اصول ارزشیابی با...
۲۵	مرتضی خلخالی	
۳۲		نگاهی گذرا به دوره خدمت معلمی جعفر شیخ الاسلام
۲۵	دکتر حسین آقائی	حالت گذار به درستی یعنی چه
۴۰	حسام امینی	امتحان‌گزینش دانشجو
۵۰	حسام امینی	پرسش و پاسخ
۵۴	آذر نیازی - منیژه سلیمانزاده	منابع آلكانها
		تعیین ساختار ترکیبات آلی به روش طیف‌سنجی
۵۶	دکتر محمدرؤف درویش	
۷۱	منصور عابدینی	الکترولیت قوی کدام است
۷۲	سید جلال امیرآفتابی	تجزیه الکتریکی آب

در صورتیکه مولاریته اسید استیک حاصل از تیدرولیز برابر  $x$  باشد. مولاریته یون  $\text{OH}^-$  نیز برابر  $x$  خواهد بود و به همین ترتیب مولاریته  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  باقیمانده در حالت تعادل برابر  $x - 0.05$  می باشد. بنابراین:

$$\frac{x^2}{0.05 - x} = 5.6 \times 10^{-10} \rightarrow$$

$$x^2 = 0.05 \times 5.6 \times 10^{-10} = 2.8 \times 10^{-11}$$

$$x = 5.3 \times 10^{-6} = (\text{CH}_3\text{COOH}) = [\text{OH}^-]$$

pH محلول به صورت زیر معین می شود:

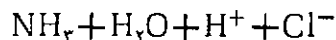
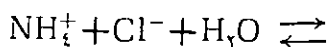
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{5.3 \times 10^{-6}}$$

$$= 1.9 \times 10^{-9}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(1.9 \times 10^{-9})$$

$$= -(0.28 - 9) = 8.72$$

روشن است که در مورد تیتراسیون اسید قوی و باز ضعیف در نقطه اکی والان pH محلول برابر ۷ نبوده، بلکه پایین تر است زیرا نمک حاصل تیدرولیز شده محیط اسیدی تولید می کند. مثلاً در مورد اسید کلریدریک و آمونیاک که محصول عمل، کلرید آمونیم است تیدرولیز آنرا می توان چنین نوشت:

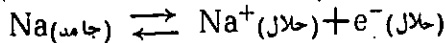


# آنیونهای فلزهای قلیایی

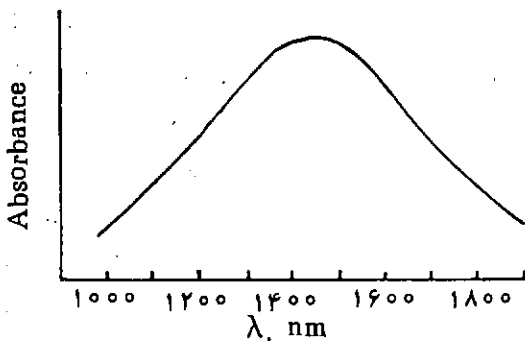
دکتر منصور عابدینی  
استاد دانشگاه تهران

مریوط به سخنرانی مورخ  
۶۷/۹/۲۷ برای معلمان شیمی

بی برد که فلزهای قلیایی در آمونیاک مایع ( $\text{NH}_3$ ) حل می‌شوند و محلولهایی به رنگ آبی می‌دهند. مولکول آمونیاک به صورت یک دوقطبی الکتریکی است، اتم نیتروژن سر منفی و اتمهای هیدروژن هم سر مثبت این دوقطبی را تشکیل می‌دهند. فلزهای قلیایی به علت تمایل زیادی که برای از دست دادن الکترون لایه ظرفیت خود دارند، در آمونیاک مایع حل می‌شوند و انحلال یک فلز قلیایی مثل سدیم را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



از میان تکنیکهای متعددی که برای شناسایی این محلولها به کار برده می‌شود، در اینجا به خواص جذب نور و خواص مغناطیسی در این محلولها اشاره می‌کنیم. محلول رقیق یک فلز قلیایی در آمونیاک مایع، همان طور که در بالا آورده شد، آبی رنگ است. این رنگ به دنباله یک نوار جذبی شدید و پهن مریوط است و این دنباله در سمت طول موج کوتاه قرار دارد. ماکسیمم این نوار جذبی در حدود  $1500 \text{ nm}^*$  ( $1.5 \mu\text{m}$ ) قرار دارد که در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱) طیف جذبی محلول رقیق ( $10^{-4}$  مولار) فلز قلیایی در آمونیاک مایع در  $-70^\circ\text{C}$

(فلزهای قلیایی که عنصرهای گروه 1A جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند تمایل بارزی به از دست دادن تنها الکترون لایه ظرفیت خود و تشکیل کاتیون  $M^+$  دارند. از این رو، جای تعجب خواهد بود اگر بدانیم که فلزهای قلیایی همچنین می‌توانند برخلاف نقش معمولی خود، یک الکترون بپذیرند و تشکیل آنیون بدهند.) برای مثال، با اضافه شدن یک الکترون به اتم سدیم، یون منفی سدیم،  $\text{Na}^-$ ، که مدید نامیده می‌شود، تشکیل می‌شود. این آنیون به صورت یک گونه پایدار در سدیم گازی شناخته شده و اخیراً نیز به صورت محلول و حتی به عنوان جزیی از یک نمک متبلور، کشف شده است آنیونهای سایر فلزهای قلیایی را مثل  $\text{K}^-$ ،  $\text{Rb}^-$  و  $\text{Cs}^-$  نیز می‌توان تهیه کرد.

(آنیونهای فلزهای قلیایی همراه با کاتیونهای این فلزها تشکیل می‌شوند و چون این آنیونها واکنش پذیری بالایی دارند به سرعت با یونهای مثبت واکنش می‌دهند و اتمهای فلز را به وجود می‌آورند.) پس برای تهیه آنیونهای فلزهای قلیایی، لازم است که کاتیونها را دور نگهداریم و برای این منظور از مولکولهای آلی که ساختمانی شبیه قفس دارند استفاده می‌شود چون کاتیونها در این قفسها به دام می‌افتند و در نتیجه از انجام سریع واکنش فوق جلوگیری می‌شود. با این همه، یونهای منفی فلزهای قلیایی و بلورهای که این یونها را در بر دارند کاملاً واکنش پذیرند و نمی‌توان آنها را در معرض هوا یا رطوبت قرار داد و این آنیونها تا زمانی که در دماهای پایین نگهداری شوند، پایدار می‌مانند.

در سال ۱۸۶۴ در آلمان شخصی به نام ویل به این موضوع

جدول (۱) مغناطیس پذیری مولی ( $\chi$ ) محلولهای پتاسیم در آمونیاک مایع در  $۳۳^{\circ}\text{C}$  -

غلظت برحسب مول در لیتر	$\chi \times 10^6$
۰/۰۰۳۴۱	۱۲۶۸
۰/۰۰۴۰۶	۱۲۴۰
۰/۰۰۸۱۲	۹۷۴
۰/۰۳۱۸	۴۰۲
۰/۴۸۲	۲۹/۹

نقصان مغناطیس پذیری همچنین می تواند به وسیله تشکیل آنیون فلزقلیایی توجیه شود زیرا وقتی فلز قلیایی يك الكترونی اضافی کسب کند کلبه اوربیتالهای آن تکمیل می شود و باید دیامغناطیس باشد. امکان وجود آنیون واقعی فلز قلیایی در محلول فلز قلیایی - آمونیاک نخستین بار در سال ۱۹۶۵ توسط توئل و همکاران تحقیقاتی او مورد بحث قرار گرفت. اگرچه امکان تشکیل آنیون فلز قلیایی در محلول آمونیاک قابل تصور است ولی شواهد تجربی قاطعی برای اثبات آن در دست نیست و دلیل آن هم احتمالاً بالا بودن قطبش آمونیاک به عنوان حلال است که موجب می شود کاتیون فلز قلیایی به وسیله برهم کنش آن با مولکولهای قطبی آمونیاک به شدت پایدار شود، به طوری که هیچ شکل دیگری از فلز نمی تواند در این محلول دوام بیاورد و اگر آنیونی هم تشکیل شود به فوریت شکسته شده، دو الكترونی و يك کاتیون حلال پوشیده می دهد. از حلالهای دیگر می توان مولکولهای وابسته به آمونیاک مثل متیل آمین  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  و اتیلن دی آمین  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  را نام برد. لیتیم به آسانی در متیل آمین مایع حل می شود ولی انحلال پذیری سدیم، پتاسیم، روییدیم و سزیم خیلی کمتر است. اتیلن-دی آمین برای فلزهای قلیایی حلال مناسبی به شمار می آید. تتراهیدرو فوران  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  و پلی اترها مثل دی متوکسی اتان  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$  نیز از جمله حلالهای مناسب اند ولی باید یادآور شد که با هیچ يك از این حلالها نمی توان يك محلول غلیظ تهیه کرد، با وجود این، انحلال پذیری فلز قلیایی در آنها به اندازه ای هست که بتوان خواص گونه های

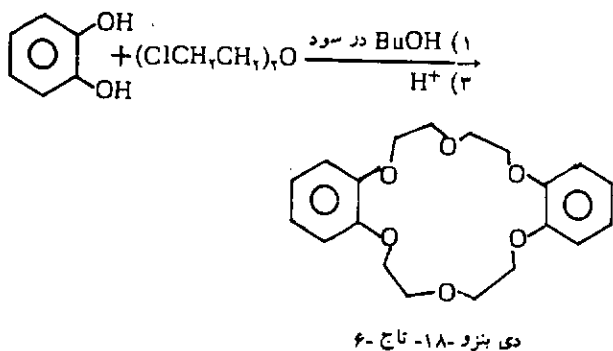
یکسان بودن طیف فلزهای مختلف نشان می دهد که این جذب مربوط به يك گونه مشترك در این محلولهاست و می توان آن را به الكترونی آمونیاک دار شده، و یا عبارت دیگر الكترونی حلال پوشیده، نسبت داد. دلیل دیگر برای وجود الكترونی آمونیاک دار شده این است که اگر محلول بر مید سدیم در آمونیاک مایع را با جریان مستقیم، الكترولیز کنیم و الكترودهای بی اثر مثل الكترو پلاتین به کار بریم، در منطقه کاتد رنگ آبی ظاهر می شود.

در مورد خواص مغناطیسی این محلولها، باید بگوییم همان طور که جریان الكترونها در درون يك حلقه سیم ایجاد يك میدان مغناطیسی می کند، اسپین الكترونی هم به پیدایش يك میدان مغناطیسی كوچك می انجامد. در يك اوربیتال اتمی پر با توجه به اینکه همیشه دو الكترونی با اسپینهای مخالف وجود دارند، میدان مغناطیسی خالصی در بین نیست چون جهت میدان یکی از الكترونها دقیقاً برابر و مخالف میدان الكترونی دوم است. از این رو، ماده ای را که اتمهای آن فقط اوربیتالهای اتمی پر دارند، دیا مغناطیس می گویند و اگر چنین ماده ای را در يك میدان مغناطیسی خارجی قرار دهیم، به علت القاء يك میدان مغناطیسی در درون ماده، که جهت آن مخالف میدان خارجی است، دفع می شود.

اتمهای که اوربیتال تکمیل نشده دارند دارای اسپینهای جفت نشده اند. بنابراین وقتی در يك میدان مغناطیسی خارجی قرار بگیرند این اسپینها همسو می شوند و میدان مغناطیسی مربوط به آنها در جهت میدان مغناطیسی خارجی قرار گرفته سبب تقویت این میدان می شوند. چنین ماده ای را پادامغناطیس می گویند.

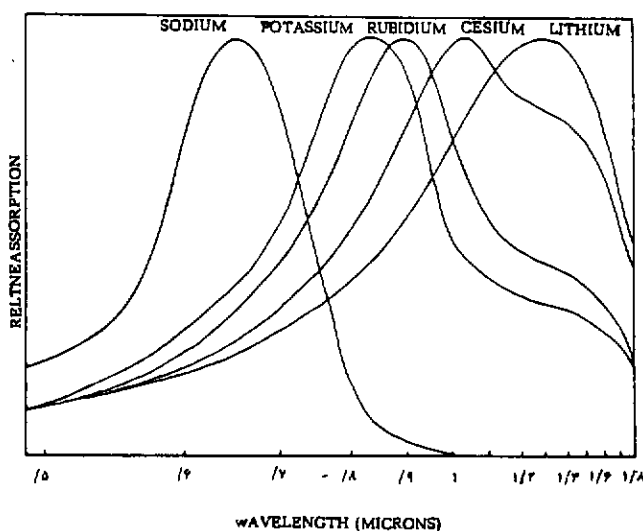
الكترونهاي حلال پوشیده در محلول فلز قلیایی در آمونیاک مایع باید رفتار نظیر الكترونهاي جفت نشده در يك اتم داشته باشند. از این رو چنین محلولهایی باید پارامغناطیس باشند و علاوه بر این، قدرت این پارامغناطیس باید با غلظت الكترونهاي حلال پوشیده متناسب باشد. گسرچه محلولهای فلزهای قلیایی در آمونیاک مایع پارامغناطیس اند ولی قدرت میدان القایی به طوری که در جدول (۱) مشاهده می شود متناسب با غلظت نیست و چنین به نظر می رسد که در این محلولها علاوه بر الكترونی حلال پوشیده گونه های دیگری هم وجود دارند. نقصان مغناطیس پذیری با افزایش غلظت را به جفت شدن الكترونها و تشکیل گونه دیامغناطیس (حلال)  $e^{-2}$  نسبت می دهند.

در سال ۱۹۷۵ در آزمایشگاه جیمس دای در دانشگاه ایالتی میشیگان نشان داده شده که می توان با استفاده از طبقه جدیدی از ترکیبات آلی که «اترهای تاجی» نامیده می شوند انحلال پذیری فلزهای قلیایی را بالا برد. مولکول اتر تاجی، برای مثال، دی بنزو-۱۸-۶، یک پلی اتر ماکروسیکلیک است که در اینجا عدد هجده تعداد اتمهای موجود در حلقه و عدد شش هم تعداد اتمهای اکسیژن را مشخص می کند. کاتیون فلز قلیایی توسط اتمهای لیگاند شونده اکسیژن احاطه می شود و با قرار گرفتن مولکول دوم اتر تاجی بر روی مولکول اول به صورت یک درپوش، کاتیون در درون حفره ایجاد شده به وسیله دو مولکول اتر تاجی، به دام می افتد و به این ترتیب کمپلکس پایدارتری به وجود می آید. این دو مولکول اتر تاجی از سمت اتمهای اکسیژن خود، که در واقع کنگره های تاج را تشکیل می دهند، روی هم قرار می گیرند. واکنش زیر نحوه تشکیل مولکول اتر تاجی دی بنزو-۱۸-۶ را که در سال ۱۹۶۷ توسط پدرسن تهیه شد نشان می دهد:



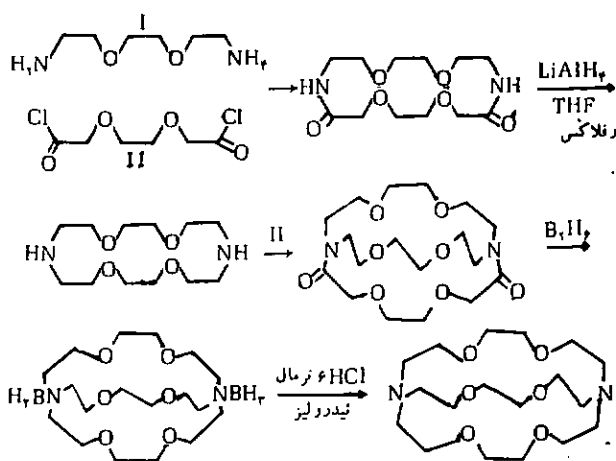
طبقه دیگری از مولکولهای آلی که با کاتیونهای فلزهای قلیایی کمپلکسهای پایدارتری را به وجود می آورند مولکولهای «حجره مانند» هستند که توسط ژان مادی لن توسعه یافته است. یک نمونه از این طبقه، مولکول حجره مانند -۲،۲،۲ است که در دوسر آن اتمهای نیتروژن قرار دارند و سه رشته اتری شبیه میله های یک قفس، این اتمها را به یکدیگر مرتبط می سازند و در هر یک از این رشته های اتری دو اتم اکسیژن (که با عدد ۲ مشخص شده) موجود است. کاتیون فلز قلیایی در درون «حجره» به دام می افتد و رشته های یاد شده به طور کامل آن را از مولکولهای حلال حفظ می کنند. واکنشهای زیر نحوه تشکیل مولکول

شیمیایی تشکیل شده را مشاهده و بررسی کرد. خواص نوری این محلولها به طور مشخصی با محلولهای آمونیاک فرق دارد زیرا علاوه بر یک نوار جذبی که به طور عمده در زیر قرمز واقع شده و مربوط به الکترون حلال پوشیده است، نوار دیگری هم در طول موجهای کوتاهتر مشاهده می شود و نکته مهم این است که این نوار جذبی جدید برای هر یک از فلزهای قلیایی در محل متفاوتی قرار دارد (شکل ۲). در سال ۱۹۶۹ ماکالون و همکاران این نوار جدید را به آنیون فلز نسبت داده اند.



شکل (۲) جذب نور به وسیله محلولهای فلزهای قلیایی در آمینها و اترها حکایت از وجود دو گونه متفاوت دارد. در طول موج حدود ۱/۴ میکرون در قسمت زیر قرمز طیف، نوار جذبی به الکترون حلال پوشیده نسبت داده شده است. طول موج این نوار جذبی برای کلیه فلزهای قلیایی یکسان است. نوار دوم که در طول موجهای کوتاهتر مشاهده می شود به آنیونهای فلزهای قلیایی مربوط است و برای هر فلز در محل متفاوتی مشاهده می شود. در طیفهای پتاسیم، روبیدیم و سزیم هر دو این نوارها دیده می شوند. در مورد لیتیم فقط نوار مربوط به الکترون حلال پوشیده را می بینیم و از طرف دیگر، در مورد سدیم فقط نوار مربوط به آنیون سدیم مشاهده می شود. این طیفها برای محلول فلزهای قلیایی در اتیلن دی آمین است.

حجره مانند - ۲،۲،۲ را نشان می‌دهد:



مولکول حجره مانند - ۲،۲،۲

با مولکولهای حجره مانند می‌توان انحلال‌پذیری فلزهای قلیایی را به میزان قابل توجهی افزایش داد. برای مثال، سدیم در اتیل آمین خالص عملاً نامحلول است ولی در مجاورت مولکول حجره مانند - ۲،۲،۲ چندین گرم سدیم در لیتر حلال حل می‌شود و انحلال‌پذیری آن حداقل ۴۰۰/۱۰۰۰ برابر افزایش می‌یابد. پایداری کاتیون در درون حجره مولکول حجره مانند سبب می‌شود که بتوانیم غلظت‌های بالایی از آنیون فلز قلیایی داشته باشیم و در واقع با تنظیم مقادیر فلز و مولکول حجره مانند می‌توانیم گونه‌های یونی موجود در محلول را کنترل کنیم. موقعی که اتمهای فلز و مولکولهای حجره مانند به تعداد مساوی وجود دارند، عملاً کلیه اتمهای فلز به صورت کاتیونهای سه دام افتاده در قفسهای آلی در می‌آیند و این قاعده برای پتاسیم، روبیدیم و سزیم صدق می‌کند و از این رو گونه منفی اصلی در این قبیل محلولها، الکترون حلال پوشیده است چون هیچ اتم فلز اضافی برای تشکیل آنیون فلز موجود نیست. چنانچه مقدار فلز بیشتر باشد، کاتیون به دام افتاده گره مثبت اصلی است، ولی حالا اتمهای اضافی فلز با الکترونها ترکیب شده آنیونهای فلز قلیایی را تشکیل می‌دهند. این قواعد کلی برای کلیه فلزهای قلیایی جز لیتیم و سدیم صدق می‌کند. در آمینها و اترها، لیتیم ظاهراً تمایلی به تشکیل آنیون، صرف نظر از شرایط اعمال شده، ندارد. و از طرف دیگر، سدیم آنیون پایداری می‌دهد به طوری که الکترون حلال پوشیده به قدرت دیده می‌شود. با محلولهای غلیظی که به کمک اترهای ناجی و مولکولهای حجره مانند می‌توان تهیه کرد، مطالعه و بررسی خواص آنیونهای فلز قلیایی آسانتر انجام می‌گیرد. برای مثال

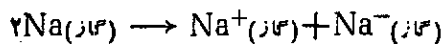
می‌توان از تکنیک رزونانس مغناطیسی هسته در این مورد استفاده کرد. هسته‌های اتم نیز مانند الکترونها دارای اندازه حرکت زاویه‌ای اسپین‌اند و بنا بر این هسته‌ها هم می‌توانند مولد میدان مغناطیسی باشند. کلیه هسته‌های فلزهای قلیایی مغناطیسی‌اند و هسته سدیم برای مثال دارای چهار حالت اسپین است (در مقایسه با دو حالت اسپین که برای الکترون می‌شناسیم) و میدان مغناطیسی آن نسبت به یک میدان مغناطیسی خارجی دارای چهار جهت یابی ممکن است.

در عمل، برای بررسی میدان مغناطیسی هسته، شرایطی به وجود می‌آورند که حالت اسپین هسته تغییر کند و چون هر حالت اسپین شامل جهت یابی متفاوتی از میدان مغناطیسی هسته نسبت به یک میدان خارجی است، پس هر حالتی دارای انرژی مشخصه متفاوتی است و بزرگی این اختلاف انرژی متناسب با قدرت میدان مغناطیسی خارجی است. انرژی لازم برای جابجا شدن هسته را به حالت دارای انرژی بیشتر می‌توان به وسیله فوتون تأمین کرد. انرژی فوتونی که برای انجام این کار لازم است در گستره فرکانسهای رادیویی قرار دارد. موقعی که میدان مغناطیسی خارجی و فرکانس رادیویی طوری تنظیم شده باشند که هر دو مقادیر دقیقاً صحیحی را داشته باشند، رزونانس مشاهده می‌شود و تابش الکترومغناطیسی به شدت جذب می‌شود. به هنگام مطالعه رزونانس مغناطیسی هسته در محلول، می‌توان میدان مغناطیسی خارجی را کنترل کرد، ولی این میدان ضرورتاً میدان موجود در هسته نیست. الکترونهایی که هسته را احاطه کرده‌اند ممکن است با میدان خارجی مخالفت کنند (رفتار دیامغناطیس)، یا برعکس، ممکن است موجب تقویت این میدان شوند (رفتار پارامغناطیس). برای جبران پوشش دیامغناطیس اعمال شده به وسیله الکترونها، باید میدان مغناطیسی خارجی را افزایش دهیم، در حالی که تقویت پارامغناطیس، برعکس، کاهش میدان مغناطیسی خارجی را ایجاد می‌کند. بنابراین، این «جابجایی‌های شیمیایی» اطلاعاتی درباره محیط اطراف هسته به ما می‌دهد.

به منظور بررسی رزونانس مغناطیس هسته برای جستجوی آنیون سدیم می‌توان کاتیون مجزای سدیم را به عنوان حالت مرجع با جابجایی صفر اختیار کرد زیرا این کاتیون دارای آرایش الکترونی غیر مغناطیسی یک گاز نجیب است. ولی، این وضع برای کاتیون سدیم در محلول فرق می‌کند چون الکترونهای بیرونی کاتیون سدیم از نوع p هستند و این

مجزای سدیم اندازه‌های حرکت زاویه‌ای اوربیتال مربوط به الکترونیهای نوع p دقیقاً اثر یکدیگر را حذف می‌کنند و لسی برهم کنشهای این الکترونیها با مولکولهای حلال سبب می‌شود که این توازن به هم بخورد و یک میدان مغناطیسی که در جهت تقویت میدان خارجی است به وجود آید. به عبارت دیگر، کاتیون سدیم در محلول دارای جابجایی شیمیایی پارامغناطیس است و میزان این جابجایی در درجه اول به مولکولهایی که در تماس مستقیم با کاتیون اند، بستگی دارد. در آنیون فلز قلیایی، کلیه اوربیتالها پر هستند و بنابراین به صورت مجزای طیف رزونانس مغناطیسی آن باید مطابق باطیف کاتیون مجزای سدیم باشد که به عنوان مرجع انتخاب شده است. علاوه بر این، این طیف حتی در محلول هم نباید تغییر کند زیرا الکترونیهای والانس در آنیون اوربیتال نوع s را اشغال می‌کنند و اندازه حرکت زاویه‌ای اوربیتال برای الکترونیهای s، صفر است و برهم کنش آنها با مولکولهای حلال تولید میدان مغناطیسی نمی‌کند، شکل (۳).

در پایان اضافه می‌کنیم که بر اثر سرد کردن محلول سیر شده سدیم در اتیل آمین در مجاورت مولکولهای حجره مانند ۲،۲،۲-بلورهای نمک  $Na^+ Na^-$  (مولکول حجره مانند ۲،۲،۲) تشکیل می‌شود که در  $10^\circ C$  پایدار است. اگرچه واکنش،

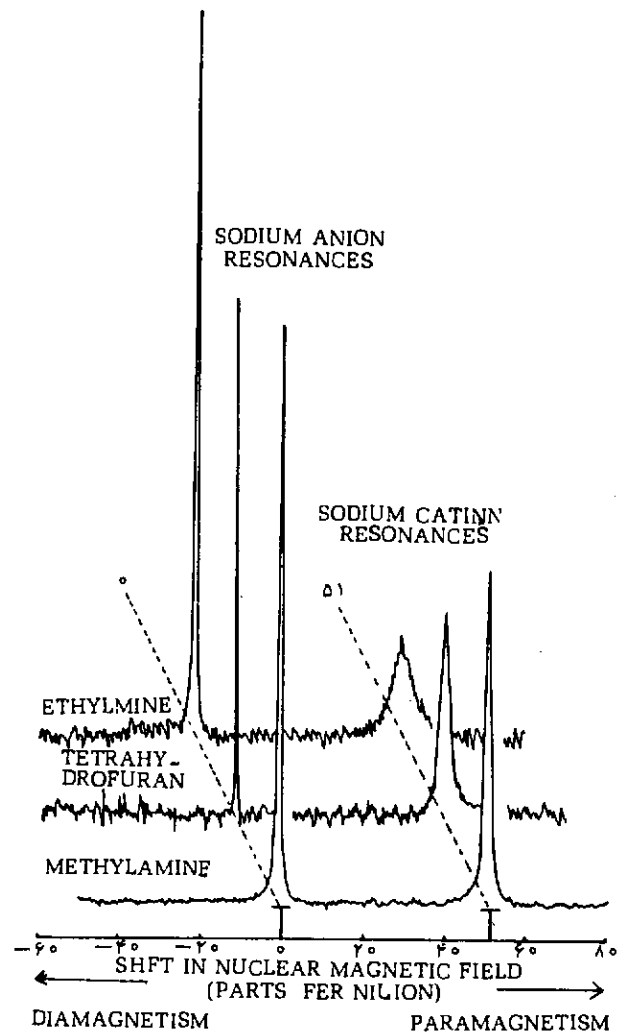


به اندازه ۴۳۸ کیلو ژول بر مول گرما گیر است، ولی، انرژی شبکه و پایداری حاصل از کمپلکس شدن کاتیون، شرایط لازم برای غلبه بر انرژی فوق را به وجود می‌آورند. حالت اکسایش ۱- برای فلزهای قلیایی یک موضوع تأیید شده است و آنیون  $M^-$  ممکن است به عنوان یک عامل کاهنده دو الکترونی در شیمی سنتز کاربرد داشته باشد.

\* - nm نشانه نانومتر یعنی  $10^{-9} m = 10 \text{ \AA}$  است.

### مراجع:

- 1) James L. Dye, *Scientific American*, Pages 92-105 (July 1977).
- 2) F. Albert Cotton, and Geoffrey Wilkinson *Advanced Inorganic Chemistry*, 4th ed. John Wiley & Sons, 1980.
- 3) William L. Jolly, *Modern Inorganic Chemistry* Mc Graw - Hill Book Company, (1985).



شکل (۳) طیف رزونانس مغناطیسی هسته شاهد مسلمی برای تأیید وجود آنیون واقعی فلز در محلولهای مختلف سدیم است. محلولهای غلیظی که برای این اندازه گیریها به کار رفته با کمک مولکولهای حجره مانند تهیه شده اند. نقطه صفر در این مقیاس برای کاتیون گازی سدیم اختیار شده است. انحراف از این مقدار به وسیله میدانهای الکترونیکی که سبب تقویت (پارامغناطیس) یا تضعیف (دیامغناطیس) میدان هسته می‌شوند، توضیح داده می‌شود. پیکهای نسبتاً پهنی که به اندازه  $51 \text{ ppm}$  (part per million = ppm) به سمت پارامغناطیس جابجا شده اند، به کاتیون مربوط است که در داخل مولکول حجره مانند قرار دارد. پیکهای پاریکتر در نقطه صفر، رزونانس مربوط به آنیون سدیم است.

الکترونیهای p علاوه بر اندازه حرکت زاویه‌ای اسپین، دارای اندازه حرکت زاویه‌ای اوربیتال می‌باشد. برای کاتیون

نصف پور)؛ گرایشهای عمده در ابداع و ساخت دستگاههای جدید تجزیه شیمیایی (دکتر کاظم کارگشا)؛ فلورسانس ذاتی؛ نقش آنها در توسعه روشهای کروماتوگرافی مایع (الهه سعید تهرانی)؛ اندازه گیری ناخالصیها در پودر اکسید اورانیم با استفاده از Inductively Coupled argon plasma-emission Spectroscopy (داود باکسی و محمد باقربور)؛ طیفسنجی توسط لیزر (غلامرضا خیاطیان)؛ استفاده از ملاس نیشکر و چغندر قند به جای شکر در تغذیه زمستانی زنبور عسل (دکتر فرج الله فرهی)؛ مطالعه چند گیاه دارویی و صنعتی سیستان و بلوچستان (دکتر جعفر ولیزاده - دکتر تیمور رمک معصومی)؛ الگوی غذایی مردم ایران و میزان دریافت عناصر کم مقدار در گروههای مورد مطالعه (دکتر احمد قریب، آزاده امین پور)؛ تعیین جیوه در ماهی و سایر مواد بیولوژی با استفاده از روش تجزیه به طریق اکتیو کردن نوترونی به روش تخریبی (ایرج بیات، نادیه جمالی رفوفی)؛ رفتار پلاروگرافی  $\beta$  - دی کتونهای اورانیل در کلروفرم (محمد حسین پسونقی آذر، ژولیت اردوخانیان)؛ آنالیز با روش نشر مولکول (ناهید پوررضا)؛ اندازه گیری O/U در اکسیدهای اورانیم  $UO_2 + XU_2O_8$  به طریق جداسازی  $U^{+4}$  و  $U^{+6}$  موجود در اکسید و اندازه گیری همزمان آنها از طریق روش کلریمتری با کمپلکس  $K_4Fe(CN)_6$  (دکتر کاظم فاطمی)؛ سنتز و کاربرد رنگیندهای جدیدتری آریل متان به خواص مقاومتی بالا (دکتر نقی سعادتجو)؛ تهیه آنتیموان تری اکسید از سنگ معدن آن در ایران و به کارگیری آن (دکتر محمد حسین حبیبی - محمد شاهانی)؛ تهیه آنتیدتیمهای پیشرفته به منظور درمان مصدومین جنگ شیمیایی (دکتر ضیاء الدینی سعدی)؛ رنگهای افزودنی (مصنوعی و طبیعی) در مواد غذایی ایران (دکتر فرج الله فرهی، زهرا اخوان، فاطمه حمیدی)؛ مدل سازی و مشابه سازی کامپیوتری جریان مخلوطهای چند جزئی (دکتر محمد سلطانی و فلوراندافی)؛ شبیه سازی کامپیوتری رفتار هیدرودینامیکی بسترهای سیالی گازی (دکتر داریوش مولا - محمد تقی بابایان)؛ بررسی آثار پارامترهای مختلف در عملکرد ستونهای پر شده با استفاده از یک مدل ترانزیت که غیر یکنواختی سرعت و تداخل در ستون هم در نظر گرفته می شود (حسن پهلوانزاده)؛ تصحیح و بهینه سازی معادله حالت پنگ - رابین سون (دکتر محمود شفقیان - مهران منبئی)؛ انتقال جرم در استوانه های چرفسان (دکتر ایرج گودرز زیا)؛ ارزیابی و مقایسه روشهای تعیین مقدار آب



سومین کنگره شیمی و مهندسی شیمی ایران از ۲۱ تا ۲۴ شهریور ۱۳۶۷ در دانشگاه سیستان و بلوچستان (زاهدان) برگزار شد.

موضوع سخنرانی و نام و نام خانوادگی سخنرانان به ترتیب عبارتند از:

شگفتیهای شیمی (دکتر بقاعی، دکتر شایگان)؛ آموزش عالی شیمی (پانل)؛ ارگانوسیلیکون (دکتر بلورچیان)؛ شیمی و صنعت (پانل)؛ سفرهای آبی (مهندس عطارزاده، مهندس پورارباب)؛ صنعت شیمی (مهندس احمدی)؛ مشکلات آب در سیستان و بلوچستان (پانل)؛ تأمین انرژی در صنایع کشور - ای جهان سوم (دکتر پناهنده)؛ تشکیل کمپلکس کاتیونهای قلیایی خاکی با  $Benzo-15-Crown-5$  (دکتر مجتبی شمس پور)؛ قدرت کمپلکس دهندگی برخی از کرون اثرهای مختلط «اکسیژن - گوگرد» (دکتر غلامحسین رونقی)؛ مطالعه پدیده مبادله لیگند در حلالهای ناسی با بهره گیری از کروماتوگرافی لایه نازک، کاربرد در جداسازی برخی مشتقات اما ۴ - بنزودیپینها (دکتر جوانشیر جوزن)؛ تحولات جدید اسپکتروسکوپی NMR و MS (دکتر فرخ رابط)؛ اثر بعضی از لوپزیفیان، ها بروی خواص فیزیکی فرمولاسیون قرص بردنیزولون (دکتر مرتضی رفیعی تهرانی، دکتر لعبت بسرادران مهاجری)؛ بررسی سرب در اسباب بازی و وسایل مورد استفاده کودک و خطرات ناشی از مسمومیتهای سربی (زهرا محمدی فنیده - سکینه هاشمی جوادی)؛ بازیابی سولفیدها از گاز طبیعی (مقایسه جذب سولفیدها توسط آمین و حلالیت سولفیدها در محلول تری اتیلن گلیکول (دکتر قاسم



بو شهری)؛ جداسازی حرکات مولکول یا مولکول دو انمی (دکتر رضا اسلامپور - دکتر علی مقاری)؛ مطالعه سنتیکی میان کنش بین هیستون ( $H_1$ ) با سدیم دودسیل سولفات در محیط آبی (دکتر محمد گلپائی - دکتر علی اکبر موسوی موحدی - محمد تقی گودرزی - عذرا ربانی)؛ اثر متقابل ملتین و غشاء مدل دی - ۱ - پی - سی با استفاده از تکنیک اسپکتروسکوپی رامان (دکتر امان الله امین زاده)؛ سیلبلاسیون ستونهای مزدوج به وسیله تری متیل کلروسیلان در مجاورت لیتمیم در حلال THF (دکتر محمد بلورچیان)؛ بررسی نظری تغییرات صورت بندی در متیلن سیکواکتان با روش مکانیک مولکولی (دکتر مهران غیائی)؛ بررسی نظری صورت بندیهای گوناگون ۱، ۳ - سیکلوپتادیان، ۱، ۴ - سیکلوپتادیان با روش آمپریک مکانیک مولکولوسی و CNDO (دکتر عیسی یاوری - میر فضل الله موسوی کوزه کتان)؛ مطالعه میکرو کالریمتری میان کنش بین اس پیرلوس نایجر کاتالازوبرمید دودسیل تری متیل آمونیم (دکتر علی اکبر موسوی موحدی)؛ مطالعه MCD اتمهای فلزی و دیمرها؛ مس و سرب (دکتر جلال شخص امامپور)؛ طیفهای چرخشی و چرخشی ارتعاشی رامان گونه های  $^1H^2H$  و  $^2H^2H$  (دکتر حسن رحیمی منصور)؛ انرژی مبادله شده حالت پایه دار مولکول آنتی فرو مغناطیس  $Mn_4$  (دکتر جلال شخص امامپور)؛ بررسی ساختمان و خواص کمپلکس  $[PPh_4]_2[MoS(CuNCS)_4]$  (دکتر عزیز الله بهشتی)؛ بررسی ساختمان و خواص اسپکتروسکوپی کمپلکسهای کاتیرن نیکل (II) با شیف بازهای حاصل از اسید آمینه (دکتر داریوش ستاری - اسکندر علی پور - علی افشار)؛ انرژی خوردیدگی در شیمی (دکتر اسماعیل ساعی و ایرانی زاد)؛ تهیه سرامیکهای فسفات کلسیم (دکتر امیر میر چینی)؛ ساختمان و شیمی کئودیناسیون  $[Mo(Co)_4(i-PrNH)_3P]_4$  - fac و ترکیبات نظیر آن (دکتر عباس توسلی)؛ واکنش Olefin metathesis و بررسی مکانیسم (دکتر خلیل طباطبائی)؛ ترکیبان کئوردیناسیون ضد سرطان (دکتر محمد کوتی)؛ سنتز و مطالعه واکنشهای فتو کاتالیز شیمی ————— کیتهای  $(X = OH^- \text{ و } Y = H_2O \text{ و } X = Cl^- \text{ و } Br^- \text{ و } H_2O)$   
 $trans-(Crh(en)(tn)_x)_y^{n+}$

منبع: نشریه: برنامه زمان بندی شده و خلاصه مقالات سومین کنگره شیمی و مهندسی شیمی ایران

گازها (دکتر محمود شفقیان)؛ پیش بینی سرعت انتقال گرما در برجهای جابکار (دکتر رهبر رحیمی وار. دلیو. فیلد)؛ طراحی برج استخراج RDC واحد BTX (رامین رهنمای فرنود و سیروس قطبی)؛ نقطه نظرهای مهم در طراحی میکسر - ستلر (دکتر احمد الهاشمی)؛ طرح تولید نیم صنعتی (پالوت) کازینات کلسیم (دکتر ایرج گودرزی)؛ طراحی برجهای خنک کن و مسائل آن (رضا میری)؛ جایگاه قانونی محیط زیست در ایران (دکتر محمد خشنودی)؛ مطالعه آلودگی هوا از کارخانجات سیمان (دکتر منصور طاهری)؛ جداسازی یونهای فلزهای سنگین با استفاده از مخزنهای هوا دهی تحت فشار (دکتر محسن موسوی)؛ بررسی مشکلات زیست محیطی طرح پالایش قطران (دکتر جلال شایگان)؛ تصفیه یونهای فلزهای سنگین از پسابهای صنعتی با استفاده از زائدههای کشاورزی (دکتر غفار متدین اول)؛ حلالیت گازهای سولفید تیدروژن و دی اکسید گوگرد در محلول تری اتیلن گلیکول (دکتر قاسم نجف پور)؛ روشهای بهبود کیفیت در بازیافت و تصفیه آمین (ناصر نفة الاسلامی)؛ بررسی دینامیک ذرات در سیستم آنالیزور جرمی و برنامه کامپیوتری اصلاح خطای تشخیص کمی (دکتر علی معتمد اکتابسی - جمال الدین رحیمیان)؛ مطالعه سنتیکی سرعت پیچیده زدایی فلزهای اکسیژندار و ناندیم (V) و مولیبدن (VI) و تنگستن (VI) (دکتر کریم زارع)؛ محاسبه حجم مخصوص مخلوطهای تیدروکربنی و میردها با استفاده از معادله حالت SPK و تصحیح نتایج با بهینه سازی معادله فوق (دکتر محمود مشفقیان، علیرضا خوش کیش)؛ تعیین معادلات توزیع سرعت و گرادیان فشار در طول ورودی لوله و حل آنها توسط کامپیوتر (فخر السادات سیدین آزاد)؛ کشف مجدد آتش (دکتر محمد خشنودی)؛ سنتز برخی ایلیدهای پایدار فسفر و بررسی ساختار آنها (دکتر عیسی یاوری - محمد علی کریمی زارچی)؛ پلیمریزاسیون بدون کاتالیزور بیس تری آزولین دی آنها با مواد آروماتیک غنی از الکترون از طریق واکنش استخلافی الکتروفیلی (دکتر شاد پور ملک پور)؛ روش سهل برای تهیه مشتقات دو استخلافی ۳ - متیل تیوا، ۲، ۴ - تری آزول (دکتر محمد رحیمی زاده)؛ سنتز برخی اکسی فسفورانهای حلقوی (دکتر احمد خرم آبادی زاد)؛ جرمگر تولیدهای جدید از جورینیا اریو باسیس (دکتر عبدالحسین روستاییان - مسعود تقی گنجی)؛ واکنش تری متیل سیلیل لیتم با لیتین استال سیامی (دکتر کسارم سعیدی)؛ فیل سولفونیل دی لیتم (دکتر محمد بهروز)؛ دومین ضریب ویربال گسازهای چند اتمی (دکتر علی

## اطلا عید

### در باره نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور که بمنظور ارتقاء سطح دانش معلمان و ایجاد ارتباط متقابل میان صاحب نظران، معلمان و دانشجویان با برنامه ریزان امور درسی از سوی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش هر سه ماه یکبار - چهار شماره در سال - منتشر می شود در حال حاضر عبارتند از:

۱ - آموزش ریاضی ۲۱      ۴ - آموزش زیست شناسی ۱۶      ۷ - آموزش زمین شناسی ۱۵  
 ۲ - آموزش شیمی ۲۰      ۵ - آموزش ادب فارسی ۱۶      ۸ - آموزش فیزیک ۱۴  
 ۳ - آموزش جغرافیا ۱۷      ۶ - آموزش زبان ۱۶      ۹ - آموزش معارف اسلامی ۴

دیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقمندان به اشتراک این مجلات می توانند جهت دریافت چهار مجله در سال مبلغ ۴۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانه بانک مرکزی - قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی - واریز و فیش آن را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، جاده آبعلی، خیابان سازمان آب بیست متری خورشید مرکز توزیع انتشارات کمک آموزشی کد پستی ۱۶۵۹۸ - تلفن ۷۸۵۱۱۰ - ارسال دارند. ضمناً؛ معلمان، کارشناسان، مدیران، پژوهشگران و سایر علاقمندان به امور تعلیم و تربیت جهت آگاهی بیشتر از یافته های صاحب نظران می توانند با پرداخت مبلغ ۸۰۰ ریال در هر سال ۴ جلد فصلنامه تعلیم و تربیت ۱۴ دریافت نمایند.

قابل توجه:

\* شماره آخرین مجله منتشر شده در سمت چپ عنوان مجله مشخص گردیده است در صورت نیاز به مجلات شماره های پیشین درخواست خود را به آدرس مرکز توزیع ارسال تا چنانچه موجود باشد با پرداخت وجه مربوطه مجلات درخواستی را دریافت نمایند.

مجلات رشد تخصصی در مراکز استان در کتابفروشیهای زیر و سایر شهرستانها در فروشگاههای معتبر مطبوعات بصورت فروش آزاد عرضه می شود

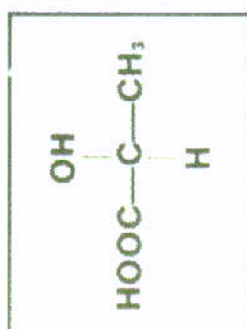
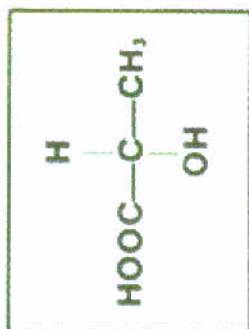
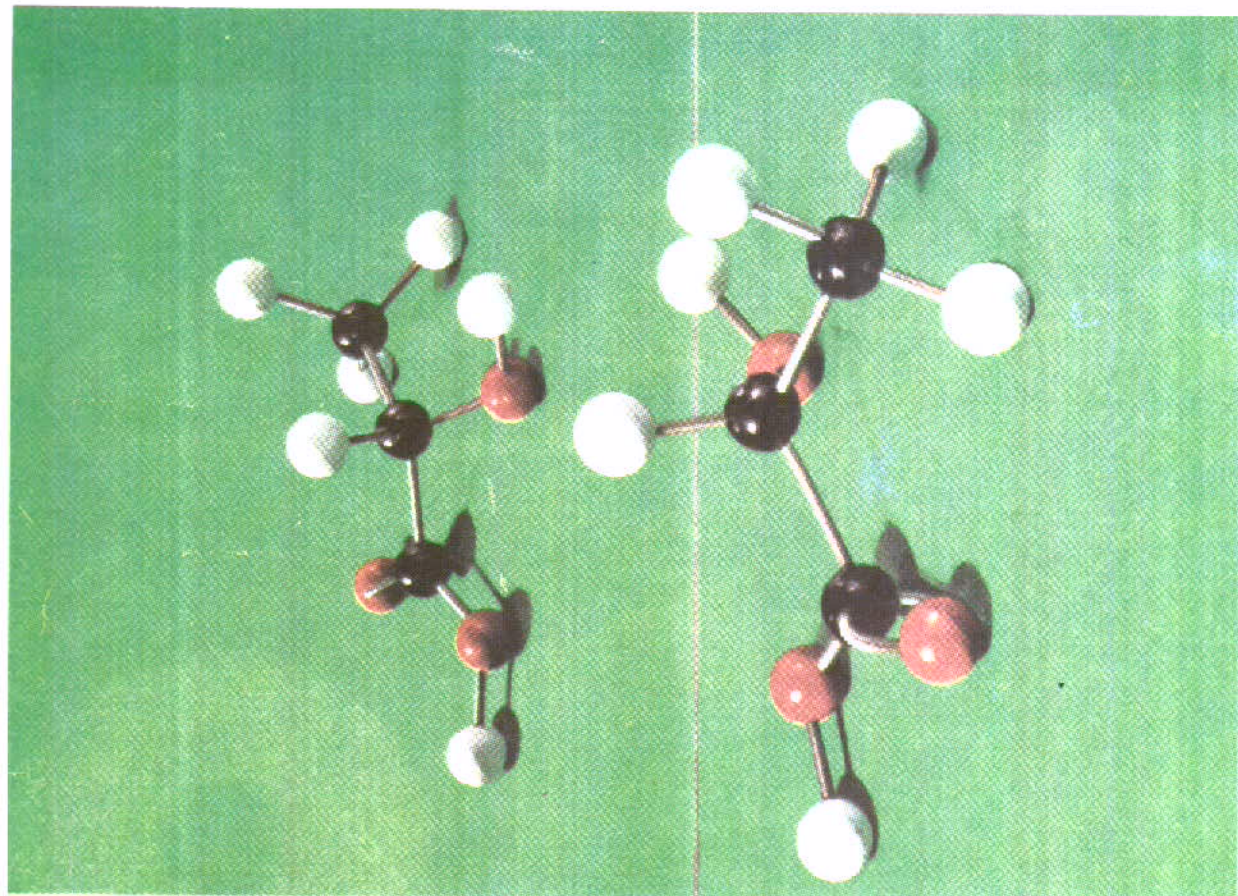
تهران:	کتابفروشی شهید سید کاظم موسوی - اول خیابان	زنجان:	کتابفروشی شهید بهشتی خیابان آیتا... طالقانی
ایران شهر شمالی	سنندج:	کتابفروشی شهریار خیابان فردوسی	
اهواز:	کتابفروشی ایرانبور زیتون کارمندی خیابان کمیل	ساری:	شرکت ملزومات و معارف خیابان انقلاب روبروی اداره برق داخل کوچه
اصفهان:	کتابفروشی مهرگان چهارباغ ابتدای سید علی خان	شیراز:	پیام قرآن میدان شهدا جنب اداره آموزش و پرورش مرکز فرهنگی
ارومیه:	کتابفروشی زینالپور نمایندگی و خبرنگاری روزنامه	کرمان:	فرهنگ سرای زمین پارک مطهری
اراک:	کتابفروشی گنج دانش بازارچه امیر کبیر	مشهد:	انتشارات استان قدس رضوی خیابان امام خمینی
پتدر عباس:	کتابفروشی مالوک خیابان سید جمال الدین اسدآبادی	روبروی باغ ملی	
باختران:	کتابفروشی دانشمند خیابان مدرس مقابل	یاسوج:	کتابفروشی فرهنگ جنب سینما دنا خیابان شهید هرمزبور.
پارکینگ شهرداری			
خرم آباد:	کتابفروشی آسیا خیابان شهدا شرقی		
رشت:	کتابفروشی فرهنگستان خیابان نامجو جنب دانشگاه		

\* دانشجویان مرکز تربیت معلم می توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی خود از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.



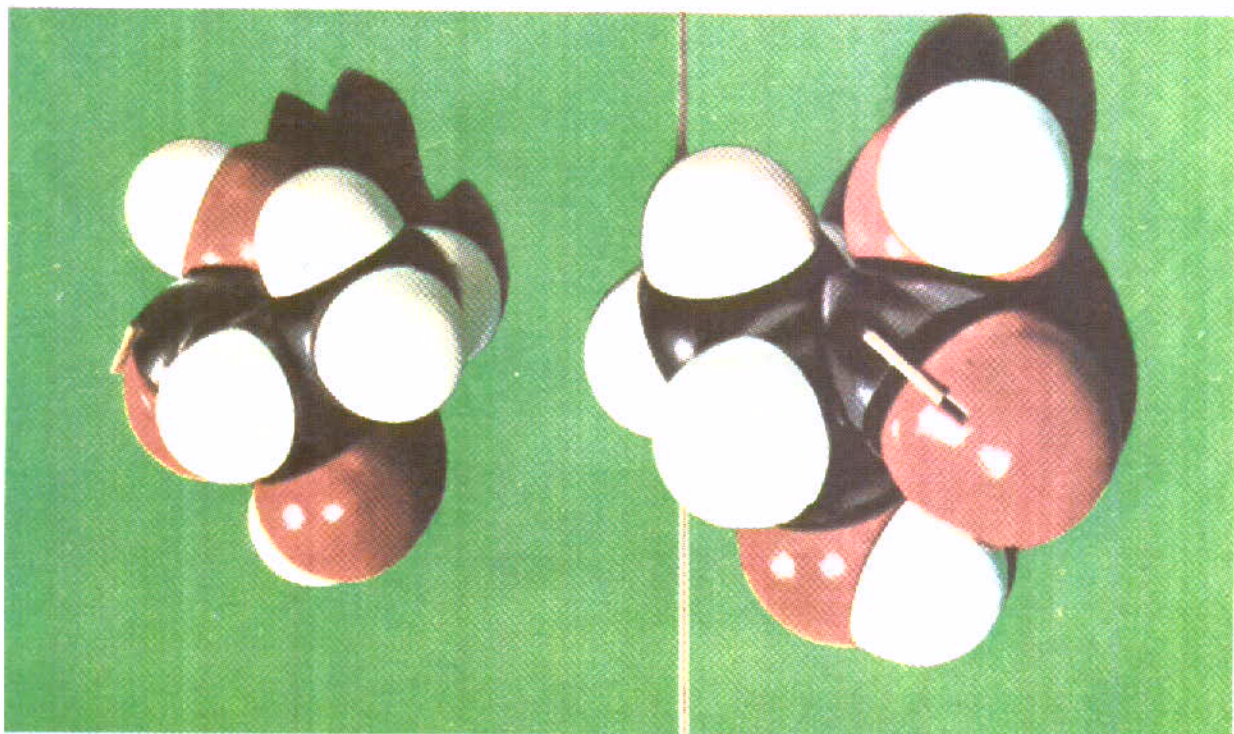
### فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

اینجانب      با ارسال فیش واریز مبلغ ۴۰۰ ریال، متقاضی اشتراک یکساله مجله رشد آموزش      هستم.  
 نشانی دقیق متقاضی:      استان      شهرستان      خیابان  
 کوچه      بلاک      کد پستی      تلفن



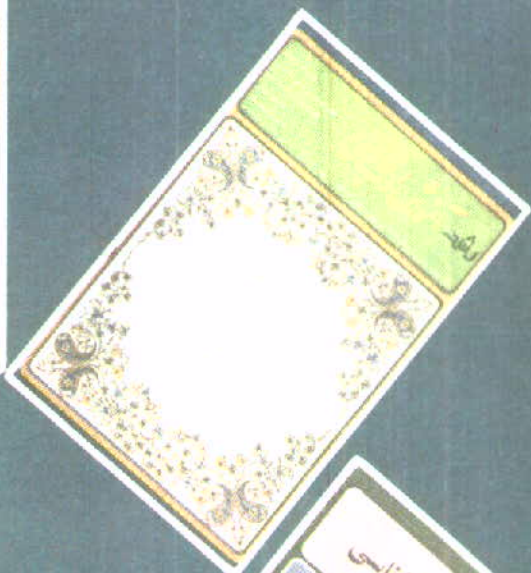
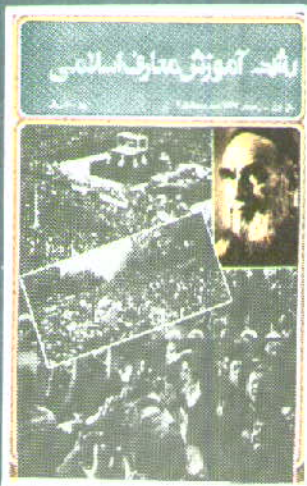
قرمبول ساخناری

اسید لاکتیک



مدل مسا بزگی

مدل گلوله و قشر



**مجلات رشد تخصصی**

هر سه ماه یکبار، برای استفاده دبیران و دانشجویان رشته‌های مختلف و دانش‌آموزان علاقه‌مند دبیرستانها از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش منتشر می‌شود.

یا شما مجلات رشد مخصوص دبیران را می‌خوانید؟