



سال اول شماره ۱ - پاییز ۱۳۶۳

۱۰۰ ریال



عابدی

# رشد آموزش شیمی

سال اول شماره ۱ - پاییز ۱۳۶۳

تهیه و تنظیم: گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی -

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

تلفن ۴- ۸۳۹۲۶۱ (داخلی ۲۲)

تولید: معاونت فنی و هنری دفتر امور کمک آموزشی و کتابخانه ها

مرکز توزیع: تلفن ۸۳۱۴۸۱

● مجله رشد آموزش شیمی نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش و وزارت آموزش و پرورش است که هر سه ماه یکبار منتشر می شود. هدف از انتشار این مجله در وهله اول ایجاد ارتباط متقابل بین معلمان شیمی و دفتر مذکور، به منظور تبادل تجارب و آراء در زمینه آموزش شیمی است؛ و در مرحله بعد طرح و بررسی مسائل بنیادی شیمی و مطالب جنبی و مفید درسی، به منظور ارتقاء سطح معلومات معلمان شیمی است. مجله از مشارکت و همکاری معلمان شیمی در ارائه مقالاتی ناظر بر اهداف فوق، بالاخص در زمینه آموزش شیمی، استقبال می کند.

در این شماره می خوانید:

- |   |  |
|---|--|
| ۳۱ اطلاعات کلی پیرامون سلولهای الکتروشیمیایی                  | ۳ پیشگفتار                                     |
| ۳۶ پرسش و پاسخ  | ۷ مقدمه  |
| ۴۳ ارزشیابی هدفدار  | ۸ جابربن حیان                                  |
| ۴۸ چه نوع آموزش علوم در جهت آرمان خودکفایی تکنولوژی کشور است؟ | ۱۱ گفتگویی با برادر دکتر حسین آقایی            |
| ۵۲ آشنایی با تصفیه خانه سازمان آب تهران                       | ۱۴ نیروهای بین مولکولی                         |
| ۶۲ آشنایی با کتب و مجلات شیمی                                 | ۲۰ نکاتی در زمینه شیمی هسته ای                 |
|   | ۲۴ کاربردهای مهم ایزوتوپها و مواد رادیواکتیو   |
|   | ۲۶ انسان تا جفا اندازه ها سیدهای چرب نیاز دارد |

# بسم الله الرحمن الرحيم

خدای داسپاس می‌گوییم که مارا به انتشار نخستین شماره مجله « رشد آموزش شیمی » موفق گردانید و راه تازه‌ای برای خدمتگزاری بیشتر به فرهنگ جمهوری اسلامی ایران فرا روی ما گشود. مناسب بنظر می‌رسد که در این نخستین شماره سخنی در باب مقصد و مقصود از این مجله به میان آوریم و انتظاری را که از آن داریم بیان کنیم.

پیش از بیان اهداف و فوایدی که از انتشار « رشد آموزش شیمی » انتظار داریم شمه‌ای از وضع نامطلوب کنونی (اشرح می‌دهیم تا خوانندگان برای تصور و تصدیق وضع مطلوبی که بانشر این مجله بدان باید رسید، آمادگی بیشتر پیدا کنند.

وضع کنونی چنین است که معلمان پس از فراغت از تحصیل، ارتباط منظم و مستمری نداشته تحصیلی سابق خود که رشته تدریسی فعلی آنان است ندارند. بسیاری از آنها به حکم وظیفه و شوق خدمت به شهرها و حتی بخشهای دور افتاده می‌روند و به بحث و درس و استاد و کتاب و کتابخانه و کتافروشی دسترسی ندارند. تنها کتابی که ناچار در دست آنهاست، غالباً همان کتاب درسی آنهاست که در آن نیز هر ساله، تغییراتی کلی و جزئی روی می‌دهد بی آنکه آنان دلیل آن تغییرات را شنیده و دانسته باشند. گاهی بخشنامه‌ای که موفق شده خود را از لابلای مقررات و موانع اداری تا دفتر مدرسه برساند بدست معلمان می‌رسد که آن هم لحنی اداری و خشک و کوتاه دارد. کلاسهای آموزش ضمن خدمت نیز اگر تشکیل شود، کافی نیست و همچون باران بهاری کوتاهی است که تند می‌بارد و زود می‌ایستد و دوباره گرمای سخت و تشنگی آغاز می‌شود. اما این صدها هزار معلمی که برای سربلندی و نجات جامعه خود در روستاهای مهجور و شهرهای دور میهن خود خدمت می‌کنند محتاج یک جویبار جاری مداومی هستند که آب زلال سرچشمه‌های علم و تجربه را آهسته و پیوسته همواره در دسترس آنان قرار دهد. آیا « رشد آموزش شیمی » می‌تواند آن جویبار جاری همیشگی باشد؟ امید ما این است، تا خدا چه خواهد.

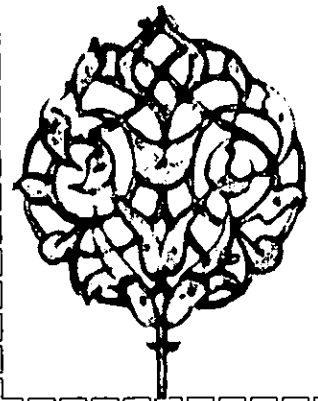
باری، چه باید کرد تا دبیران و معلمان که برای کمک به محرومان و مستضعفان جامعه خود به نقاط دور و فاقد امکانات علمی و فرهنگی کافی هجرت کرده‌اند، در غربت و تنهایی، آنچه را خوانده‌اند فراموش نکنند و شوق و ذوق آمیختن در دلشان نگیرد و ارتباطشان با رشته و حرفه خودیش قطع نگردد؟

ما می‌خواهیم مجله « رشد آموزش شیمی » این رشته گسیخته را دوباره متصل سازد و آن شوق و ذوق را برانگیزد و این جماعت تشنه‌کامی را که در همه جای ایران، دور از هم اما با هم، روزه سوی یک هدف مقدس در حرکتند، جریه‌ای بنوشاند.

## اهداف « رشد »

اکنون هنگام آن است تا اهم اهدافی را که در انتشار این مجله، منظور نظر

# پیشگام



بوده برشماریم تا معلوم شود رشد آموزش شیمی، چگونه می‌خواهد این مقصود را تأمین کند.

#### ۱- دانش‌افزایی

«رشد» با درج مقالاتی متناسب با برنامه‌های درسی، دانش تخصصی معلمان را افزایش خواهد داد و مخصوصاً آنان را با پیشرفتهای جدیدی که در هر يك از رشته‌های علمی و در ارتباط با برنامه‌های آموزشی حاصل شده آشنا خواهد ساخت.

#### ۲- آشنایی با روشهای تدریس

می‌دانیم که در آموزش و پرورش آنچه لائق به اندازه خود «علم» اهمیت دارد، «روش تعلیم» است. رشد، می‌کوشد تا معلمان را با روشهای تدریس و پیچیدگیها و ظرافتهایی که در این کار هست آشنا سازد و آنان را از نوآوریهایی که در روش آموزش هر علم، در سطوح مختلف، پیدا شده مطلع گرداند.

#### ۳- مواد و وسایل کمک آموزشی

در هر يك از رشته‌های آموزشی، علاوه بر کتابهای درسی، مواد و وسایل و تدابیر گوناگونی ابداع شده که به آموزش کمک خواهد کرد. بحث پیرامون این مواد و وسایل، در هر يك از رشته‌های درسی، یکی از هدفهای رشد است.

#### ۴- معرفی نشریات و کتب

بسیاری از معلمان، مخصوصاً آنان که در شهرهای کوچک و دور تدریس می‌کنند از کتابها و نشریات و مجلاتی که در رشته تخصصی آنان تألیف و منتشر شده بی‌خبرند معرفی اینگونه نشریات و توضیح محتوا و نقد و بررسی آنها یکی دیگر از وظائف رشد است.

#### ۵- تاریخ علوم

آگاهی از تاریخ پیدایش و پیشرفت هر يك از رشته‌های علوم، خود علم سودمندی است که هم فرهنگ معلم و دانش آموز را در کنار تخصص آنان، افزایش می‌دهد و هم معلم را در تدریس و تفهیم درس تواناتر می‌سازد. آشنایی با تاریخ علوم در سرزمینهای اسلامی و مخصوصاً ایران، می‌تواند معلمان و دانش‌آموزان ما را در باز یافتن اعتماد به نفس از دست رفته یاری کند و به آنان این حقیقت را بقبولانند که مسلمانان، امروز هم می‌توانند مانند گذشته داهبر و پرچمدار علم و معرفت جهان باشند. رشد، در هر شماره صفحاتی را به تاریخ علوم اختصاص خواهد داد.

#### ۶- آشنایی با معلمان موفق و با تجربه

در هر يك از رشته‌های درسی، رشد فرصتی پدید خواهد آورد تا معلمان و همکاران موفق و مجرب خود را بشناسند. «رشد»، معلمانی (اگر عمری همچون شمع، سوخته‌اند تا جامعه خود را به نور علم روشن کنند، احترام خواهد کرد و تجربه‌ها و توصیه‌های آنان را به دیگران منتقل خواهد ساخت. همچنین معلمانی را که در کار خویش توفیق داشته‌اند معرفی خواهد کرد تا علاوه بر قدرشناسی از آنان، بابیان سر توفیقشان، معلمان دیگر نیز از ابتکارات آنان بهره‌مند گردند.

#### ۷- آگاهی از مسائل و پرسشهای نمونه

یکی از نیازمندیهای معلمان، مسائل و سؤالاتی است که در آنها ضوابط علمی و آموزشی روانی لازم رعایت شده باشد و بتواند ارزیابی درستی از کار خود آنها و کار

دانش آموزان شان بدست دهد و شوق مطالعه بیشتر را در محصلین برانگیزاند. (شد، ازمیان سؤالات امتحانی مختلفی که دبیران گروههای آموزشی در سراسر کشور طرح کرده و به دفتر مجله فرستاده‌اند، مسائل و پرسشهای نمونه را در هر شماره معرفی خواهد کرد. تا به تدریج گنجینه‌ای از همه معلمان یک رشته فراهم آید و از این طریق کیفیت آموزش بهبود یابد.

#### ۸- طرح موضوعات مربوط به آینده هر رشته

غالباً دانش‌آموزان از معلمان خود درباره آینده رشته خود، سودمندی آن برای جامعه، ادامه تحصیل در دانشگاه، بازار کار آن و اموری نظیر آن سؤالاتی می‌کنند، (شد خواهد کوشید تا چشم‌انداز اجتماعی و علمی هر یک از رشته‌های درسی را که در خارج از کلاس و مدرسه موجود و مشهود است پیش چشم معلمان ترسیم کند تا آنان بتوانند دانش‌آموزان خود را در یافتن پاسخ سؤالاتی که طبیعتاً و بحق داشته دارند، یاری کنند.

#### ۹- آگاهی از تصمیم‌گیریه‌ها و بخشنامه‌ها

در طول هر سال تحصیلی در خصوص هر یک از دروس، از لحاظ نحوه تدریس و امتحان و تکیه بر کم و کیف مطالب کتب، تصمیمات متعددی در دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی درسی توسط کارشناسان مربوط به هر درس گرفته می‌شود. (شد فرصتی بدست می‌دهد تا این تصمیمات، علاوه بر مسیر بخشنامه‌های اداری، از این طریق نیز به اطلاع معلمان برسد و در صورت لزوم، معلمان باغات اتخاذ هر یک از تصمیمات و تغییرات نیز آشنا شوند مطمئناً توجیه هر تصمیمی برای مجریان، به اجرای بهتر و صحیح‌تر آن تصمیم کمک خواهد کرد.

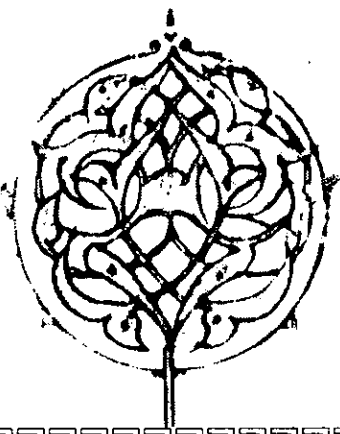
#### ۱۰- آگاهی از برنامه‌ها و برنامه‌ریزیهای آینده و اظهار نظر درباره آنها

در هر یک از رشته‌های درسی، کارشناسان با تحقیق در تحولات علمی و آموزشی آن رشته و اطلاع از اهداف آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران و نیازهای جامعه همواره برای بهبود کار خود برنامه‌ریزی می‌کنند. رشد، عرصه مناسبی است تا کارشناسان فلسفه، برنامه‌ها و برنامه‌ریزیهای خود را به اطلاع معلمان برسانند و قبل از اجرای آن برنامه‌ها از آنان نظرخواهی کنند و بدینسان همگان را در ایجاد هر تحول مثبت شریک سازند و از این طریق نسبت به تصحیح برنامه‌های خود و نیز اجرای صحیح آن برنامه‌ها اطمینان بیشتری حاصل کنند.

#### ۱۱- اطلاع از تحقیقات و اخبار مربوط به هر یک از رشته‌های درسی

آخرین نکته این است که «رشد» خواهد کوشید در هر شماره اخبار مهم و مفید مربوط به هر یک از رشته‌های درسی را، چه در سطح جهانی و چه در داخل کشور، از قبیل تحقیقات مربوط به وضعیت و سرنوشت رشته‌های درسی در آموزش و پرورش، سمینارها و انجمنها و فعالیتهای علمی و یا اخبار مربوط به پذیرش و آموزش رشته‌های دانشگاهی را به اطلاع معلمان برساند و راههای تازه‌ای را که در جامعه، پیش‌پای فارغ‌التحصیلان دبیرستانی هر رشته گشوده شده مشخص کند و خلاصه، سعی خواهد کرد هرگونه حرکت و نشاط خارج از مدرسه را که اطلاع از آن برای معلم و شاگرد حرکت و نشاط می‌آفریند منعکس سازد.

اگر «رشد آموزش شیمی» بتواند در کنار دیگر مجلات «رشد» که برای دروس دیگر منتشر خواهد شد به این اهداف دست یابد، قدمی در راه اعتلاء کیفیت آموزش



برداشته خواهد شد و معلمان دشته‌ای برای ارتباط با استادان و همکاران خود وآینه‌ای برای تماشاى چهرهٔ خویش و دیگران پیدا خواهند کرد. پیداست که نیل به این اهداف، جز باهدلی و همکارى همهٔ معلمان و صاحب‌نظران سراسر کشور حاصل نخواهد شد.

همکاران گرامی! معلمانی که افسران خط‌مقدم جبههٔ مبارزه با جهل و عقب‌ماندگی هستید! « رشد آموزش شیمی » دستی است که از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش، صمیمانه به سوی شما دراز می‌شود، این دست را در دست خویش با گرمی بگیرید و بفشیرید.

اکنون که ملت شما در جهان برای گسیختن زنجیرهای بندگی پناخته و در شب ظلمانی دنیای ظلم و زرد معاصر، همچون چراغی گیتی‌فروز می‌درخشید.

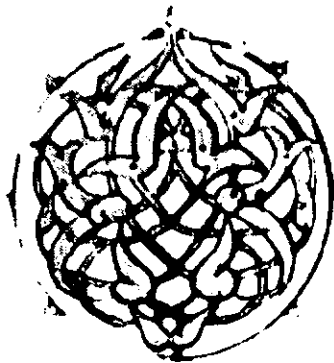
اکنون که نوجوانان و دانش‌آموزان مدرسه‌های شما برای استقرار دین خدا و عزت و شرف و سربلندی میهن اسلامی خویش، گروه‌گروه به جبهه‌های جنگ می‌شنازند و جانفشانی می‌کنند تا جمهوری اسلامی، مستقل و آزاد باقی بماند.

اکنون که پس از قرن‌ها و هزاره‌های ستم، زهیری مانند امام خمینی، با این همه ایمان و اخلاص و دانش و بینش و دلسوزختگی و صمیمیت و سادگی، برای نجات مسلمین از استضعاف و عقب‌ماندگی پناخته و در جان مردم شوری بی‌سابقه درآفکنده است.

وظیفهٔ همهٔ ما این است که با شناخت قدردنمت اسلام و آزادی برای نجات از جهلی که دشمنان بر ما تحمیل کرده‌اند پناخیزیم. همهٔ ما مسئولیم. گمان ما این است که انتشار مجلات رشد، قدمی کوچک در راه دداز و دشواری مسئولیت عظیمی است که بر دوش داریم. توفیق شما را نیز در ایفای وظیفهٔ خطیری که به عنوان يك « معلم » در آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران و در انقلاب اسلامی برعهده دارید از خداوند قادرمتعال خواهانیم.

غلامعلی حداد عادل

معاون وزیر و رئیس سازمان پژوهش و  
برنامه‌ریزی آموزشی





# مقدمه

اتم را شکافت و عنصری را کشف کرد و سیاره دور یا نزدیک  
را مسخر کرد، ولی معتقدیم که در هر صورت باید از جایی آغاز  
کرد و ذهنها را برای درک و شناسایی آنچه که در پیرامون ما  
می‌گذرد، آماده ساخت.

آنچه که عالم و اندیشمندان می‌سازد، تنها نبوغ خداداد  
و مغز فعال نیست، بلکه پیش از همه فراهم بودن وسیله کار و  
شرایط مناسب است. امید است که این فعالیت علمی ما نیز در  
فراهم آوردن شرایط مناسب و پرورش فکر سهمی داشته باشد  
و امید است در آینده‌ای نچندان دور بتوانیم با برنامهای دراز-  
مدت، صحیح و ژرف، تعلیم و تربیت را بر بایدهای استوار سازیم  
و شاهد روزی باشیم که کشور اسلامی خویش را مهد آموزش  
و پرورش و مبدأ صدور آثار علوم و فنون قرار دهیم و چهره‌های  
درخشانی مانند جابر، رازی، ابن سینا، و... داشته باشیم.

برای اینکه معلمان شیمی از کار کارشناسی شیمی سازمان  
پژوهش و برنامه‌ریزی اطلاع داشته باشند، بخشی از کار کارشناسی  
این سازمان عبارت است از:

— مشورت و تبادل نظر با صاحب نظران برنامه ریزی و  
مؤلفان کتابهای درسی در کلیه مراحل برنامه‌ریزی درس شیمی  
و همچنین در زمینه تألیف کتابهای درس شیمی کلاسهای مختلف  
سراسر کشور.

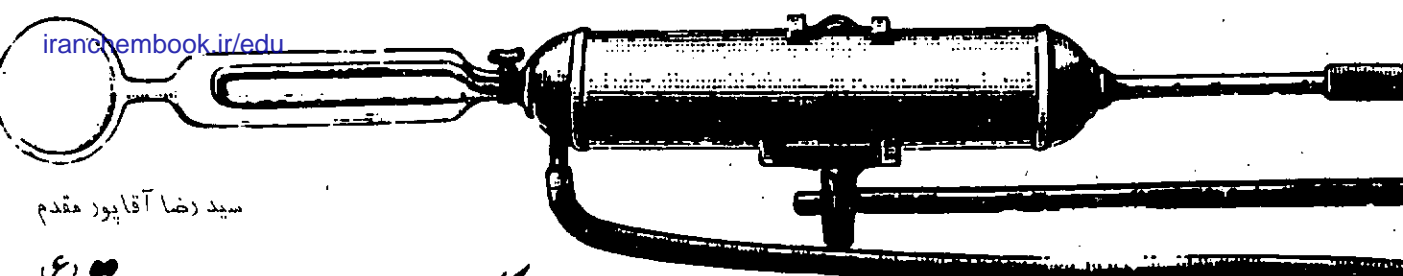
— ایجاد هم‌آهنگی در برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درس  
شیمی با سایر درسها و برنامه‌های درسی به منظور تألیف به  
موقع آن.

— تحقیق و بررسی جهت اطلاع از آخرین پیشرفت‌های  
علمی رشته شیمی در جهان و نیز غور و بررسی در زمینه آموزش

بقیه در صفحه ۲۵

با نام خدا و اسلام بد پیشگاه حضرت ولی عصر (عج) و نایب  
برحقش امام خمینی مدظله العالی و بایاد سالار شهیدان حسین بن  
علی (ع) و شهیدان به خون خفته کر بلای ایران و با درود به  
دانشمندانی که برای پیشرفت علوم و نیز برای بهتر زیستن و سامان  
بخشیدن به ناپسا مانیه‌های جهان تلاش کرده‌اند و سختی‌ها را متحمل  
شده‌اند و کجراهی را برنگزیده‌اند، نخستین شماره مجله رشد  
شیمی را به یاری پروردگار به دوستان این علم به ویژه معلمان  
و پژوهشگران شیمی تقدیم می‌کنیم. از خدای مهربان مسئلت داریم  
که ما را بدراهی بدرار که رضای او در آن است. اکنون بدین  
و برکت تحقق جمهوری اسلامی ایران حرکتی نو، در تعلیم و  
تربیت آغاز گشته است.

جمهوری اسلامی ایران با شعار «استقلال، آزادی، جمهوری  
اسلامی» به وجود آمد این شعار باید در همه ابعاد و از جمله از لحاظ  
پیشرفت علمی نیز تحقق پیدا کند و وابستگی علمی ما به استعمار  
جهانی سبب وابستگی صنعتی و وابستگی صنعتی موجب وابستگی  
اقتصادی می‌شود. مستکبران با استفاده از همین حربه وابستگی  
اقتصادی، ملتها را در فشار قرار می‌دهند و حکومتها را از نظر  
سیاسی، نظامی و فرهنگی زیر سلطه خود درمی‌آورند. حرکت  
نوین تعلیم و تربیت ما باید ما را از وابستگی‌های بگذرد و  
بایدهای استقلال و آزادی را در جمهوری اسلامی محکم سازد.  
می‌دانیم هر جمعیتی هر گاه تمرکز یافت و با ایمان به یک  
حقیقت متعالی و تبادل افکار و اندیشه‌های خود در بالا بردن سطح  
زندگی و رشد عقل کوشید، می‌تواند بر مشکلات فائق آید.  
بنابراین ما نیز باید دست به دست هم دهیم و در راه نیل به هدف  
خود حرکت کنیم. نمی‌گوییم که می‌توان یکباره دانشمندان پرورد



سید رضا آقاپور مقدم

# جابر بن حیان

## یکی از شاگردان امام جعفر صادق (ع)

از جابر بن حیان (۲۲۵-۱۴۱ هـ) نقل کرده اند:

● من موفقیت شکفت انگیز خود را پس از استعداد فوق‌العاده خداداد و کوششهای طاقت‌فرسا و تلاشهای خستگی ناپذیر، مرهون استاد عالیقدر خود حضرت امام جعفر صادق علیه السلام می‌دانم. او بر همه نوشته‌های من نظارت مستقیم داشت به طوری که گاهی از آنها می‌کاست و زمانی بر آنها می‌افزود و گاهی برای من دیکته می‌کرد و فقط مرتب کردن آن به عهده من می‌ماند.

● علم نباید در اختیار ستمگران قرار گیرد و اگر روزی چنین شود فاجعه‌ای بزرگ پیش خواهد آمد.

● برای نخستین بار مسأله احتراق و احیا را در اعمال شیمیایی بیان کردم و درباره فلزها و پیدایی آنها نظریه‌ای ارائه دادم که به کنیزیت (گوگرد) و زینق (جیوه) مشهور است. سود سوزآور و سم الفار (مرگ موش) را تهیه کردم، آب طلا و کربنات پتاسیم را ساختم تعدادی از زاجها و ملنمه‌های گوناگون و آلیاژها و... را تهیه کردم.

کیمیاگر و شیمیدان ایرانی فرزند حیان بن عبدالمطلب الکوفی، کتبه‌اش ابوموسی یا ابو عبدالمطلب مشهور به صوفی است. به احتمال زیاد در طوس که از بخشهای خراسان است و یا در طرطوس زاده شد و نخستین سالهای زندگی خود را در این مکان گذراند. خاندان جابر از قبیله اُزد در جنوب عربستان بود که هنگام شکوفایی دین مبین اسلام در کوفه مسکن گزیدند.

پدر جابر پیشه عطاری داشت و مردی زیرک و کاردان و از لیاقت ویژه‌ای برخوردار بود وی در خراسان برای برانداختن امویان فعالیت‌هایی کرد و در این گیرودار بود که جابر به کشورهای عربی رفت و در آنجا زمانی پیش حریب الحمیری دانش اندرخت و پس از آن به کوفه آمد و بیشتر عمر خود را در این شهر گذراند.

با خاندان برامکه و وزرای نیرومند عباسیان ارتباط داشت. در عراق بود که پایه دوستی بین حضرت امام جعفر صادق (ع) و جابر ریخته شد و پس از مدت کوتاهی صورت شاگردی و استادی به خود گرفت و این دوستی سبب شد که نیروی اعتقادات مذهبی فزونی یابد. وی همواره توجه به خدا داشت و در کارها به او توکل می‌کرد.

داشتن پشتکار فراوان، آزادی رأی و استقلال، قدرت تحمل سختیهای بسیار از ویژگیهای بارز این دانشمند است.

این صفات او را یاری می‌داد تا در بیشتر رشته‌های علمی از امام صادق (ع) بهره‌گیرد و به پژوهش و کشف واکاوی بپردازد. جابر از شایسته‌ترین شاگردان امام بود. جابر درباره شاگردی خود نزد امام می‌گوید:

«من موفقیت شکفت انگیز خود را از استعداد فوق‌العاده خداداد و کوششهای طاقت‌فرسا و تلاشهای خستگی ناپذیر، مرهون استاد عالیقدر حضرت امام جعفر صادق (ع) می‌دانم و از بر همه نوشته‌های من نظارت مستقیم داشت به طوری که گاهی از آنها می‌کاست و زمانی بر آنها می‌افزود و گاهی برای من دیکته می‌کرد و فقط مرتب کردن آن به عهده من می‌ماند.»

علاوه بر این جابر در زمره استادان خود از حریب الحمیری، اذن الحمار، خالد و... نام می‌برد. نام جابر پس از وفات امام صادق (ع) بر سر زبانها افتاد و عده‌ای به دشمنی قصد جان او را کردند. از این رو جابر شهر به شهر دیار به دیار سفر کرد و مدت زمانی در دروازه مشهور به «در باب الذهب» شام به سر برد و بیشتر از همه جا کوفه را محل سکونت خود برگزید علت شهرت او به کوفی هم از این جهت بوده است. در کتاب الفهرست تألیف ابن ندیم رواقی چنین آمده است:

«جابر بدان جهت کوفه را برای سکونت بر سایر دیار برتری می‌داد که آب و هوای این شهر برای تلاش و فعالیت‌های علمی او مساعد و مناسب بود» و اما چرا جابر به صوفی مشهور گشت در این باره بهتر است به نظر دانشمند محترم حجت بلاغی مؤلف تفسیر حجة التفاسیر اشاره کنیم:

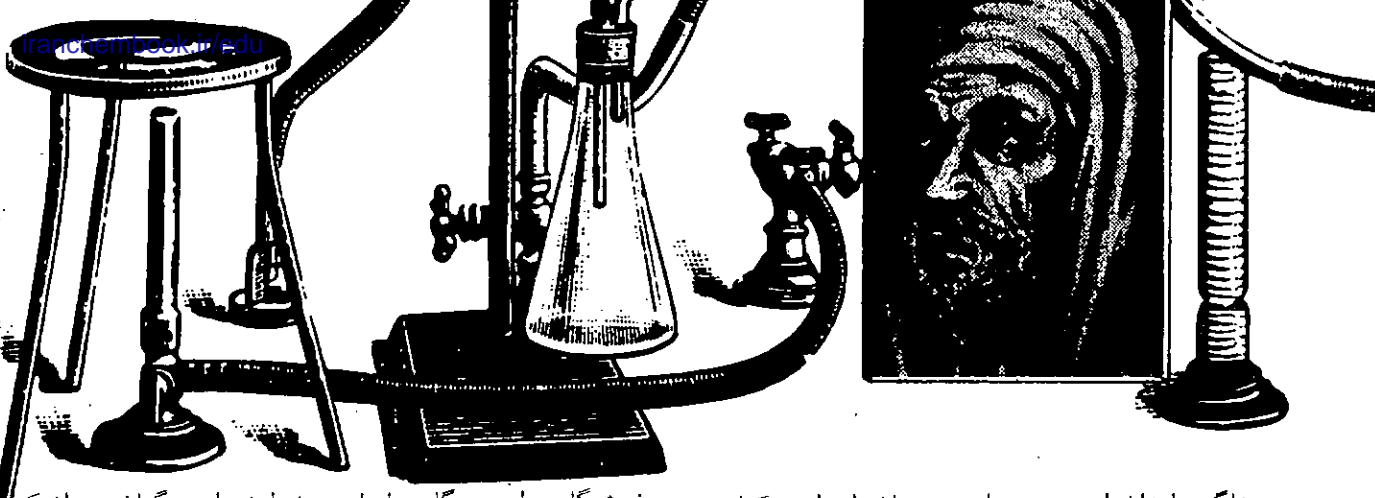
«جابر زاهدانه زندگی می‌کرد، برای ثروت دنیا هیچ ارزشی قائل نبود، هیچگاه به فکر زراندوزی نبود، لباسهای یشمین و بی‌ارزش می‌پوشید و بدین جهت به صوفی مشهور گشت. جابر مانند گنج متحرکی بود به گفته خواجه شیرازی در اساس فقر کار اهل دولت می‌کرد.»

ابن خلدون در باره جابر گفته است:

«پیشوای تدوین کنندگان در فن کیمیا جابر بن حیان است» و حتی این دانش را به وی اختصاص می‌دهد و آنرا دانش جابری می‌نامند و در این دانش هفتاد رساله نوشته است که همه آنها شبیه به ممنا و جیستان است.

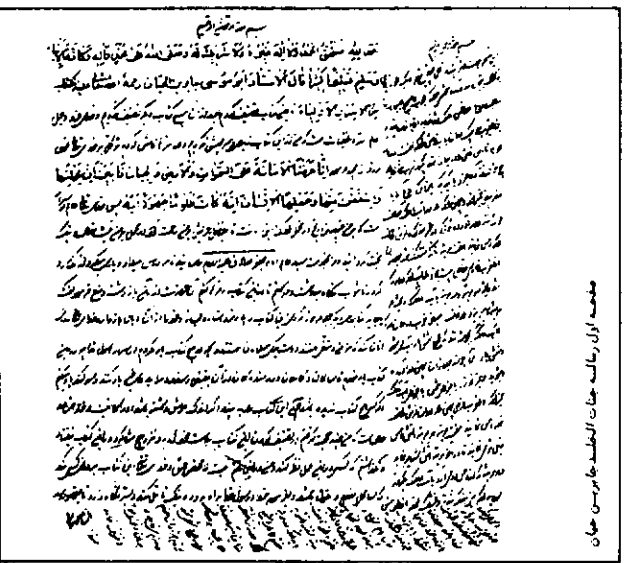
ابن خلکان مورخ مشهور ضمن شرح حال حضرت امام صادق (ع) می‌نویسد:





نمایش گاهی طوسی و گاهی طرفوسی ضبط شده است. گمان برده اند که از فرقه صائین باشد به همین جهت است که گاهی کتبه الجرائنی را راه روی نسبت می دهند. سپس روی از این صائینی دست کشید و به دین مبین اسلام گنورید و در این دین علاقه شدیدی از خود نشان داد تا جایی که از شیفتگان امام صادق (ع) گردید. پاول کروس (Paul Kraus) دانشمند پژوهشگر برجسته آلمانی در سال ۱۹۳۵ میلادی رساله ها و مقاله های بیشماری از جابر را از روی نسخه های خطی موجود در کتابخانه های اروپا گرد آورده بود با حوصله و دقت زیاد تحت بررسی و تجزیه و تحلیل علمی قرار داد. همراه با پیشگفتاری از

شاگرد ایشان ابو موسی جابر بن حیان طرفوسی کتابی مشتمل بر هزار ورقه و متضمن ۵۰۰ رساله از آن حضرات، تألیف کرده است. بر تلو شیمی دان فرانسوی که به پندر شیمی ستنز مشهور است سخت تحت تأثیر جابر واقع شده و می گوید جابرس در علم شیمی همان مقام و پایه را داشت که ارسطو در علم منطق. به نظر او همه پژوهشگران اسلامی هر آنچه در این علم پژوهش و بررسی کرده اند همه را از جابر نقل کرده اند زیرا بر تألیفات و پژوهشهای او اعتماد داشته تا جایی که خود بر تلو به آموختن زبان عربی پرداخت تا بتواند کتابهای جابر را به زبان فرانسه ترجمه کند. کتاب الزریق تحت عنوان زریق شرقی و زریق غربی که آن دو را از مجموعه ۴۴۰ شعبه عربی کتابخانه لیون به دست آورد چاپ کرده دو نسخه از آن در کتابخانه ملی پاریس در مجموعه ۲۶۰۶ وجود دارد. جلدی، مؤلفی بسیار مطلع و صاحب نظر در تاریخ شیمیدانهای عرب است وی که در ۷۶۲ هجری قمری در گذشت در کتابش به نام «نهایه الطلب» مشکلات و فشارهای بسیاری را که شیمیدانان عرب در آغاز اشتغالشان به این علم تحمل کردند، حکایت می کند.



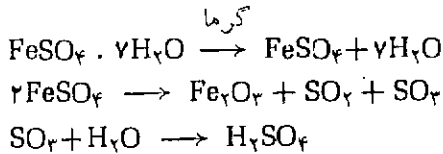
صفحه اول رساله عنان الطلوع جابرس

ابوبکر محمد بن زکریای رازی جالینوس جهان اسلام در کتاب الحاوی چنین آورده است «قال استاذنا ابو موسی جابر بن حیان ... و این عبارات می رساند که رازی از بر تو دانش جابرس کسب معرفت کرده است. جابرس می گوید: من دو هزار دفتر در فلسفه، صنعت، پزشکی، ریاضی، زهد، مواظ و کیمیا برداختم.

خود تحت عنوان مختار رساله های جابر بن حیان را در قاهره به چاپ رسانید و سپس از سال ۱۹۴۲ تا ۱۹۴۳ میلادی دو کتاب درباره شرح حال و آثار وی تدوین کرد. اریک جان هولمیارد (Eric John Holmyard) خاورشناس انگلیسی که تخصص و آفری در پژوهشهای تاریخی در باره جابرس دارد، چنین می نویسد: «جابر شاگرد و دوست امام صادق (ع) بود و در وجود امام خود شخصیت والایی همراه همکاری و پیشوایی توأم با امانت دیده بود به طوری که نمی توانست از او جدا و بی نیاز بماند جابرس می کوشید تا با راهنمایی استادش علم شیمی را از بند افسانه های کهن مکاتب اسکندری آزاد کند و در این کار تا اندازه ای به مقصود رسید از این رو باید نام جابرس را همیشه با نام بزرگان و پیشگامان این علم مانند بویل، پریستلی و لاوازیه مقارن دانست.» مسلیحه مجریطی می گوید «دانشمندی که درصنعت کیمیا به

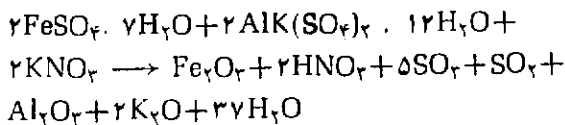
جورج سارتون (G. Sarton) می گوید: جابرس از بزرگترین دانشمندان است که در میدان علم در قرون وسطی شناخته شده اند. شمس الدین سامی می گوید: جابرس بن حیان ابو موسی یکی از مشاهیر حکمای عرب و در حکم بنیانگذار فن کیمیا است. ترجمه شرح حالش کاملاً معلوم نیست به روایتی از اهل طوس و به روایت دیگر از اهالی حران بود و برخی از آنان او را صائینی می دانند و احتمالاً به سال ۱۶۰ هجری قمری در گذشته و به یک روایت علم کیمیا را از امام صادق (ع) و به روایت دیگر از کیمیاگری به نام خالد بن یزید بن معاویه آموخت و در دایرة المعارف اسلام آمده است که جابرس بن حیان کیمیاگر مشهوری بود. در قرون وسطای مسیحی جابرس به نام Geber (جبر، ژبر، جمبر) نامیده می شد و در زبان عربی به نام ابو موسی جابرس بن حیان الازدی.

این اسید را از مسلمانان آموختند حتی نام آن را *Huile de vitriol* یا *Oil of vitriol* نامیدند. امروز یکی از روشهای تهیه اسید سولفوریک در صنعت است می‌دانیم که به علت کاربرد فراوان، این اسید در صنایع گوناگون می‌توان مصرف سالانه این اسید را نموداری از رشد و پیشرفت صنعتی یک کشور دانست. از این رو اسید سولفوریک به مادر صنعت یا *ام‌الصنایع* مشهور است. روش جابر را با بهره‌گیری از نشانه‌های عنصر شیمیایی می‌توان به صورت معادله‌های شیمیایی زیر نشان داد:



در کشورها سالانه، صدها هزار تن اسید سولفوریک به وسیله صنایع پتروشیمی (شیمی نفت)، ذوب آهن و صنایع نظامی تهیه می‌شود.

جابر اسید نیتریک یا جوهر شوره را نخستین بار از تقطیر آمیخته‌ای از زاج سبز، نیترات پتاسیم و زاج سفید به دست آورد. امروزه نحوه عمل را با بهره‌گیری از نشانه‌های شیمیایی می‌توان چنین نوشت:



جابر در کتاب *الریاض خود فصلی* را به بحث درباره آبهای تیز اختصاص داده و در آن آبهای تیز را به چهار گروه طبقه‌بندی کرده و روشهای بیشماری برای تهیه آن ارائه داده است. در نسخه خطی این کتاب که در کتابخانه ملی ایران موجود است، باب ششم آن به آبهای تیز اختصاص دارد. این آبهای تیز به ترتیب عبارتند از: ماء‌الملح (آب نمک)، ماء‌النوره (آب آهک) و غیره.

شگرف (یا شنجرف یا لزنجر یا سینار *Cinnabar*) به فرمول  $\text{HgS}$  را تهیه کرد و روش تهیه آن را در کتاب *الخواص* آورده است، کربنات سدیم را از شستن خاکستر اشنان تهیه کرد و این محلول را در زبان فارسی *شخار* می‌گفتند. اصطلاح *شخودن* را به وی نسبت می‌دهند و امروز این عمل را صابون‌سی شدن (*Saponification*) می‌نامند. پس از آن ارنست سلوی (*Solvay*) شیمیدان سوئدی هم آن را تهیه کرد و امروز به روش سلوی مشهور است. برای اینکه مقاله به درازا نکشد تنها بخشی از کارهای علمی جابر عنوان شد.

مورخین مشهور وفات جابر را به سال ۲۵۵ هجری قمری نوشته‌اند.

#### منابع:

۱- لغتنامه دهخدا

۲- grand Larousse encyclopedique (5.8)

۳- chambers's dictionary of scientists A.V. Howard, B.Sc.

طور کامل برتری و برجستگی داشت و بر همه مقدم بود شیخ اجل ابو موسی جابر بن حیان بود، آری او بنیانگذار علم میزان است و توانست این علم را پس از آنکه بر مردم پوشیده بود و جزء علوم مکتوبه به شمار می‌رفت، آشکار سازد.

تألیفات جابر بسیار است و از او صدها کتاب به جای مانده است که هر کدام از کتابهایش در باره یکی از علوم است. آنچه را که شرح داده شده یا در کتابخانه‌های شرق و غرب به صورت دست نویس موجود است یا آنهایی را که ترجمه شده و یا به چاپ رسیده است و نیز کتابهایی که در مدارک معتبر از آنها نام برده شده است برخی از آنها را یاد می‌کنیم که عبارتند از:

۱- الواحد الاول، که این ندیم آن را به نام الواحد الکبیر نامیده است. نسخه‌ای از این کتاب در شعبه عربی کتابخانه ملی پاریس در مجموعه ۲۶۵۶ موجود است.

۲- الواحد الثاني ۳- الارکان الاربعه ۴- الیاب ۵- النور ۶- الزیبق ۷- الموازین ۸- کتاب نار الحجر ۹- المقابله و المائله ۱۰- خواص اکسیر الذهب ۱۱- الرحمه ۱۲- التدابیر (نسخه‌ای از این کتاب در کتابخانه مرکزی دانشگاه تهران موجود است). ۱۳- رسائل الجابر بن حیان ۱۴- الخواص ۱۵- الریاض وغیره .

تعدادی از این کتابها را به زبانهای دیگر ترجمه کرده‌اند. همانطور که در مقدمه این مقاله آمده است جابر را پسر شکی از مخترعین و کشفین علم کیمیا و بنیانگذاران کیمیا جدید، شیمی بوده است. او در کیمیا قدیم به تحول و تبدیل برخی سنگهای کانی می‌پرداخت و به ویژه برای شناساندن فلزهای ارزان بها مانند سرب، مس و نحوه تبدیل آنها به فلزهای گرانی مانند سیم و زر (نقره و طلا) تألیفات فراوان داشته است.

تیزاب معمولی یا جوهر شوره یا اسید نیتریک ناخالص یا تیزاب سلطانی یا تیزاب فاروقی (محلولی است از یک حجم اسید نیتریک و سه حجم اسید کلریدریک) به وسیله جابر تهیه شده است. کلرید جیوه (II) یا سوبلیمه به فرمول  $\text{HgCl}_2$ ، سفید آب سرب یا نیدروکربنات سرب  $\text{Pb}(\text{OH})_2$   $\text{PbCO}_3$  را هم به دست آورده است. به نقل از منابع عتیقه علمی، نخستین کسی که به وجود ارسنیک پی برد جابر بود. نیترات نقره یا سنگجهنم توسط وی تهیه شد. تهیه سم الفار یا مرگ موش  $\text{As}_2\text{O}_3$  یا  $\text{As}_2\text{O}_5$ ، گوگرد، تعدادی از زاجها، ملنمه‌های گوناگون و آلیاژها گوشه‌ای از کارهای جابر است. برای نخستین بار مسأله سوختن و احیا کردن را در کارهای شیمیایی بیان کرد. در باره فلزها و پیدایی آنها نظریه‌ای ارائه داد که به کبریت و زیبق مشهور است. کاغذ نسوز، آب طلا و کربنات پتاسیم را ساخت و دی اکسید منگنز یا صابون شیشه‌گری را در ساختمان شیشه به کار برد.

جابر نخستین کسی است که اسید سولفوریک یا جوهر گوگرد را از تکلیس زاج سبز یا سولفات آهن (II) متیلور به فرمول مولکولی  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{yH}_2\text{O}$  و حل کردن گازهای حاصل در آب به دست آورد و آن را «زیت الزاج» نامید. اروپاییان طرز تهیه

## گفتگویی با برادر دکتر حسین آقائی مدیر محترم گروه شیمی دانشگاه تربیت معلم

### پیرامون

برنامه دوره لیسانس شیمی دبیری و مسائل کلی مربوط به آموزش  
شیمی در دبیرستانها

شیمیایی- شیمی فیزیک پیشرفته- ترمودینامیک آماری و...) دوره  
لیسانس و فوق لیسانس شیمی را در این دانشگاه و در برخی  
دانشگاههای دیگر تدریس می‌کنم.

س- لطفاً در مورد عده اعضاء هیئت علمی گروه شیمی دانشگاه  
تربیت معلم توضیحاتی بفرمایید.

ج- گروه شیمی دانشگاه تربیت معلم فعلاً در حدود چهل  
عضو هیئت علمی دارد. بیش از نیمی از این تعداد، دارای دکترای  
تخصصی در رشته‌های مختلف شیمی هستند که باسماهای استادیاری،  
دانشیاری و استادی مشغول کارند. بقیه همکاران دارای درجه فوق  
لیسانس هستند که به‌عنوان مربی و کارشناس آموزشی دروس  
آزمایشگاهی را تدریس می‌فرمایند.

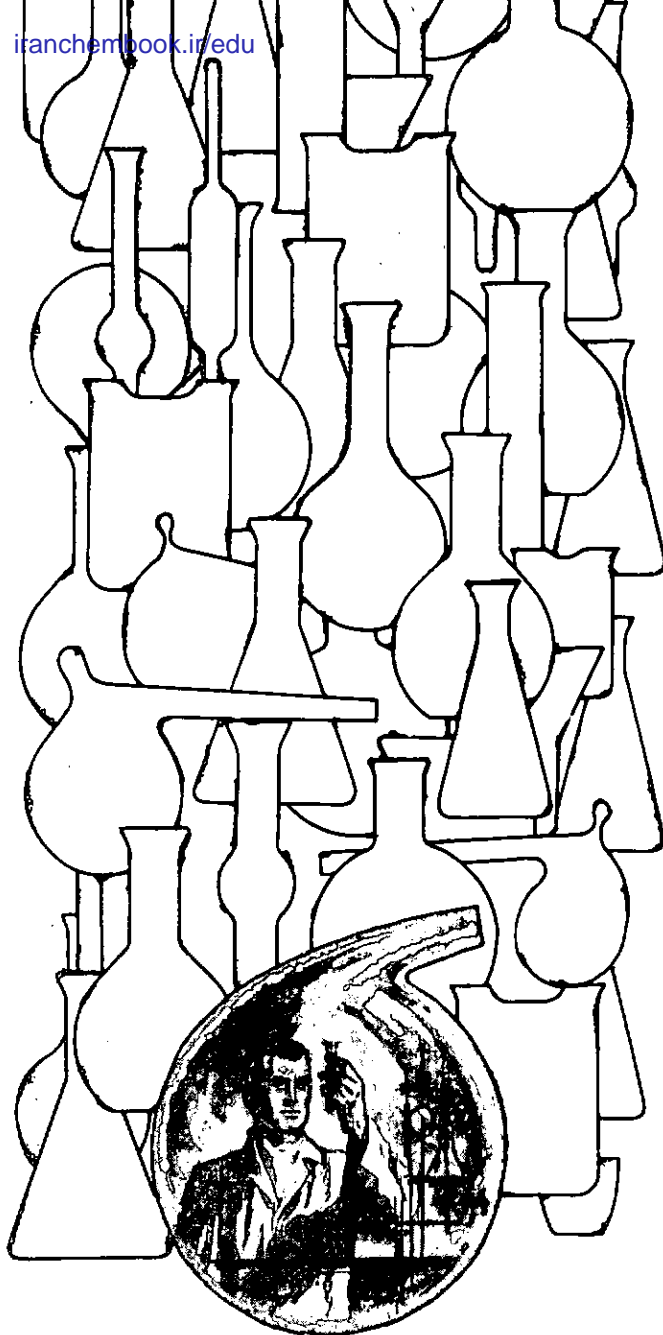
همانطوری که می‌دانید دانشگاه تربیت معلم دارای شعباتی  
در شهرهای زاهدان، یزد، کاشان و اراک است. اعضاء هیئت علمی این  
گروه با گروههای شیمی آن شعبات نیز همکاری فعال و مؤثر دارند  
و بسیاری از دروس شیمی در آنجاها را تدریس می‌فرمایند.

س- اعضاء هیئت علمی گروه شما علاوه بر تدریس دارای  
چه فعالیتهای دانشگاهی دیگر هستند؟

ج- هر يك از اعضاء هیئت علمی به‌موازات تدریس در  
فعالیهایی مانند تألیف و ترجمه کتاب تهیه متون درسی و کارهای  
تحقیقاتی فیزیک دارد. هر استاد بسته به رشته تخصصی خود، در

با برادر دکتر آقائی در دفتر کارشان به گفتگو می‌نشینیم تا از  
دیدگاههای ایشان پیرامون مسائل کلی مربوط به آموزش شیمی در  
دانشگاه و در دبیرستان باخبر شویم. قبل از پرداختن به موضوع اصلی  
از برادر دکتر آقائی درخواست می‌کنیم که شرح مختصری از سابقه  
فرهنگی خودشان را برای خوانندگان عزیز مجله بازگو کنند:

اینجانب در حدود سی سال است که به‌کار معلمی و امر تعلیم و  
تربیت مشغول می‌باشم. (در حدود ده سال آن، در وزارت آموزش و  
پرورش و بقیه در دانشگاه). به‌راستی با اطمینان می‌توانم بگویم که  
در این مدت، آن اوقاتی را که در کلاسهای درس صرف تعلیم و تربیت  
دانش‌آموزان و دانشجویان نموده‌ام، یا به‌بحث و گفتگو با همکاران  
عزیزان، دبیران شیمی گذرانده‌ام، از بهترین و مقبولترین ایام  
زندگی محسوب می‌شود. در طول این مدت، همواره به‌کارم عشق  
ورزیده‌ام و در این راه احساس خستگی نکرده‌ام. کار معلمی و خدمت  
فرهنگی را از تدریس در مدارس روستاهای محروم کشورمان  
(روستاهای شهرستان فسا) آغاز کرده‌ام. با عنایت خداوند متعال  
همراه با تدریس امکان ادامه تحصیل هم فراهم آمده است. در حال  
حاضر عضو هیئت علمی گروه آموزشی شیمی دانشگاه تربیت معلم  
هستم و نزدیک به سه سال است که مسئولیت اداره گروه را نیز به‌عهده  
دارم. دروس شیمی فیزیک (مانند ترمودینامیک شیمیایی- سینتیک



آزمایشگاههای تحقیقاتی به پژوهشهای مورد نظر نیز می‌پردازد. اعضاء هیئت علمی گروه، در جریان سه سال گذشته، کار مطالعه آزمایشگاهی در حدود سی طرح تحقیقاتی کاربردی را به تمام رسانیده‌اند و برخی از آنها در صنعت به مرحله اجرا نیز رسیده است.

گروه شیمی این دانشگاه در سالهای اخیر با همکاری گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و دفتر آموزش ضمن خدمت وزارت آموزش و پرورش چند دوره بازآموزی برای دبیران شیمی ترتیب داده است که نتایج کار، رضایت بخش بوده و از این راه از نظریات دبیران شیمی با اطلاع شده است.

س- در حال حاضر محتوای برنامه دوره لیسانس شیمی دبیری دانشگاه تربیت معلم به چه صورت است؟

ج- مطابق برنامه مصوب ستاد انقلاب فرهنگی، دوره شیمی دبیری در نوگشایی، شامل ۱۸۰ واحد درسی به شرح زیر است: (به طور متوسط دوره لیسانس شیمی دبیری چهار سال و نیم طول می‌کشد): ۳۶ واحد دروس عمومی- ۲۸ واحد دروس تربیتی- ۱۱۶ واحد دروس تخصصی. از ۱۱۶ واحد اخیر در حدود ۱۵ واحد آن فیزیک- ۱ واحد آن ریاضی و بقیه از دروس شیمی است.

در برنامه‌ای که پیشنهاد شده است، فارغ‌التحصیلان شیمی دبیری می‌توانند از طریق آزمون در دوره فوق لیسانس شیمی دبیری پذیرفته شوند.

لازم به تذکر است که دروس شیمی و سرفصلهای آن (۱۱۶ واحد تخصصی) در تمام دانشگاهها یکسان است و دانشجویان شیمی دبیری ۲۸ واحد دروس تربیتی را بیش از سایرین می‌گذرانند. با این برنامه جدید، با خواست خداوند، در آینده نزدیکی عده قابل توجهی دبیر شیمی آماده تدریس خواهند شد. گروه شیمی دانشگاه تربیت معلم و شعب وابسته در سال قبل در حدود ۲۰۰ نفر دانشجوی جدید در نوگشایی دانشگاهها پذیرفت و در سال جاری نیز در حدود همین تعداد دانشجو خواهد پذیرفت. البته دانشگاههای دیگری نیز به سهم خود دانشجو در رشته شیمی دبیری می‌پذیرند. در ضمن دانشجویانی که با نظام آموزشی قبل پذیرفته شده‌اند نیز مشغول تحصیل اند که به تدریج فارغ‌التحصیل خواهند شد.

در اینجا لازم می‌دانم متذکر شوم که محتوای دروس دوره لیسانس شیمی دبیری از کیفیت خوبی برخوردار بوده و در سطح بالایی است. برای مثال دو درس شیمی عمومی یک و دو که تنها ۶ واحد از ۱۱۶ واحد تخصصی را تشکیل می‌دهد در سطح کتابهایی مانند شیمی عمومی تألیف چارلز مورتمیر- پیمنتال و نظایر آنها تدریس می‌شود.

س- در مورد محتوای فعلی شیمی در دبیرستانها و هم‌آهنگی آن با برنامه شیمی در دانشگاهها چه نظری دارید؛ در صورت وجود ناهم‌آهنگیها و احیاناً پاره‌ای نارساییها، چه راههایی برای رفع آنها با در نظر گرفتن نظریات دبیرانی که در کلاسهای بازآموزی و در سمینارها با جناب عالی در میان گذاشته‌اند، پیشنهاد می‌نمایید؟

ج- هر چند که محتوای فعلی شیمی دوره چهارساله دبیرستان در برخی

از زمینه‌ها پیشرفته و در سطح خوبی قرار دارد و از این نظر بایستی از زحمات طراحان برنامه و دست‌اندرکاران دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی آموزش و پرورش و مؤلفان کتابهای شیمی دبیرستان صمیمانه قدردانی نمود، اما محتوای مذکور در مجموع دارای کمبودهایی است و با هم‌آهنگی لازم همراه نیست.

من باب مثال، باسیری در کتابهای شیمی دبیرستانی متوجه می‌شویم در برخی جاها مطالب در سطح بالا و نزدیک به آنچه در دانشگاهها تدریس می‌شود به رشته تحریر درآمده است و در مقابل برخی مطالب ضروری دیگر، یادگیری از آنها به میان نیامده است. یا آنکه حق مطلب در حد خود ادا نشده است. (اغلب دبیران شیمی شرکت‌کننده در دوره‌های بازآموزی و کارآموزی از همین موضوع گلّه و شکایت دارند). البته در اینجا قصدمان آن نیست که جزئیات مربوط به محتوای فعلی شیمی دبیرستان را به بحث در آوریم، زیرا این کار نیاز به فرصت کافی و مقدمات دیگر دارد که در اینجا جای آن نیست. تنها از باب تذکر اشاره‌ای به آن شد. به هر صورت آنچه محقق است این

میزان بازدهی و زحمت کشی انسان در دبیرستانها ارزشیابی دقیق و مطمئنی به عمل نمی آید و این مسئله می تواند باعث دلسردی معلمان دلسوز و علاقمند شود. لازم است بر مبنای بررسیهای جامع و دقیق، با اسلوب پسنجیده ای که درخور مقام معلم باشد، از معلمان با اخلاص و کوشا قدردانی شود و امکانات تشویق و دلگرمی آنها فراهم آید.

مطلب بسیار مهم دیگری که شایسته گفتن است و لازم است که مورد عنایت خاص قرار گیرد، تسوچه داشتن به مقام معلم و تأمین شرایط همه جانبه در جهت اعتلای آن است. همانطور که همه می دانیم در دین مبین اسلام برای تعلیم و تعلم ارزش بسیار زیادی در نظر گرفته شده است و مقام و منزلت والایی برای معلم قائل شده است. به طوری که در روایت آمده است که علما در زمره وارثین انبیاء اند. علاوه بر آن پیغمبر گرامی و ائمه اطهار پیوسته مسلمانان و صاحبان خود را به فرا گرفتن علوم و فنون و دانش زمان خود تشویق می فرمودند و مقام معلم را همواره ارج می نهادند و معلمان و متعلمان را مورد ملاحظت و عنایت خاص قرار می دادند. در ادیان و جوامع دیگر هم که بتکریم، بازمی بینیم که به امر تعلیم و تربیت توجه خاص مبذول شده و در سرلوحه امور دیگر قرار دارد. به طور کلی به جرات می توان گفت که کامیابی یا ناکامی جوامع و ملل مختلف مدیون نظام تعلیم و تربیت آنان و چگونگی پیاده کردن آن است. يك نظام تعلیم و تربیت صحیح و اجرای درست آن می تواند جامعه را به سوی نیک بختی سوق داده و به سر منزل مقصود برساند. از این رو تدوین يك نظام آموزشی جامع و بارعایت موازین اسلامی در سطح تعلیمات ابتدایی و متوسطه امری ضروری است و از آن ضروری تر تربیت نیروی انسانی کارداران و لایق برای اجرای آن است. تدوین يك نظام آموزشی در قلمرو نوشته ها و پرروی کاغذ امر دشواری نیست. آنچه بسیار دشوار و درخور توجه است، پیاده کردن درست آن نظام است. برای پیاده کردن يك نظام آموزشی در قدم اول به معلمان کارداران و آگاه و باتقوا و راضی و دلگرم احتیاج است. برای این منظور نخست بایستی که افراد مورد نظر را آماده کرد. این کار از طریق آموزش لازم به معلمان شاغل و تربیت نیروهای جدید امکان پذیر است. در پی آن بایستی شرایطی فراهم کرد که این معلمان با علاقه و دلگرمی و وظائف خود را با اخلاص پیاده کنند. در راه نیل به این هدف، بدون هیچگونه تعارف لازم است که به وضع معلمان از هر نظر توجه شود. مثلاً مقام و منزلت معلم به اجتماع شناساننده شود. ارزش معنوی کار معلم مشخص گردد. امکانات رفاهی و مالی معلم در حد يك زندگی ساده و ضروری تأمین شود. البته این مطلب اخیر به این معنی نیست که تاکنون در زمینه اعتلای مقام معلم و فراهم ساختن امکانات رفاهی برای معلمان کوششی نشده و یا اقداماتی صورت نگرفته است، بلکه منظور تأکید بر اهمیت موضوع و جلب توجه هر چه بیشتر مسئولان به آن می باشد. در پایان امید است کلیه همکارانمان در وزارت آموزش و پرورش با تسوکل به خداوند متعال در انجام وظیفه بسیار خطیری که به عهده دارند با دلگرمی تمام کوشش کنند و در راه ساختن افرادی اندیشمند و باتقوا و انسانهای کارداران و آگاه برای جامعه کوشا باشند.

است که بایستی برنامه شیمی چهار ساله دبیرستان با شرکت افراد صاحب نظر (از دانشگاهها به ویژه دانشگاه تربیت معلم، از مؤلفان کتابهای شیمی فعلی دبیرستان، از دبیران با سابقه، از کارشناسان آموزشی و تربیتی و از صنایع و کارخانجات داخلی) همراه با سایر برنامه های درسی، مورد تجدید نظر جدی قرار گیرد. در این راه، وزارت آموزش و پرورش به عرض میزبان که سرمایه گذاری کند و هر اندازه که کوشش و جدیت به خرج دهد بجا خواهد بود، و ارزش بالایی خواهد داشت. بدیهی است که پس از برنامه ریزی، برای تألیف کتابهای درسی می بایستی مراقبت بسیار نمود. حوصله و بردباری فراوان به خرج داد. زیرا به فرض اگر در صفحه ای از صفحات یکی از کتابهای درسی مطلب نامناسبی درج شده باشد، شما حساب کنید که چند میلیون دانش آموز از آن متأثر شده و با بدآموزی روبه رو می شوند. وجه اوقات و نیروهای از آنها به هدر می رود. از این رو لازم است که نحوه تألیف کتابهای درسی کاملاً متفاوت از قبل شود. يك راه حل مناسب آن است که برای هر رشته درسی گروهی مرکب از چند استاد دانشگاه و چند دبیر و رزیده و با شرکت کارشناسان آموزشی مأموریت یابند که زیر نظر مستقیم دفتر تحقیقات و برنامه ریزی وزارت آموزش و پرورش به تألیف کتابهای مورد نظر بپردازند. در این باره ذکر جزئیات بیشتری ضروری است که در اینجا نمی توان به آنها پرداخت. در صورتی که مسئولان محترم آموزش و پرورش راغب به آن باشند می توان مراتب لازم را به استحضارشان رساند.

از موضوع برنامه و کتابهای درسی که بگذریم، گاه دیده می شود که برخی از خواهران و برادرانی که تحصیلاتشان در رشته شیمی نیست تدریس شیمی دبیرستانها را به عهده می گیرند، و با اگر از شیمی اطلاعات کافی دارند از رموز آموزش شیمی و مسائل تربیتی بهره کافی ندارند. این دو موضوع دشواریهای زیادی را برای دانش آموزان و برای خود دبیران فراهم می آورد و بازدهی کار آنان را به حداقل می رساند. راه چاره آن است که تدریس شیمی حتی الامکان به عهده لیسانسیه های شیمی واگذار شود و در عین حال همه ساله کلاسهای بازآموزی و کارآموزی در زمینه آموزش شیمی با برنامهای حساب شده، در سطح استانها تشکیل شود.

موضوع دیگر اینکه از همکارانمان در دبیرستانها که تدریس درس شیمی به عهده دارند مصراً تقاضا می شود که تا آنجا که می توانند آموزش شیمی را با آزمایش و تجربه همراه سازند و در عین حال از مقامات مسئول آموزش و پرورش نیز درخواست می شود که در مجهز ساختن آزمایشگاههای دبیرستانها همت نمایند.

مسئله دیگر اینکه به امر تهیه و تألیف کتابهای کمک درسی و کتابهای راهنمای معلم تسوچه بیشتری مبذول گردد. امید است با برنامه ریزیهای دقیق قدمهای مؤثری در این باره برداشته شود. دانشتان مجلات علمی و تربیتی لازم در سطح دبیرستان کمبود دیگری است. امید است مقامات مسئول اقدام لازم برای آن به عمل آورند.

موضوع مهم دیگر آن است که در حال حاضر از کار دبیران و

# نیروهای بین مولکولی

دکتر محمد رضا ملاردی

(Intermolecular forces)

مقدمه

آشنایی با ماهیت نیروهای بین مولکولی و نقش آنها در پدیده‌های فیزیکی شیمیایی اهمیت بسیار زیادی دارد. با شناختن ماهیت این نیروها و چگونگی تأثیر آنها، می‌توان علل بروز بسیاری از خواص غیر عادی و یا روند تغییرات غیر منتظره در خواص فیزیکی - شیمیایی مواد گوناگونی را که ساختمان مشابه دارند، توجیه و تجزیه و تحلیل کرد.

تعریف

کلیه تأثیرات متقابلی که بین ذرات خنثای آزاد (مانند مولکولها یا اتم‌گازهای بی‌اثر) و یا گاهی بین ذرات خنثی و یونها به وجود می‌آید، اصطلاحاً **نیروهای بین مولکولی** نامیده می‌شود، که با شناخت آنها می‌توان حالت فیزیکی (یعنی گاز بودن، مایع بودن و یا جامد بودن) یک ماده را در شرایط معین پیش‌بینی کرد و یا تفاوت بین تقاط ذوب یا جوش مواد این‌زومر، انحلال ترکیبات قطبی و یونی در حلالهای قطبی، انحلال ترکیبات یونی و یا قطبی در حلالهای غیر قطبی، مایع شدن و یا جامد شدن مواد غیر قطبی و یا قطبی، خواص غیر عادی برخی از مواد نسبت به ترکیبات مشابه (مانند خواص غیر عادی آب، فلوتورید هیدروژن، آمونیاک و...) را به خوبی توجیه کرد. برای مطالعه دقیق نیروهای بین مولکولی آنها را به ترتیب زیر تقسیم و بررسی می‌کنیم:

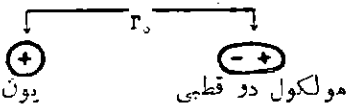
الف - تأثیرات متقابل یون - دو قطبی

## (Ion - dipole interactions)

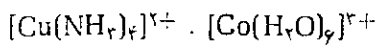
این نوع تأثیرات متقابل، بین مولکولهای قطبی و یونها به وجود می‌آید و برعکس نیروی جاذبه الکتروستاتیکی بین یونها، دارای جهت مشخصی بوده و مقدار انرژی پتانسیل مربوط به آنها به مقدار انرژی پتانسیل نیروهای جاذبه بین یونها، نسبتاً نزدیک است و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = -\frac{|z|\mu}{r_0^2} \quad (1)$$

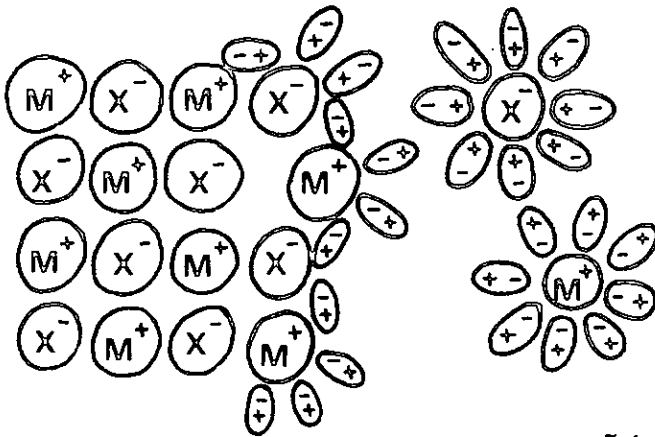
$|z|$  قدر مطلق بار یون،  $\mu$  ممان دو قطبی (عزم قطبی) مولکول قطبی (بر حسب دپای) و  $r_0$  فاصله بین مرکز مولکول قطبی و مرکز یون (بر حسب سانتیمتر) است؛



به کمک همین تأثیرات متقابل است که می‌توان انحلال ترکیبات یونی را در حلالهای قطبی از جمله آب، سولواتاسیون و هیدراتاسیون یونها را به خوبی توجیه کرد. مانند انحلال  $\text{NaF}$  در آب و هیدراتاسیون یونهای  $\text{Na}^+$  و  $\text{F}^-$ . یونهای هیدراته یا سولواته غالباً پایداری کافی دارند، به ویژه در مورد عناصر واسطه به صورت یونهای کمپلکس در محلول و یا در شبکه بلور کاملاً پایدارند. مانند یونهای کمپلکس:



$\text{M}^+ \text{X}^-$  از شبکه بلورها (حلالهای قطبی)



یادآوری

ممان دو قطبی هر پیوند (یا مولکولهای قطبی که فقط یک پیوند قطبی دارند مانند HF از رابطه  $\mu = q \cdot l$  (دپای) به دست می‌آید که در آن  $q = \delta e$  قدر مطلق بار قطبهای پیوند (بر حسب

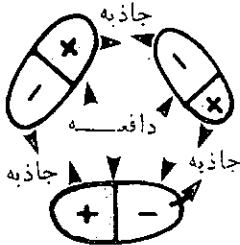
$e = 4.8 \times 10^{-10}$  بار الکترون بر حسب واحد الکتروستاتیک و  $\delta$  بار جزئی اتمها در پیوند قطبی بر حسب واحد نسبی بار الکترونیکی است.

کوتاه قابل توجه است از اینرو در حالت گازی، مقدار آنها قابل چشم پوشی است. باید توجه داشت که عملاً سه عامل به شرح زیر از جهت گیری کامل مولکولهای قطبی و کاهش شدت تأثیرات متقابل دو قطبی ممانعت می کند:

۱- جزیی بودن بار آنها در پیوندهای قطبی ( $\delta$ ). مثلاً در مورد  $H-Cl$ ، مقدار  $\delta$  برابر  $0/17$  بار الکترون است. ( $\delta = 0/17$ )

۲- حرکت دائمی مولکها به ویژه در حالت گازی که مانع نزدیک شدن مولکولهای قطبی و هم راستا شدن آنها می شود.

۳- دافعه بین قطبهای همنام که در نزدیکی یکدیگر قرار می گیرند.



ج - تأثیرات متقابل دو قطبی های القا یی (Induced dipoles interactions)

هر گاه یک مولکول قطبی (یا یک یون) در مجاورت یک مولکول غیر قطبی و خنثی قرار گیرد، امکان پیدایش تغییراتی در شکل ابر الکترونی متقارن مولکول غیر قطبی، توسط مولکول قطبی (بسیار توسط ذره باردار) مجاور و به هم خوردن تقارن آن وجود دارد که در نتیجه آن مولکول غیر قطبی به صورت مولکول قطبی درمی آید و به نوبه خود این قطبیت را در مولکول مجاور که قابلیت قطبیت شدن دارد، القا می کند. بدین ترتیب تمام مولکولهای غیر قطبی نزدیک به هم، یکی پس از دیگری به صورت مولکولهای قطبی درآمده، در راستای محور مولکولی خود جهت گیری می کنند و بین آنها نیروی جاذبه الکتروستاتیکی که با میزان قطبیت القاء شده در آنها بستگی دارد، برقرار می شود:



شمای قطبی شدن مولکول غیر قطبی توسط ذره باردار



شمای قطبی شدن مولکول غیر قطبی توسط مولکول قطبی

۱- البته امکان القا و قطبیت در یک مولکول قطبی و تغییر وضعیت الکترونی توسط مولکول قطبی دیگر و یا ذره باردار وجود دارد.

واحد الکتروستاتیک:  $(e.s.u)$  و  $l$  طول پیوند بر حسب سانتی متر و هر دپای برابر  $10^{-18}$  واحد الکتروستاتیک در سانتی متر است. مثلاً در مورد مولکول کلرید تیدروژن که  $\delta = 0/17$  و  $l = 1/278 \text{ \AA}$  است، داریم:

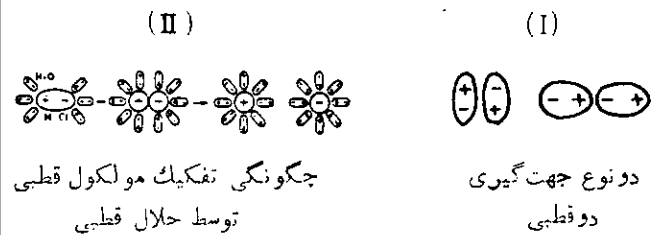
$$\mu = \delta e.l = 0/17 \times 4/8 \times 10^{-10} \times 1/278 \times 10^{-8} = 1/03 \times 10^{-18} \text{ e.s.u cm} = 1/03 \text{ (دپای)}$$

ب- تأثیرات متقابل دو قطبی - دو قطبی

(Dipole - Dipole interactions)

این نوع تأثیرات متقابل بین مولکولهای قطبی به ویژه در حالت مایع و جامد پدید می آید که عامل اصلی حل شدن ترکیبات قطبی در حلالهای قطبی، تفکیک یونی مولکولهای قطبی در حلالهای قطبی، مایع شدن و یا جامد شدن گازهایی است که مولکول قطبی دارند. چون این نوع تأثیرات متقابل اولین بار توسط کیسوم (Keesom) در سال ۱۹۱۲ مورد مطالعه قرار گرفت آنرا اثر کیسوم نیز می نامند. از طرفی، وقتی دو مولکول قطبی به هم نزدیک می شوند، عموماً طوری نسبت به یکدیگر جهت گیری می کنند تا قطبهای غیر همنام آنها در مقابل یکدیگر در راستای محور مشترک خود (و یا در میدان الکتریکی در راستای میدان قرار گیرند چون این عمل به نام جهت گیری مولکولهای قطبی موسوم است، از این رو این نوع تأثیرات متقابل را اثر جهت گیری (orientation effect) می نامند.

چگونگی تفکیک یونی مولکول قطبی در حلال قطبی و دو نوع جهت گیری متفاوت مولکولهای قطبی در زیر نشان داده شده است:



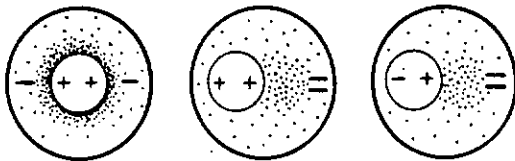
البته امکان حالتی غیر مشخص جهت گیری مولکولهای غیر قطبی که بین این دو حالت حد قرار دارد نیز وجود دارد. به طور کلی، هر گاه طول محور بزرگتر مولکول،  $1/12$  برابر طول محور کوچکتر آن باشد، احتمال جهت گیری (II) نیز وجود دارد. هر چه مولکول کشیده تر باشد، امکان حالت (II) بیشتر است. در دمای معمولی هر دو نوع جهت گیری مولکولهای قطبی پایدارند، در هر حال، نیروی جاذبه در حالت (I) بیشتر است و مقدار انرژی پتانسیل در این حالت از رابطه زیر به دست می آید:

$$E = \frac{2\mu_1\mu_2}{r^3} \quad (2)$$

که در آن  $\mu_1$  و  $\mu_2$  ممانتهای الکتریکی دو مولکول قطبی و  $r$  فاصله مراکز دو مولکول است. مقدار این نوع تأثیرات متقابل فقط در فاصلههای نسبتاً

وضعیت متقارن ابر الکترونی را می‌توان ثابت و بدون تغییر و میانگین ممانهای دو قطبی آنها را برابر صفر در نظر گرفت ولی به علت اینکه امکان بروز عدم تقارن لحظه‌ای (یا تصادفی) در توزیع الکترونها، در هر لحظه وجود دارد، پیدایش قطبیت لحظه‌ای و ممان الکتریکی لحظه‌ای در این نوع ذرات قابل پیش‌بینی است. مثلاً در مورد مولکول هیدروژن ( $H_2$ ) و یا اتم هلیم ( $He$ ) که هر کدام دو الکترون دارند، ممکن است در تمام لحظات هر دو الکترون به فاصله مساوی از هسته قرار نداشته و یا نیروی دافعه بین آنها و یا جاذبه هسته برای آنها در تمام لحظات یکسان نباشد. در نتیجه عدم تقارن لحظه‌ای در توزیع ابر الکترونی آنها به وجود می‌آید که منشا همان‌های لحظه‌ای در آنهاست. با توجه به اینکه این ممانها لحظه‌ای جهت خاصی ندارند، در مجموع و در طول زمان معین برآیند آنها برابر صفر است، مولکول دارای قطبیت و ممان دائمی نیست، ولی در هر لحظه و به‌طور تصادفی مولکول را می‌توان قطبی در نظر گرفت که موجب القاء قطبیت در مولکولهای مجاور می‌شود.

چون دو قطبی‌های لحظه‌ای که به این طریق به‌وجود می‌آیند بسیار ضعیفند نیروهای جاذبه حاصل از جهت‌گیری آنها چندان زیاد نیست ولی با وجود این، همین نیروهای بسیار ضعیف بین مولکولی است که در مایع شدن گازهای بی‌اثر و گازهای که مولکولهای غیر قطبی دارند مانند هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، فلور، کربن و غیره نقش اساسی دارند و تنها نیروی جاذبه‌ای اند که پیوند بین ذرات را در حالت جامد در شبکه بلور آنها تأمین می‌کند.



انرژی پتانسیل مربوط به این نیروها که با افزایش فاصله بین مولکولی به سرعت کاهش می‌یابد، از روابط زیر به دست می‌آید و ضعیفترین نوع نیروهای جاذبه الکتریکی بین ذرات است که فقط در فواصل فوق‌العاده کوتاه به ویژه در حالت جامد مقدار آن، قابل ملاحظه است.

$$E_i = -\frac{2\mu \cdot \alpha}{r^6} \quad (6)$$

$$E = -\frac{3I\alpha^2}{4r^6} \quad (7)$$

$\mu$  میانگین ممانهای دو قطبی لحظه‌ای و  $I$  انرژی یونیزاسیون مولکول غیر قطبی (یا اتم گاز بی‌اثر) است. چون این نوع تأثیرات متقابل اولین بار توسط لانندن (London) در سال ۱۹۳۰ مورد مطالعه قرار گرفت، به اثر لانندن (اثر پاشندگی) (Dispersion effect) مشهور است (البته اطلاق

۱- از واژه‌نامه فیزیک مرکز نشر دانشگاهی صفحه ۴۰ اقتباس شده است.

این نوع تأثیرات متقابل اولین بار در سال ۱۹۲۰ توسط دبای (Debye) مورد مطالعه قرار گرفت، از این رو آن را اثر القایی دبای نیز می‌نامند. به کمک همین اثر القایی است که می‌توان حل شدن برخی از ترکیبات یونی را در برخی از حلالهای غیر قطبی و با حل شدن برخی از مواد غیر قطبی را در حلالهای قطبی توجیه کرد.

مقدار نیروی جاذبه مربوط به این تأثیرات متقابل چندان زیاد نیست و با افزایش فاصله به سرعت کاهش می‌یابد، از این رو فقط در فواصل بسیار کوتاه مثلاً در حالت مایع و بسه ویژه در حالت جامد قابل توجه است.

انرژی پتانسیل مربوط به نیروی این نوع تأثیرات متقابل از روابط زیر به دست می‌آید:

$$E = -\frac{|z|\alpha}{r^2} \quad (3)$$

$$E = -\frac{\mu^2 \cdot \alpha}{r^6} \quad (4)$$

که در آنها  $z$  بار یون،  $r$  فاصله بین مراکز یون و مولکول یا فاصله مراکز دو مولکول،  $\mu$  ممان دو قطبی (عزم قطبی) مولکول قطبی القاکننده و  $\alpha$  قطبیت‌پذیری (Polarizability) الکترونی مولکول است.

توضیح: جابه‌جا شدن الکترونها موجب تغییر شکل ابر الکترونی هر یک از اتمهای در مولکول می‌شود. میانگین تأثیرات حاصل از این جا به جایی از بین رفتن تقارن ابر الکترونی مولکول است. اگر یک مولکول غیر قطبی در یک میدان الکتریکی به شدت  $E$  ولت قرار گیرد، دارای خصلت قطبی و ممان الکتریکی  $\mu$  می‌شود. نسبت  $\mu$  به  $E$  را اصطلاحاً قطبیت‌پذیری ( $\alpha$ ) این مولکول غیر قطبی در میدان الکتریکی  $E$  می‌نامند.

$$\alpha = \frac{\mu}{E} \quad (5)$$

هر چه قطبیت‌پذیری مولکول غیر قطبی و قدرت قطبی‌کنندگی مولکول قطبی (یا یون) بیشتر باشد، مقدار نیروی تأثیرات متقابل در قطبی‌های القایی بیشتر است. ولی از آنجایی که عموماً مقدار قطبیت‌پذیری مولکولها کم است، مقدار نیروی این نوع تأثیرات متقابل نسبتاً کم و فقط در فواصل بین مولکولی بسیار کوتاه (مثلاً در حالت مایع یا جامد) قابل ملاحظه است.

د- تأثیر متقابل دو قطبی‌های القایی لحظه‌ای

(Instantaneous or momentary induced dipole interactions)

در ذرات غیر قطبی گرچه در طول یک زمان مشخص،

۱- در کتابهای شیمی دوره دبیرستان، دو قطبی‌های القایی لحظه‌ای اصطلاحاً دو قطبی‌های موقت آورده شده است که ظاهراً در مقابل قطبی‌ها دائمی است ولی در اصل مفهوم درستی ندارد.



همان طوری که انتظار می‌رود داده‌های این جدول نیز نشان می‌دهد مشتقات فلئور دارهیدروکربنها برخلاف مشتقات کلر دار و برم دار مشابه، نقطه جوش بسیار کمتری دارند. در مورد نیتروژن، گرچه تعداد الکترونها نسبت به هیدروژن و نئون بیشتر است، ولی وجود پیوند سه گانه، کوچکی حجم مولکول و جاذبه زیاد بین هسته الکترونها، مقدار نیروی لاندن ناچیز و در نتیجه نقطه جوش آن نسبتاً پایین است.

### توجه ۳

گرچه نیروهای پاشندگی لاندن با جرم مولکول بستگی دارد و به تدریج که جرم مولکولی افزایش می‌یابد، نقطه جوش نیز بالا می‌رود ولی باید توجه داشت که همیشه افزایش جرم مولکولی در بالا بردن نقطه جوش مواد نقش اساسی ندارد. مثلاً جرم مولکولی ترتیم سه برابر جرم مولکولی هیدروژن است، ولی نقطه جوش آنها تفاوت چندانی بایکدیگر ندارد و یا همان طوری که جدول زیر نشان می‌دهد، NO که قطبیت بسیار کمی دارد (دبای قطبی  $\mu = 0.07$ ) و جرم مولکولی آن در حدود جرم مولکولهای غیر قطبی  $N_2$  و  $O_2$  است. نقطه جوش نسبتاً بالاتری دارد.

مولکول	ممان دو قطبی (دبای)	تعداد الکترونها	جرم مولکولی	نقطه جوش در فشار جو (°C)
H <sub>2</sub>	0	2	2	-253
D <sub>2</sub>	0	2	4	-250
T <sub>2</sub>	0	2	6	-248
N <sub>2</sub>	0	14	28	-196
O <sub>2</sub>	0	16	32	-183
NO	0.07	15	30	-151

همان طوری که داده‌های این جدول نشان می‌دهد، عموماً در مورد ترکیبات غیر قطبی است که تغییرات جرم مولکولی و تغییرات نقطه جوش، دارای روند مشابهی می‌باشند ولی در مورد ترکیبات قطبی و یا در مقایسه ترکیبات قطبی و غیر قطبی موادی وجود دارد که جرم مولکولی و نقطه جوش، به طور هماهنگ تغییر نمی‌کند. حتی در مورد مولکولهای قطبی مشابه، نیز موادی می‌توان یافت که ترتیب افزایش نقطه جوش برخلاف ترتیب افزایش جرم مولکولی است. مثلاً مولکولهای SiCl<sub>4</sub> و CCl<sub>4</sub> هر دو غیر قطبی اند. جرم مولکولی، حجم و تعداد الکترونها مولکول اولی از مولکول دومی کمتر است، ولی برخلاف انتظار نقطه جوش تتراکلرید کربن حدود 177°C است که از نقطه جوش تتراکلرید سیلیسیم (که حدود 56°C) بیشتر است به احتمال زیاد این موضوع را می‌توان به

اثر پاشندگی به این نوع تأثیرات متقابل چندان درست به نظر نمی‌آید، زیرا در هر حال در فواصل بسیار کوتاه به ویژه در شبکه بلور مواد غیر قطبی نیروی لاندن، نیروی پیونددهنده ذرات آنها به یکدیگر است).

به طور کلی سه عامل اصلی یعنی تعداد الکترونها، اندازه مولکول و شکل مولکول در تعیین مقدار نیروهای واندروالسی دخالت دارند.

### توجه ۱

برخی از مؤلفین فقط نیروی پاشندگی لاندن را به نام نیرو-های واندروالسی (Van der wals) می‌شناسند. در کتابهای شیمی دوره دبیرستان نیز نیروهای لاندن به عنوان نیروهای واندروالسی ارائه شده‌اند در حالی که اکثر مؤلفین، کلیه نیروهای جاذبه‌ای که مولکولها یا ذرات خنثی را به یکدیگر پیوند می‌دهند و یا به عبارت دیگر، کلیه نیروهایی که عامل انحراف گازها از حالت ایده آل و عدم پیروی آنها از قانون گازهای کامل را نیروهای واندروالسی می‌نامند که در این مفهوم تأثیرات متقابل، دو قطبی-دو قطبی، دو قطبی-«دو قطبی-القایی»، و دو قطبی‌های القایی لحظه‌ای را شامل می‌شود.

### توجه ۲

معمولاً در مولکولهای غیر قطبی مشابه، هر چه تعداد اتمها و الکترونها مولکول زیادتر و حجم مولکول نیز بیشتر باشد، ابر الکترونی مولکول گسترده‌تر بوده الکترونها با نیروی کمتری به هسته بستگی خواهند داشت. از این رو قطبیت پذیری ( $\alpha$ ) و میزان قطبیت القایی مولکول نیز بیشتر شده در نتیجه مقدار نیروهای لاندن بین مولکولها نیز زیادتر می‌شود. از این رو دمای جوش جسم نیز افزایش می‌یابد. برای نمونه، در جدول زیر تأثیر تعداد الکترونها و حجم مولکول بر نقطه جوش چند جسم غیر قطبی نشان داده شده است:

مولکول	حجم تقریبی مولکول Å <sup>3</sup>	تعداد الکترونها	نقطه جوش در فشار جو °C
H <sub>2</sub>	0.4	2	-253
Ne	0.9	10	-246
N <sub>2</sub>	< 2.7	14	-196
CH <sub>4</sub>	2.7	10	-164
CF <sub>4</sub>	6.3	40	-128
CCl <sub>4</sub>	18	74	+77
CBr <sub>4</sub>	27	146	+190

زیرا مولکول‌های ایزومر ترانس که شکل متقارن دارند، همانطور که در مورد نئوپنتان اشاره شد بهتر در مواضع شبکه‌ای جای گرفته و شبکه‌های منظم‌تر، متراکم‌تر و پایدارتری به وجود می‌آورند و در هم ریختن نظم این نوع شبکه‌ها انرژی بیشتری لازم دارد و در نتیجه نقطه ذوب آنها از ایزومرهای سیس بیشتر است. در جدول زیر اختلاف نقطه ذوب و جوش ایزومرهای سیس و ترانس چند مشتق اتیلنی گردآوری شده است.

ایزومر	نقطه ذوب °C	نقطه جوش °C
۱- بوتن سیس	—	۴
۲- بوتن ترانس	—	۱
۲، ۱- دی‌کلرواتیلن سیس	-۸۰	۶۰
۲، ۱- دی‌کلرواتیلن ترانس	-۵۰	۴۸
اسید بوتنوئیک سیس	۱۵/۵	—
اسید بوتنوئیک ترانس	۷۲	—
اسید فوماریک (HCOO-CH=CH-COOH) (سیس)	۲۹۰	در ۲۰۰ تصعید می‌شود
اسید مالئیک (HOOC-CH=CH-COOH) (ترانس)	۱۳۰	—

#### توجه ۵

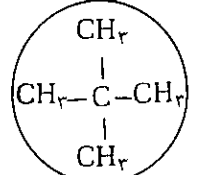
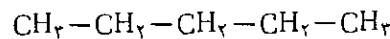
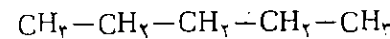
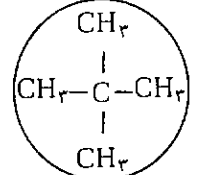
نکته قابل توجه این است که مقدار نیروهای بین مولکولی ذکر شده فقط در حالت مایع و به خصوص در حالت جامد که فاصله بین مولکولها فوق‌العاده کوچک است، قابل ملاحظه می‌باشد. البته میزان دخالت هر یک از این نیروها بسته به ماهیت مولکول مواد مختلف، متفاوت است. مثلاً حتی در مقدار نیروهای جاذبه بین یونها در شبکه بلورهای یونی، نیروی پاشندگی لاندن که ضعیف‌ترین نوع نیروهای جاذبه بین مولکولی است، دخالت دارد. ولی عملاً، سهم آن در مقابل نیروی نسبتاً قوی جاذبه الکتروستاتیکی موجود بین یونها غیر همنام در شبکه بلورهای یونی، قابل چشم‌پوشی است.

برای روشن شدن موضوع در جدول، انرژی کل نیروهای جاذبه بین مولکولی و سهم هر یک از سه نوع انرژی بین مولکولی در آن و همچنین ممان الکتریکی چند ماده گردآوری شده است.

قطبیت بیشتر پیوند Si-Cl نسبت به C-Cl و افزایش دانسیته بار منفی در سطح مولکول SiCl<sub>4</sub> نسبت داد که موجب دافعه بیشتر بین مولکولها و کاهش نیروهای واندروالسی می‌شود.

#### توجه ۴

علاوه بر تعداد الکترونها، حجم مولکول و تعداد اتمهای مولکول، شکل هندسی مولکول نیز تأثیر زیادی در تغییرات نقطه جوش و یا ذوب آنها دارد. به عنوان نمونه پنتان نرمال که دارای ساختمان خطی (زیگ - زاگ مانند) است در ۳۶/۲°C می‌جوشد. در حالی که نئوپنتان که ساختمانی تقریباً کروی دارد در ۹/۵°C می‌جوشد. یعنی با وجود اینکه جرم مولکولی و تعداد الکترونها هر دو ترکیب برابر است، بین نقطه جوش آنها ۲۷°C تفاوت وجود دارد. علت این امر را می‌توان این‌طور توجیه کرد که سطح تماس بین مولکولهای پنتان نرمال بیشتر است و این امر باعث افزایش مقدار نیروهای لاندن بین آنها می‌شود ولی در مورد مولکولهای نئوپنتان، به علت کروی بودن آنها، تماس فقط در سطح کوچکی امکان پذیر است در نتیجه، مقدار نیروی لاندن بین آنها کمتر است.



(پنتان نرمال)

(نئوپنتان)

قابل توجه است که نقطه ذوب نئوپنتان برخلاف نقطه جوش آن از نقطه ذوب پنتان نرمال بیشتر است، مثلاً نئوپنتان در ۲۰°C - ولی پنتان نرمال در ۱۳۰°C ذوب می‌شود. زیرا اصولاً هر چه حجم مولکول کوچکتر و شکل آن کروی‌تر و متقارن‌تر باشد سریعتر و بهتر می‌تواند در مواضع شبکه‌ای بلور جای گیری کند و شبکه بلوری منظم‌تر و متراکم‌تر به وجود آورد. از این رو شبکه بلور آن پایدارتر و ذرات با نیروی بیشتری در شبکه بلور به یکدیگر پیوند دارند، در نتیجه در حالت مایع سریعتر منجمد (متبلور) و در حالت جامد دیرتر ذوب می‌شود.

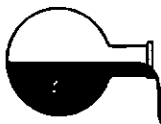
نمونه‌های جالب دیگری از مواد که در آنها به وضوح می‌توان تأثیر نیروهای واندروالسی را در نقاط ذوب و جوش مشاهده کرد، ایزومرهای سیس و ترانس در مشتقات الکنهاست. ایزومرهای سیس که نامتقارن و قطبی‌اند دارای نیروهای جاذبه بین مولکولی (تأثیرات متقابل دوقطبی - دوقطبی) قوی‌تری بوده و نقطه جوش آنها بالاتر است ولی در ایزومرهای ترانس که متقارن و غیر قطبی می‌باشند، نیروهای جاذبه بین مولکولی ضعیفتر بوده و جدا کردن مولکولها از یکدیگر آسانتر و در نتیجه نقطه جوش آنها پایین‌تر است. در مورد نقطه ذوب، این ترتیب معکوس می‌شود.

مواد	همان دو قطبی (دبای)	انرژی کیسوم (بر حسب کیلو کالری بر مول)	انرژی دبای (بر حسب کیلو کالری بر مول)	انرژی لاندن (بر حسب کیلو کالری بر مول)	انرژی کل جاذبه‌های بین مولکولی (بر حسب کیلو کالری بر مول)
آرگون	۰	۰	۰	۲/۵۳	۲/۵۳
کلرید هیدروژن	۱/۵۳	۰/۷۹	۰/۲۴	۴/۵۲	۵/۰۵
آمونیاک	۱/۴۷	۳/۱۸	۰/۳۷	۳/۵۲	۷/۰۷
آب	۱/۸۵	۸/۷۰	۰/۴۶	۲/۱۵	۱۱/۳۰

دو قطبی‌های دائمی) و در مورد کلرید هیدروژن جزء اصلی نیروهای جاذبه بین مولکولی مربوط به نیروهای لاندن است. در تکمیل این بحث، قدرت نسبی، نحوه وابستگی به فاصله و فاصله مؤثر (دامنه برد) در مورد نیروهای جاذبه بین یونی، بین اتمی و بین مولکولی، در جدول زیر مقایسه شده است.

ملاحظه می‌شود که در مورد گازهای بی اثر، تنها نیروی جاذبه بین مولکولی (یا نیروهای واندروالسی) همان نیروی لاندن است. در صورتی که در مورد آب که مولکول آن از مولکولهای کلرید هیدروژن و آمونیاک قطبی تر است، مؤثرترین جزء نیروهای جاذبه بین مولکولی، نیروی جهت گیری کیسوم (تأثیرات متقابل

نوع تأثیرات متقابل	قدرت نسبی	نحوه وابستگی به فاصله	فاصله مؤثر
پیوند کووالانسی	بسیار قوی	پیچیده است	نسبتاً زیاد
پیوند یونی	بسیار قوی	$1/r^2$	نسبتاً زیاد
یون - دو قطبی	قوی	$1/r^2$	کوتاه
دو قطبی - دو قطبی	متوسط	$1/r^2$	کوتاه
یون - دو قطبی القایی	ضعیف	$1/r^4$	بسیار کوتاه
دو قطبی - دو قطبی القایی	بسیار ضعیف	$1/r^5$	فوق العاده کوتاه
دو قطبی لحظه ای القایی	بسیار ضعیف	$1/r^6$	فوق العاده کوتاه



# کامی در زمینه شیمی هسته‌ای

(Nuclear chemistry)

Packing effect and binding energy

اثر انباشتگی (اثر پیوستگی) و انرژی بستگی (انرژی اتصال)

علی اکبر نودوزی

می‌دانیم که هسته اتم هلیم شامل دو پروتون و دو نوترون است. با توجه به جرمهای این دو ذره در خارج از هسته (به طور آزاد) به نظر می‌رسد که جرم هسته و در نتیجه جرم اتم هلیم برابر  $4.032 \text{ amu}$  باشد (بدون در نظر گرفتن جرم الکترونها)، در صورتی که جرم دو الکترون اتم هلیم را نیز منظور نماییم جرم اتم هلیم باید برابر  $4.032 \text{ amu}$  باشد. جرم الکترون، پروتون و نوترون در حالت آزاد بر حسب واحد  $\text{amu}$  چنین است:

$1.0088 \text{ amu}$  نوترون می‌توان نوشت:

$$2 \times 1.0088 + 2 \times 1.0073 = 4.032 \text{ amu}$$

در صورتی که جرم اتم هلیم که توسط طیف نگار جرمی (Mass spectrometer) محاسبه شده است برابر  $4.002 \text{ amu}$  می‌باشد. یعنی جرم اندازه‌گیری شده اتم هلیم از جرم مورد انتظار به اندازه  $0.031 \text{ amu}$  کمتر است. علت این موضوع آن است که تشکیل هسته از پروتون و نوترون با کاهش جرم همراه بوده و در این عمل مقداری از جرم به انرژی تبدیل می‌شود. اینشتین در نظریه نسبیت (Theory of relativity) خود، رابطه بین کاهش جرم و انرژی آزاد شده را به صورت معادله زیر نشان داده است:

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

که در آن  $E$  انرژی بر حسب ارگ،  $m$  جرم بر حسب گرم و  $c$  سرعت نور بر حسب سانتیمتر بر ثانیه است. با توجه به اینکه سرعت نور بسیار زیاد بوده و برابر  $3 \times 10^{10}$  سانتیمتر بر ثانیه است و در معادله اینشتین این مقدار باید به توان ۲ برسد، می‌توان نتیجه گرفت که مقدار انرژی آزاد شده باید خیلی زیاد باشد (اگرچه مقدار جرم از بین رفته خیلی کم است). حال می‌توان حساب کرد که در تشکیل یک اتم هلیم از پروتون‌ها، الکترون‌ها و نوترون‌ها که با کاهش جرمی معادل  $0.031 \text{ amu}$  همراه است، چه مقدار انرژی آزاد می‌شود:

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

$$1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ گرم}$$

$$\Delta m = 0.031 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ گرم}$$

$$c = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}$$

بنابراین:

$$E = (0.031 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ گرم}) \times (3 \times 10^{10})^2$$

$$\text{cm}^2/\text{sec}^2 = 4.6 \times 10^{-5} \text{ gcm}^2/\text{sec}^2 = 4.6 \times 10^{-5}$$

ارگ برای هر اتم

ذول  $1 = 10^{-7}$  ارگ

$$E = 4.6 \times 10^{-5} \times 10^{-7} = 4.6 \times 10^{-12} \text{ ذول}$$

الکترون ولت  $1 = 1.6 \times 10^{-12}$  ارگ

$$E = 4.6 \times 10^{-5} \times 1.6 \times 10^{-12} = 2.9 \times 10^{-7} \text{ (ev)}$$

برای هر اتم  $29 \text{ Mev}$  الکترون ولت

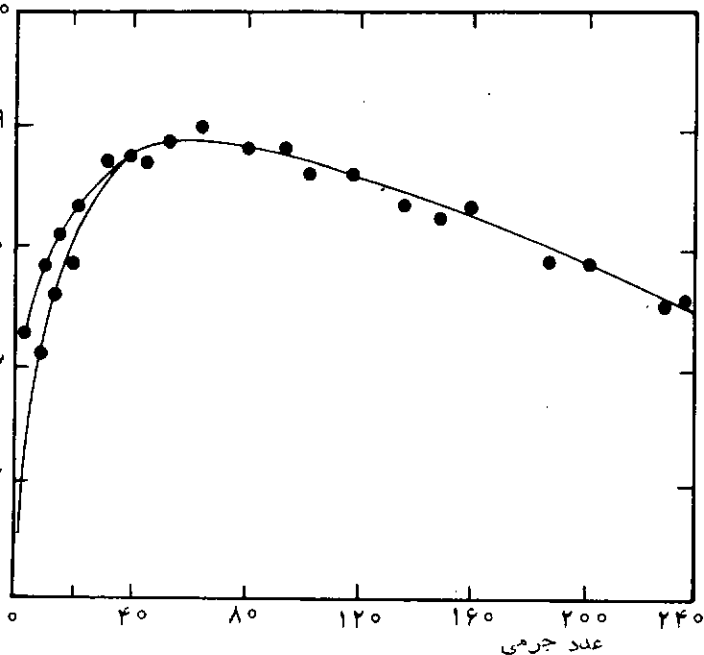
کیلوکالری بر مول  $1 = 23.05$  الکترون ولت

$$E = 6.6 \times 10^8 \text{ کیلوگرم بر مول}$$

از این محاسبه برمی‌آید با این که در تشکیل یک هسته پایدار، جرم بسیار کمی به انرژی تبدیل می‌شود، مقدار انرژی آزاد شده فوق‌العاده زیاد است.

مقدار کاهش جرم هسته از مجموع مقدار جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده آن، اثر انباشتگی (اثر پیوستگی) نامیده می‌شود. هرچه اثر انباشتگی بیشتر باشد، مقدار انرژی آزاد شده در حین تشکیل هسته بیشتر بوده و پایداری هسته بیشتر است. بنابراین برای تلاشی و تبدیل یک مول هسته هلیم به پروتون، و نوترون مقدار فوق‌العاده زیادی انرژی (برابر  $6.6 \times 10^8$  کیلوکالری) باید صرف کرد و از این رو هسته هلیم یکی از هسته‌های نسبتاً پایدار است. مقدار انرژی لازم جهت تلاشی کامل هسته و تبدیل آن به ذرات تشکیل دهنده اش (پروتون‌ها و نوترون‌ها)، انرژی اتصال هسته (Binding energy of the nucleus) نامیده می‌شود. مقدار انرژی اتصال برای هسته‌هایی که اعداد جرمی آنها بین ۴۰ تا ۱۰۰ می‌باشد بیشتر و برای هسته‌هایی که اعداد جرمی آنها کمتر از ۴۰ و یا بیشتر از ۱۰۰ باشند، کمتر است. در منحنی زیر این مطلب نشان داده شده است:

معمولاً به جای کل انرژی اتصال هسته، متوسط انرژی (کل انرژی اتصال تقسیم بر عدد جرمی) را در نظر می‌گیرند:

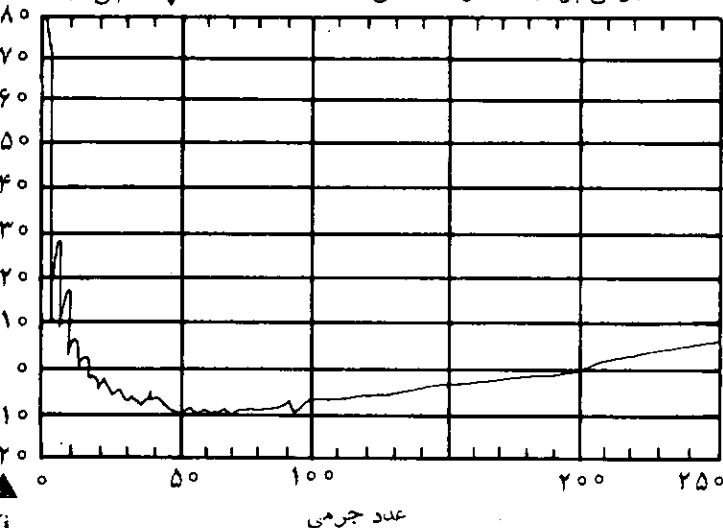


منحنی تغییرات انرژی اتصال هسته به ازاء هر ذره - منحنی ۱

۱- واحد جرم اتمی Atomic mass unit

منحنی زیر تغییرات کسر انباشتگی را نسبت به افزایش

عدد جرمی برای عناصر نشان می‌دهد: ▼ منحنی ۲



از مقایسه منحنیهای ۱، ۲ می‌توان نتیجه گرفت که هسته‌هایی که دارای انرژی اتصال زیادتری هستند کسر انباشتگی کوچکتری دارند و بالعکس هسته‌های دارای انرژی اتصال کمتر، کسر انباشتگی بزرگتری دارند. علاوه بر این مثبت بودن کسر انباشتگی نشان می‌دهد که انرژی اتصال در این نوع هسته‌ها از انرژی اتصال هسته کربن کمتر است و منفی بودن کسر انباشتگی نشان می‌دهد که انرژی اتصال این نوع هسته‌ها از انرژی اتصال هسته کربن ۱۲ بیشتر است (مقایسه منحنیهای ۱، ۲) منحنی ۲ نشان می‌دهد که اتم‌های سبکتر و یا سنگین‌تر کسر انباشتگی مثبت داشته و دارای انرژی اتصال کمتری بوده و در نتیجه پایداری هسته‌های آنها کمتر از هسته کربن ۱۲ است. عناصر با عدد جرمی بین ۱۲ تا ۲۰۰ کسر انباشتگی منفی داشته و معمولاً هسته‌های پایداری دارند.

چنانچه فرض شود که پروتون‌ها و نوترون‌ها واحدهای سازنده هسته می‌باشند اثر انباشتگی (m) برای هسته معینی با جرم ایزوتوپی M به وسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$m = ZM_H + (A - Z)M_n - M$$

در این معادله  $M_H$  جرم یک پروتون،  $M_n$  جرم یک نوترون، Z عدد اتمی و A مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته (عدد جرمی) می‌باشد.

انرژی اتصال (B) به وسیله معادله زیر بیان می‌شود:

$$B = mc^2$$

$$B = [ZM_H + (A - Z)M_n - M]c^2$$

انرژی اتصال برای هر نوکلئون (پروتون یا نوترون) برابر  $\frac{B}{A}$  خواهند بود:

$$\frac{B}{A} = \left[ \frac{Z}{A}M_H + \frac{A - Z}{A}M_n - \frac{M}{A} \right] c^2$$

اگر به سمت راست معادله، مقدار  $\frac{A}{A}$  اضافه و کم کنیم تغییری در

توجه شود که منحنی برای عناصر سبکتر منطبق شده است، عناصری که اعداد اتمی زوج دارند در شاخه بالایی و عناصری که اعداد اتمی فرد دارند در شاخه پایینی قرار دارند.

### کسر انباشتگی (ضریب پیوستگی)

(Packing fraction)

### و ارتباط آن با انرژی اتصال هسته

چون هسته اتم هر ایزوتوپ از یک عنصر، از پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل یافته است و جرم نسبی پروتون و نوترون کمی بیش از واحد است. بنابراین جرم ایزوتوپی (Isotopic mass) در عین نزدیک بودن به عدد صحیح باید کمی بزرگتر از آن باشد. مانند هلیوم که تعداد پروتون و نوترون آن برابر بوده و جرم اتمی آن برابر  $4.002 \text{ amu}$  است. ولی جرم ایزوتوپی اغلب ایزوتوپ‌ها به جزء عناصر سبک کوچکتر از عدد صحیح می‌باشند. زیرا در تشکیل هسته‌های سنگین از تعدادی پروتون و نوترون، مقداری از جرم به انرژی تبدیل می‌شود.

استون (Aston) کسری به اسم کسر انباشتگی (ضریب پیوستگی) برای هر ایزوتوپ به صورت زیر در نظر گرفته است:

$$\text{عدد جرمی} - \text{جرم ایزوتوپی} = \text{کسر انباشتگی}$$

چنانچه جرم ایزوتوپی هلیوم  $4.002$  و عدد جرمی آن  $4$  ( ${}^4\text{He}$ ) باشد، کسر انباشتگی برای آن چنین است:

$$\text{کسر انباشتگی هلیوم} = \frac{4.002 - 4}{4} = +5 \times 10^{-4}$$

جرم ایزوتوپی نیکل  $57.95$  است و عدد جرمی آن  $58$  ( ${}^{58}\text{Ni}$ ) بوده پس کسر انباشتگی آن عبارت است از:

$$\text{کسر انباشتگی نیکل} = \frac{57.95 - 58}{58} = -8.1 \times 10^{-4}$$

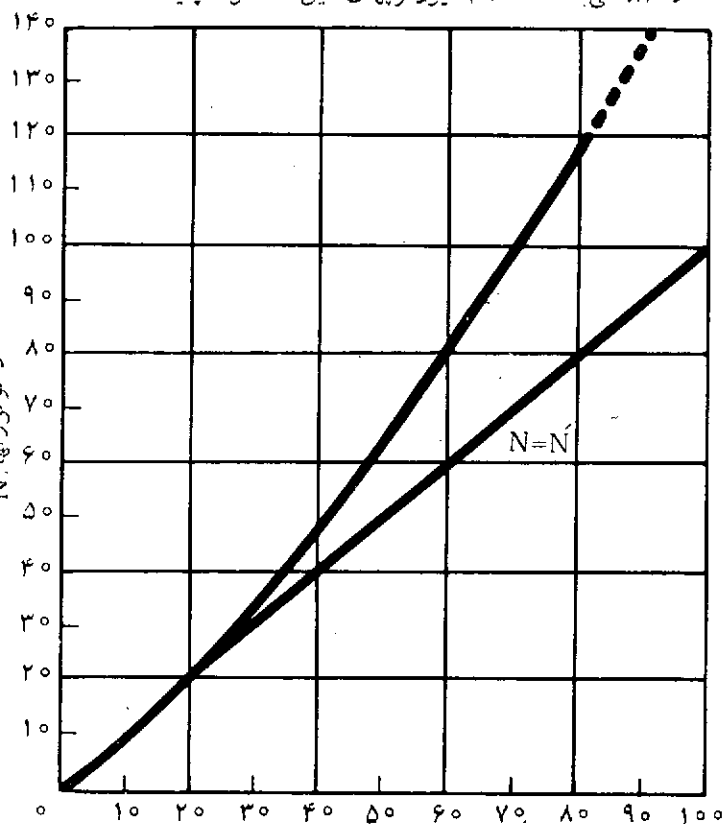
کسر انباشتگی کربن با عدد جرمی ۱۲ که مبنای جرم اتمی است و جرم ایزوتوپی آن هم ۱۲ می‌باشد برابر صفر است:

$$\text{کسر انباشتگی کربن} = \frac{12 - 12}{12} = 0$$

کسر انباشتگی مثبت نشان می‌دهد که جرم ایزوتوپی از عدد جرمی بزرگتر است یعنی جرم قابل ملاحظه‌ای به انرژی تبدیل نشده و در نتیجه هسته ناپایدار است. البته در مورد عناصری که جرم اتمی کوچک دارند این مطلب صادق نیست زیرا جرم هر یک از پروتون‌ها که هسته را تشکیل می‌دهند کمی بزرگتر از واحد است و ممکن است با وجود تبدیل مقداری از جرم به انرژی، باز هم جرم ایزوتوپی بزرگتر از عدد جرمی باشد. مقدار منفی برای کسر انباشتگی نشان می‌دهد که جرم ایزوتوپی کوچکتر از عدد جرمی است، یعنی مقداری از جرم در ضمن تشکیل چنین هسته‌هایی به انرژی تبدیل شده است. این نوع هسته‌ها بسیار پایداری خواهند بود.

تبدیل نشود پایدار است. منحنی زیر تغییرات پایداری هسته‌های پایدار را نسبت به تعداد پروتونها و نوترونها نشان می‌دهد:

قسمت نقطه چین منحنی نشان دهنده عناصری با عدد اتمی بیش از ۸۳ می‌باشد که تمام ایزوتوپهای این عناصر ناپایدارند.



تعداد پروتونها  $N'$

و منحنی پایداری (Stability curve) نامیده می‌شود. خط مستقیم در این نمودار، نشان دهنده تعداد مساوی پروتونها و نوترونهاست و به عنوان مقایسه داده شده است. این منحنی نشان می‌دهد که هسته‌های پایدار سبکتر معمولاً تعداد مساوی پروتون و نوترون دارند و در هسته‌های پایدار سنگین‌تر تعداد نوترونها قدری بیشتر از تعداد پروتونهاست. مثلاً آهن دارای ۲۶ پروتون و ۳۰ نوترون است، ایزوتوپهایی که در سمت راست و چپ منحنی پایداری قرار می‌گیرند، دارای هسته‌های ناپایدار می‌باشند و به آنها رادیوآکتیو (Radioactive) گفته می‌شود. قابل توجه است که تمام ایزوتوپهایی که عدد اتمی آنها از ۸۳ بزرگتر است رادیوآکتیو می‌باشند. هسته‌های ناپایدار (رادیوآکتیو) دایره تلاشی (و پاشی) به هسته پایدار تبدیل می‌شوند. در عناصر رادیوآکتیو نسبت نوترونها به پروتونها معمولاً بیش از ۱/۵ می‌باشد.

### رادیوآکتیوی طبیعی (Natural radioactivity)

سادی (Soddy) رادیوآکتیوی طبیعی (تلاشی خودبه‌خودی) را نتیجه تلاشی مداوم هسته‌ها اعلام نمود که در این عمل هسته یک اتم با تابش ذرات یا اشعه ( $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\gamma$ ) به هسته اتم دیگر تبدیل می‌شود و اشعه یا ذراتی از خود خارج می‌کند ( $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\gamma$ ) و

مقدار آن حاصل نمی‌شود و می‌توان آن را به صورت‌های زیر تنظیم کرد:

$$\frac{B}{A} = \left[ \frac{Z}{A} M_H + \left( 1 - \frac{Z}{A} \right) M_n - \frac{M}{A} + \frac{A}{A} - \frac{A}{A} \right] c^2$$

یا:

$$\frac{B}{A} = \left[ \frac{Z}{A} M_H + M_n - \frac{Z}{A} M_n - \frac{M}{A} + \frac{A}{A} - 1 \right] c^2$$

$$\frac{B}{A} = \left[ (M_n - 1) - \frac{Z}{A} (M_n - M_H) - \frac{M - A}{A} \right] c^2$$

اگر  $\frac{M - A}{A}$  همان کسر انباشتی است با P نشان داده شود.

مقدار  $\frac{B}{A}$  را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{B}{A} = \left[ (M_n - 1) - \frac{Z}{A} (M_n - M_H) - P \right] c^2$$

چون  $M_H$  و  $M_n$  مقادیر ثابتی هستند و  $\frac{Z}{A}$  از عناصر سبک تا سنگین فقط حدود ۲۰ درصد تغییر می‌کند بنابراین می‌توان:

$$\left[ (M_n - 1) - \frac{Z}{A} (M_n - M_H) \right]$$

نظر گرفت و  $\frac{B}{A}$  را به صورت زیر نشان داد:

$$\frac{B}{A} = (K - P) c^2$$

$\frac{B}{A}$  انرژی اتصال به ازاء هر نوکلئون و p کسر انباشتی است.

این رابطه را می‌توان به صورت زیر تنظیم کرد:

$$P = \left( K - \frac{B}{A} \right) \frac{1}{c^2}$$

بنابراین می‌توان گفت که کسر انباشتی رابطه نزدیکی با انرژی اتصال هسته دارد و بالعکس.

چون در رابطه بالا c مقدار ثابتی است بنابراین ضریب

پیوستگی با مقدار ثابت منهای انرژی اتصال هر نوکلئون  $\left( \frac{B}{A} \right)$

در هسته نسبت مستقیم دارد. در حقیقت می‌توان گفت که منحنی تغییرات کسر انباشتی (منحنی ۲) نشان دهنده پایداری نسبی هسته‌ها در مقابل تلاشی و تبدیل به پروتونهاست. بنابراین با توجه به رابطه بالا، می‌توان گفت هسته‌هایی که مقدار  $\frac{B}{A}$  (انرژی اتصال به ازاء نوکلئون) آنها بیشتر است، کسر انباشتی کوچکتری دارند.

عوامل مؤثر در تبدیل یک هسته ناپایدار به یک هسته ناپایدار تر

چنانچه هسته‌ای بدون جذب انرژی از خارج به هسته دیگر

زمان نیم عمر آن عنصر رادیواکتیو می نامند. مثلاً زمان نیم عمر برای  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ، برابر ۱۵۹۰ سال، برای  $^{222}_{86}\text{Rn}$  برابر ۳/۸۲ روز و برای پولونیم  $^{214}_{84}\text{Po}$  برابر ۳ دقیقه است. ثابت سرعت (k) برای یک واکنش تلاشی رادیواکتیو از رابطه زیر به دست می آید:

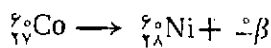
$$K = \frac{0.693}{t \frac{1}{2}}$$

که  $t \frac{1}{2}$  نیم عمر عنصر رادیواکتیو است. رابطه بین غلظت اولیه ایزوتوپ رادیواکتیو (c) و غلظت آن پس از مدت معین (ct) به صورت زیر است:

$$\log \frac{c_t}{c_i} = \frac{Kt}{2.303}$$

مثال - ۱: ثابت سرعت برای تلاشی رادیواکتیو ایزوتوپ  $^{14}\text{C}$  را حساب کنید.

نیم عمر این ایزوتوپ رادیواکتیو کربال ۵/۲ سال است و در اثر انتشار یک ذره  $\beta^-$  به  $^{14}\text{Ni}$  تبدیل می شود:



$$K = \frac{0.693}{t \frac{1}{2}} = \frac{0.693}{5.2 \text{ سال}} = 0.13 \text{ سال}^{-1}$$

مثال - ۲: چه مدت طول می کشد تا ۹۸٪ از یک نمونه  $^{14}\text{C}$  متلاشی شود؟ حل:

$$c_t = 100 - 98 = 2$$

$$\log \frac{c_t}{c_i} = \frac{Kt}{2.303}$$

$$\log \frac{2}{100} = \frac{(0.13/\text{سال})t}{2.303} \Rightarrow$$

$$t = \frac{2.303 \times \log 50}{0.13 \text{ سال}} = 30 \text{ سال}$$

مثال - ۳: حساب کنید که پس از ۱۵ سال، چند درصد از یک نمونه اولیه ایزوتوپ  $^{14}\text{C}$  باقی می ماند؟ حل:

$$\log \frac{c_t}{c_i} = \frac{Kt}{2.303} \quad \log \frac{c_t}{c_i} = \frac{0.13 \times 15}{2.303} = 0.847$$

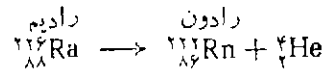
$$\frac{c_t}{c_i} = \text{antilog } 0.847 = 7.031$$

$$\frac{100}{c_i} = 7.031 \Rightarrow c_i = 14$$

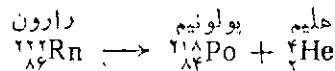
یعنی ۱۴٪ از نمونه اولیه باقی می ماند.

در این زمینه قواعدی به نام قواعد تبدیلات رادیواکتیوی به شرح زیر ارائه کرد:

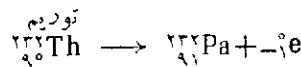
۱- هرگاه اتم رادیواکتیوی، یک ذره  $\alpha$  ( $^4_2\text{He}$ ) صادر کند از عدد اتمیش ۲ واحد و از جرم اتمیش ۴ واحد کم می شود. و به اتمی که در جدول تناوبی در دوخانه قبل در همان دوره قرار دارد، تبدیل می شود. مثال:



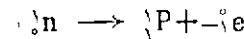
اتم رادون نیز خود به خود متلاشی شده و اتم پولونیم  $^{214}_{84}\text{Po}$  و ذره  $\alpha$  تولید می کند:



۲- هرگاه اتم رادیواکتیوی یک ذره  $\beta^-$  ( $^0_{-1}\text{e}$ ) (Beta- particle) از خود خارج سازد، جرم اتمیش تغییر نمی کند ولی به عدد اتمیش یک واحد اضافه می شود. مثال:



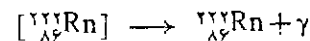
اتمهایی که تعداد پروتون و نوترون آنها متفاوت ولی عدد جرمی آنها برابر است، اتمهای ایزوبار نامیده می شوند. بنابراین می توان گفت که یک اتم با از دست دادن ذره  $\beta^-$  به اتم ایزوبار خود تبدیل می شود. علت این تغییر، تبدیل یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون است:



۳- در صورتی که هسته اتم یک ذره  $\beta^+$  (پوزیترون) صادر کند، یک واحد از تعداد پروتونهای آن کاسته می شود و به تعداد نوترونهای آن اضافه می گردد در نتیجه عدد جرمی  $^1_0\text{p} \rightarrow ^1_1\text{n} + \beta^+$

آن تغییر نمی کند و به اتم یک خانه قبل از خود، در همان دوره جدول تناوبی تبدیل می شود (تبدیل به اتم ایزوبار).

خارج شدن اشعه  $\gamma$  (Gamma-rays) از رادیواکتیو، تغییری در جرم و عدد اتمی آن نمی دهند ولی از نظر انرژی در سطح پایین تر قرار گرفته و پایدار می شود. مثلاً  $^{222}_{86}\text{Rn}$  اشعه خارج می کند:



این دو نوع هسته را که فقط از لحاظ انرژی و آرایش ذرات در داخل هسته تفاوتی دارند هسته های ایزومر می نامند. از این رو انتشار اشعه  $\gamma$  عموماً با پدیده ایزومری هسته ای همراه است.

**نیم عمر (Half life):**

سرعت تلاشی هسته های رادیواکتیو مختلف متفاوت است. یعنی مدت زمانی که نیاز است تا مقدار معینی از یک ماده تجزیه شود با زمان لازم برای تجزیه همان مقدار از ماده رادیواکتیو دیگر تفاوت دارد، زمان لازم برای تلاشی (واپاشی) نصف تعداد اتمهای موجود در یک مقدار معین از هر عنصر رادیواکتیو را

# کاربردهای مهم ایزوتوپها و موذروپوایه

دکتر محمد رضا ملاردی

رادیو ایزوتوپها (ایزوتوپهای رادیو اکتیو) که عموماً محصولات واکنشهای هسته‌ای در رآکتورها هستند، کاربردهای مهمی در زمینه‌های مختلف صنعتی و تحقیقاتی دارند که به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود:

## ۱- پیش بینی عمر اشیاء قدیمی

با استفاده از رابطه سرعت زوال (تلاشی) رادیواکتیوی برخی از عناصر، عمر بسیاری از اشیاء قدیمی را می‌توان پیش‌بینی کرد. برای مثال، به چگونگی تعیین عمر تقریبی عتیقه‌ها و آثار تاریخی که منشاء گیاهی دارند به کمک رادیو ایزوتوپ  $^{14}\text{C}^*$  می‌پردازیم.

رادیو ایزوتوپ  $^{14}\text{C}^*$  در اثر برخورد تابشهای کیهانی به نیتروژن موجود در جو بر طبق واکنش هسته‌ای زیر حاصل می‌شود (۱):

$$^{14}\text{N} + \text{n} \rightarrow ^{14}\text{C}^* + \text{H}$$

و در اثر ترکیب با اکسیژن جوبه صورت  $^{14}\text{C}^*\text{O}_2$  در آمده و مخلوط با  $\text{CO}_2$  جو در فرآیند فوتوسنتز شرکت کرده و بدین ترتیب در بافت گیاهان وارد می‌شود. از اینرو از یک طرف در اثر زوال تدریجی مقدار آن در گیاه کاهش می‌یابد و از طرف دیگر از طریق فوتوسنتز در گیاه وارد می‌شود، از اینرو مقدار آن همواره در گیاهان زنده ثابت باقی می‌ماند. ولی با قطع گیاه و خشک شدن آن، به علت متوقف شدن فرآیند فوتوسنتز، مقدار آن با گذشت زمان به مرور در گیاه خشک شده (چوب) رو به کاهش می‌گذارد. بامقایسه فعالیت رادیواکتیو  $^{14}\text{C}^*$  در گیاه زنده (که برابر انتشار  $15/3$  ذره در هر دقیقه در هر گرم است) و فعالیت رادیواکتیوی نمونه چوبی مورد مطالعه می‌توان به عمر تقریبی شیئی که از آن چوب درست شده است پی برد. مثلاً اگر فعالیت رادیواکتیوی  $^{14}\text{C}^*$  در شیئی عتیقه چوبی برابر انتشار  $7$  ذره در هر دقیقه باشد با توجه به زمان نیم عمر کربن ( $t_{1/2}$ ) که برابر  $5770$  سال است می‌توان نوشت،

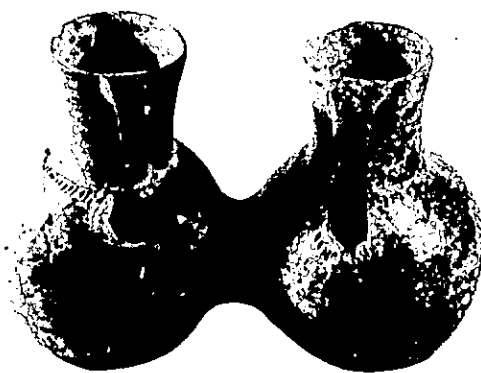
$$^{14}\text{C}^* \rightarrow ^{14}\text{N} + \beta + \gamma$$

$$K = \frac{0/693}{t_{1/2}} = \frac{0/693}{5770} = 1/2 \times 10^{-4} \text{ سال}$$

$$\log \frac{N_0 \text{ (فعالیت در لحظه صفر)}}{Nt \text{ (فعالیت پس از } t \text{ سال)}} = \frac{Kt}{2/303}$$

$$\log \frac{15/3}{7} = \frac{1/2 \times 10^{-4}}{2/303} \times t = 0/34$$

عمر شیئی چوبی سال  $t = 6525$



۱- این واکنش هسته‌ای را معمولاً به صورت  $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}^*$  می‌نویسند.

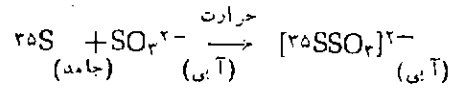


## ۲- تعیین ساختمان مولکول (یا یون) به روش ردیابی

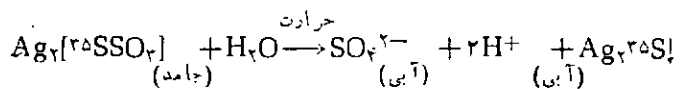
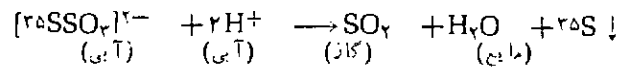
(Tracer method)

تعیین ساختمان یون تیوسولفات  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

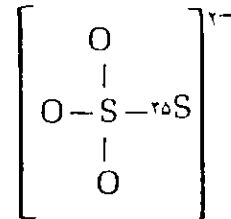
یک نمونه سولفیت را با رادیوایزوتوپ  $^{35}\text{S}$  می‌جویند و یون تیوسولفات نشان دار شده بر طبق واکنش زیر حاصل می‌شود:



تیوسولفات حاصل را به دو قسمت تقسیم کرده، قسمتی از آن را اسیدی می‌کنند و قسمت دیگر را به تیوسولفات نقره تبدیل می‌کنند و بعداً آنرا در گرما هیدرولیز می‌کنند:



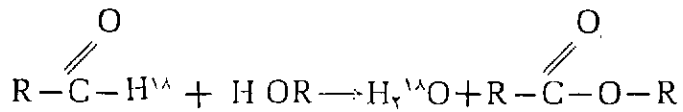
نتایج این بررسی نشان می‌دهد که اتمهای گوگرد در آن یون تیوسولفات هم ارزشی ندارند و می‌توان ساختمان این یون را که مانند یون سولفات، چهاروجهی است به صورت:



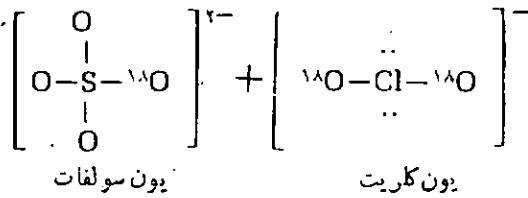
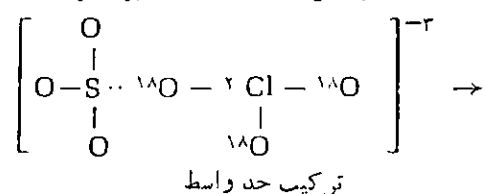
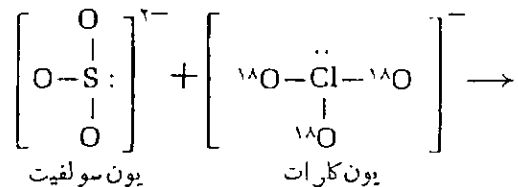
نشان داد.

## ۳- تعیین مکانیسم واکنشها، سرعت واکنشها و نقش کاتالیزرها

الف - با استفاده از ایزوتوپ  $^{18}\text{O}$  دریافته‌اند که واکنش استری شدن الکلها و اسیدهای کربوکسیلیک، OH عامل اسید در تشکیل آب شرکت می‌کند.



نمونه دیگر تعیین مکانیسم واکنش آنیون  $\text{SO}_3^{2-}$  با  $\text{ClO}_3^-$  است که با استفاده از  $^{18}\text{O}$  می‌توان آنرا به صورت زیر نشان داد:



یعنی این واکنش از نوع جانشینی نوکلئوفیلی ( $\text{S}_\text{N}2$ ) است و در آن یون سولفیت به صورت یک گروه نوکلئوفیل با یکی از اتمهای اکسیژن یون کلرات متصل می‌شود و ترکیب ناپایداری حاصل می‌شود که به آنیونهای سولفات و کلریت تبدیل می‌شود (۱)

## ۳- استفاده در تحقیقات پزشکی و پرتودرمانی

برخی از سلولهای سرطانی به تشعشعات رادیواکتیوی حساسیت زیادی دارند و در اثر این نوع تابشها از بین می‌روند. امروزه از این خاصیت در معالجه بیماران مبتلا به سرطان استفاده می‌کنند (کانسر تراپی). مثلاً از اشمه بتا و گامای منتشره از رادیو ایزوتوپ  $^{131}\text{I}$  در تشخیص و معالجه ناراحتی‌های مربوط به غده تیروئید استفاده می‌کنند.

## ۴- اندازه‌گیری مقادیر جزئی فشار بخار یا حلالیت مواد

برای نمونه با استفاده از  $\text{T}_2\text{O}$  و تعیین فعالیت رادیواکتیوی بنزن اشباع شده از  $\text{T}_2\text{O}$  می‌توان میزان حلالیت آب را در بنزن معین کرد.


## ۵- انتقال چند نوع ماده نفتی از یک لوله

هنگامی که یک لوله نفت برای انتقال چند نوع ماده نفتی به کار می‌رود در فواصل بین فرآورده‌های نفتی متفاوت، مقدار کمی از یک ماده حاوی رادیو ایزوتوپ اضافه می‌کنند، تا تمام شدن یک فرآورده و رسیدن فرآورده بعدی، توسط دستگاه حساس و اعلام‌کننده در مقصد مشخص شود.

## ۶- تعیین ضخامت ورقه و لایه‌های بسیار نازک مواد

با تعیین تعداد ذرات رادیواکتیوی که از ورقه فلزی یا لایه‌ای از ماده مورد نظر در زمان معین عبور می‌کند و مقایسه آن با تعداد ذراتی که از ورقه‌ای از همان ماده با قطر معین می‌گذرد، می‌توان قطر ورقه یا لایه ماده مورد آزمایش را معین کند.

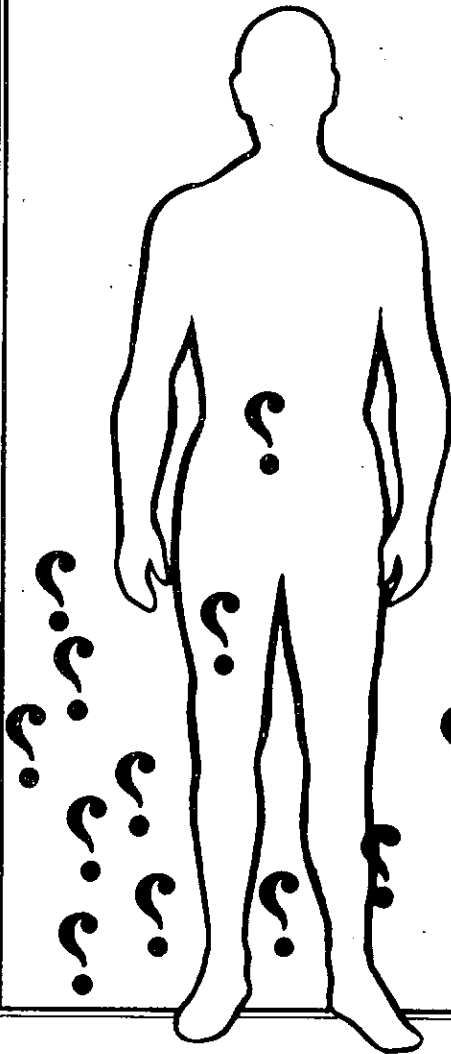
## ۷- تأمین انرژی و سوخت رآکتورهای هسته‌ای

از تابش ذرات اتمی شتاب یافته بر هسته برخی از اتمهای رادیواکتیو مثلاً اورانیوم ( $^{235}\text{U}$ ) و پولونیم ( $^{239}\text{Po}$ ) و انجام واکنشهای هسته‌ای در دستگاههایی به نام رآکتورهای اتمی، منابع بسیار عظیمی برای تأمین انرژی تأمین می‌شود که از آنها معمولاً برای به گردش در آوردن چرخ ماشینهای بخار و توربینهای بخار مولد جریان برق استفاده می‌شود. به‌علاوه از این طریق می‌توان سوختهای اتمی و رادیوایزوتوپهای مفید برای مقاصد دیگر تهیه کرد. 

۱- باید توجه داشت که ایزوتوپ  $^{18}\text{O}$  رادیواکتیو نیست و از طریق طیف نگاری جرمی می‌توان آنرا تشخیص داد.

# انسان با چه اندازه به اسیدهای

## چرب نیاز دارد؟



بهدی پیشرفت نخواهد بود زیرا ساختمان منظم علوم به‌طور متناوب مورد تجدید نظر شدید قرار گرفته و چه بسیار پیش می‌آید که حقیقتی به کلی کنار گذاشته می‌شود و موضوع روشن نشده‌ای کلیدگشایش مشکل علمی می‌گردد.

نظریات در مورد تغذیه هم دچار یک چنین تحولی شده است، با کنار گذاشتن عقیده متداولی که پروتئین تنها منبع واقعی حائز اهمیت در تأمین کالری لازم است و پی آمدهای این موضوع واقعاً بیشمار است. اما آنچه که مورد نظر این مقاله است، ارزش جدیدی است که برای سایر منابع تأمین‌کننده کالری از جمله چربیها و

پس از مطالعات طولانی بر روی پروتئین به‌عنوان یک منبع اصلی انرژی برای انسان، متخصصین تغذیه مجدداً به مسئله چربیها و فیدرات‌ها توجه نمودند در حالیکه با پیشرفت تحقیقات انجام شده، اهمیت آنها را در زندگی ما روشن می‌سازد و مطالب زیادی بر دانش ما در مورد اسیدهای چرب اصلی می‌افزاید، در سطح بین‌المللی توجه مراکز تحقیقاتی و تغذیه را به نقش این اسیدها در مورد سلامت عمومی جلب نموده است.

در مجموع، پیشرفتهای علمی نادرست توجیه شده، چه برخلاف انتظار عموم هر مرحله‌ای از دانش به‌طور منظم پایه‌ای برای مرحله

هیچ عاملی نشان‌دهنده این نبود که اوسیب و علت یک بیماری خاصی باشد نظیر ویتامین A که کمبود آن ایجاد بیماری اگزروفتمالی می‌نماید. در نتیجه عملاً رنذر نظریه‌ای که معتقد بود کمبود A.G.E سبب مشکل تغذیه‌ای نمی‌نماید، مشکل بوده است. تا سالهای ۶۰ این نظریه به‌طور وسیعی پذیرفته شده بود زیرا تقریباً به‌جز یک مورد استثنایی تجربیات انجام شده برای شناخت اثرات A.G.E روی انسان اختصاصاً بی‌فایده بوده است. مورد استثناء مطالعه‌ای انجام شده به‌وسیله آمریکایی‌ها روی بچه‌هایی که با انواع مختلف شیرهای مصنوعی تغذیه شده بودند می‌باشد اما علائم این کمبود که کاهش رشد اگزوما و یک حالت ناخوشایندی عمومی نژاد بچه‌ها بوده است اختصاصی نبوده است و کسی نتوانست نشان دهد که آیا بزگسالان هم به A.G.E نیاز دارند؛

### پیوند دوگانه:

در همان ایام پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در مطالعات بیوشیمی کمبود A.G.E نزد موشها صورت گرفت. اسیدهای لینولئیک و آراشیدونیک عامل مشترک دارند و آن پلی‌اسیدهای چرب غیرسیر شده‌اند که به ترتیب دارای ۴،۳،۲ پیوند دوگانه می‌باشند. اما به نظر نمی‌رسد که همه پلی‌اسیدهای سیر نشده اساسی باشند حتی تمام آنهایی که ۴،۳،۲ پیوند دوگانه دارند.

در نتیجه موشها خود می‌توانند پاره‌ای از پلی‌اسیدهای چرب سیر نشده را بسازند مثلاً اگر چه مشاهده شد که مقدار اسیدهای دی‌انیک و تترانیک در موشهایی که از A.G.E محروم بوده‌اند پایین‌تر از نرمال می‌باشد. آنها بیش از میزان، اسیدهای چرب تری‌انیک ساخته‌اند. مطلبی که در آن زمان توجه نشده بود اما ثابت می‌نمود که مقدار تری‌ان در رابطه با تترانیک مصرف خوبی برای سطح A.G.E در اغلب حیوانات آزمایشگاهی است. اختراع کروماتوگرافی در سال ۵۰ مخصوصاً کروماتوگرافی در فاز گازی یک چرخش قطعی را در قضیه ایجاد نموده است. چه به کمک کروماتوگرافی می‌شد اسیدهای چرب را جدا نموده و مطالعه را مستقیماً بر روی جسم مورد نظر انجام داد.

در ۱۹۵۹ پرورفور J.Mead نشان داد تری‌ان شاخص در کمبود A.G.E، مولکولی است شامل ۲۰ اتم کربن به نام اسیدسیس ۱۱،۸،۰۵ ایکوزتری‌انویک که بیشتر به نام اسید Mead نامیده می‌شود، او کشف نمود که این اسیدگرچه یک پلی‌اسید سیر نشده است اما اساسی نیست و به‌وسیله حیواناتی که فاقد A.G.E می‌باشند ساخته می‌شود. تفاوت آن با اسید A.G.E در موقعیت پیوندهای دوگانه است.

### «سه‌سری اصلی»

یادآوری می‌شود که می‌توان سه‌سری اصلی هم خانواده از اسیدهای چرب که همه آنها وجه تشابهشان در داشتن پیوند دوگانه در پایان ات‌های کربن که از انتهای ω مولکول محاسبه می‌شود (یعنی انتهای مقابل α مکانی که گروه کربوکسیل هست) سری ω-۶ مشتق از اسید لینولئیک یکی اسیدی‌انیک با ۱۸ اتم کربن

تیدرات‌های کربن علم قایل شده که در مقابل پروتئین حدود یک قرن است به فراموشی سپرده شده است.

مطالعه علمی تغذیه زمانی آغاز شد که لاوازیه نشان داد که مواد غذایی یک ماده سوختنی هستند و باید بر حسب کالری ارزیابی شوند، نه بر حسب وزن، این دریافت منطقی ناچار به دنبال خود پریشی را هم همراه داشت که آیا پروتئین، چربیها و تیدرات‌های کربن منابع کالری قابل تبدیل هستند این مسلم است که مواد غذایی را به دو دسته تقسیم نماییم. دسته تهیم‌کننده و دیگری تنفسی اما از وقتی که عناصر تهیم‌کننده با آلومین (یا پروتئین) غذاها مشخص شد، افسانه پروتئین متولد شد.

عوامل زیادی در گسترش این افسانه دخالت داشت، پروتئین‌ها حاری نیتروژن، می‌باشند که سهولت اندازه‌گیری آن در مواد غذایی و مشاهده متابولیسم آنها از آنجمله است و شاید به دلیل بزرگی مولکول و طبیعت آنها زیست‌شناسان راشدیداً تحت تأثیر قرار داده بود و مطالعه پروتئین، به خصوص آنزیم‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای در گسترش بیوشیمی (زیستی) داشته است در قرن ۱۹ بیوشیمی نشان داد که چربیها و پروتئین‌ها تماماً مسئولیت ساخت بافتها را به‌عهده دارند اما اولین آزمایشات انجام شده روی ارزش غذایی گویا چنین نشان داد که حیوانات به پروتئین نیاز دارند اما نمی‌توانند چربیها را از تیدرات‌های کربن بسازند و آنها را جز به عنوان حامل ویتامین‌ها که در آنها محلولند به کار نمی‌برند.

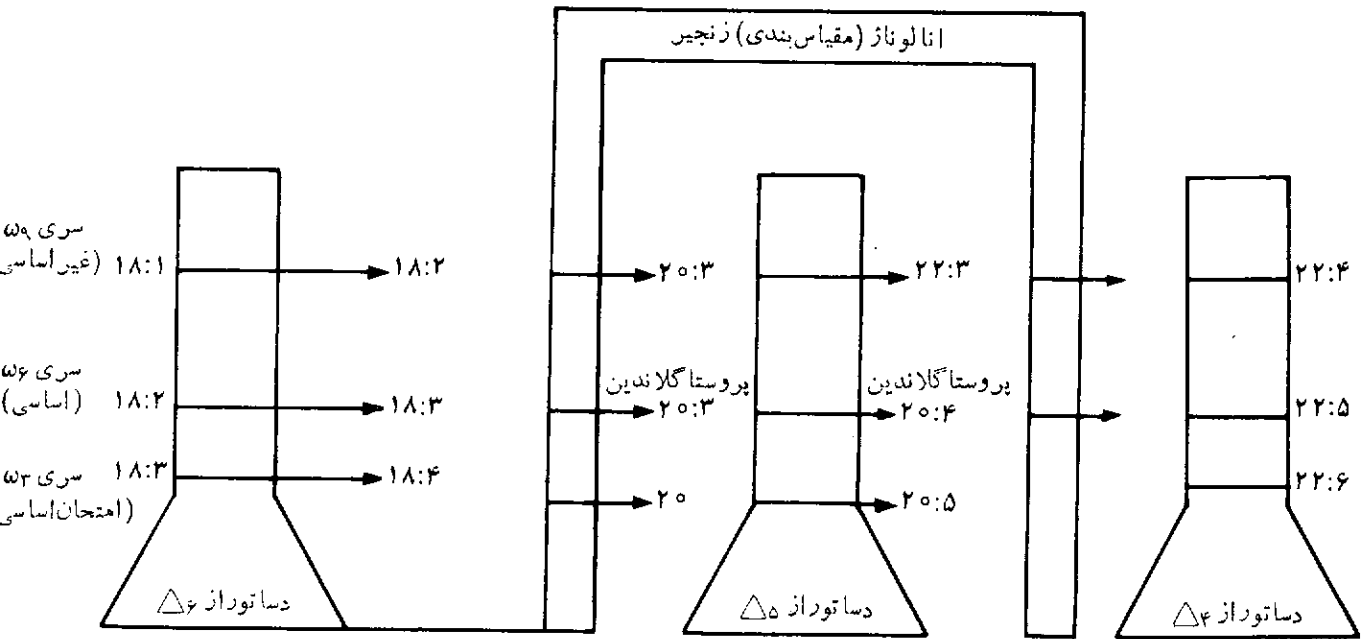
در سال ۱۹۲۹ بود که G. and Mildred Burn در اتازونی فایده اساسی چربیها را به دنبال یک سلسله آزمایشهای طولانی و جدا نمودن تمام چربیها از غذاهایی که به کلامی بردند نشان دادند. آزمایشهای آنها بر روی موشها بود و همان‌طور که نامبرده نشان داد به پلی‌اسیدهای چرب سیر شده برای تولید مثل. برای نمو و متابولیسم طبیعی نیاز دارند، این محققین دو اسید چرب اصلی به نام اسید لینولئیک و اسید آراشیدونیک را شناسایی نمودند و بعد از مدت‌س اسید سومی هم به نام اسید لینولئیک به‌عنوان عاملی که می‌تواند قسمتی از آثار تغذیه بدون چربی را جبران نماید مورد شناسایی قرار دادند.

### دشواری رد نمودن نظر قبلی:

مسئله‌ای که این کشف نتوانست از اهمیت لازم برای تجدید نظر در امر تغذیه برخوردار شود به سه عامل بستگی دارد ابتدا دشواری کار با اسیدهای چرب اساسی (A.G.E) از نظر شیمیایی، زیرا آنها پیچیده، ناپایدار بودند و نمی‌توان آنها را جز به‌طور تقریبی با روش‌های ملال‌آور شیمیایی اندازه گرفت. در ثانی آنها در هیچ یک از گروه‌های شناخته شده جانمی‌گرفت در عنصری که کشف شده‌اند متخصصین تغذیه تمام کوشش خود را بر مسئله ویتامین‌ها متمرکز نموده بودند اما A.G.E ویتامین نبوده است. نیاز به A.G.E حدود ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مرتبه مهم‌تر بوده و از این نظر قابل مقایسه با آمینواسیدهای اصلی است و بالاخره بسیار دشوار بوده است که یک کمبود A.G.E را نشان داد برای اینکه بسیار ناقص تعبیر شده بود

سری  $\omega_9$  مشتق از اسید اولئیک غیر اساسی است  $18:1\omega_9$  و شامل یک پیوند دوگانه کمتر از سری  $\omega_6$  است. اسید  $Med$   $20:3\omega_9$  را می‌توان معادل  $\omega_9$  از  $20:4\omega_9$  در سری  $\omega_6$  در نظر گرفت و می‌توان منطق بیوشیمی را در رابطه تری آن مشاهده نمود. محققین به این نتیجه رسیدند که متابولیسم سه سری به وسیله آنزیم‌های مشابهی کنترل می‌شود اگرچه سرهای بین خود در حال رقابت هم هستند.

که به‌طور اختصار به شکل  $18:2\omega_6$  نشان داده می‌شود و معنایش این است که در زنجیره 18 اتم کربن وجود دارد که بین آنها دو پیوند دوگانه قرار دارد (اولین پیوند دوگانه بعد از 6 اتم کربن از اتم‌های  $\omega$  قرار دارد). اسید آراشیدونیک ( $20:4\omega_6$ ) یکی از اعضای  $\omega_6$  است. اسید لینولئیک  $18:3\omega_6$  خانواده سری دوم است که در آن هر یک از خانواده‌ها یک پیوند دوگانه بیش از هم از  $\omega$  خود دارد.



جلب توجه آنزیم‌ها را می‌کند تا  $18:2\omega_6$  و قتیکه فقدان A.G.E باشد سطح  $\omega_6$   $18:2$  پایین می‌افتد همان‌طور که مقدار  $20:4\omega_6$  اما شروع می‌کند به متابولیزه شدن به  $20:3\omega_6$  این رقابت بین اسیدهای چرب اساسی و غیر اساسی به خوبی توضیح‌کننده این واقعیت شناخته شده است که اسیدهای سیر شده بیش از غذاهای بدون چربی باعث کمبود می‌شوند.

به‌علاوه با دستگه‌های جدید بسیار راحت می‌توان نسبت تری آن را که اکنون باید مجدداً به‌عنوان نسبت بین  $20:3\omega_6$  به  $20:4\omega_6$  تعریف نمود اندازه‌گیری کرد و به‌طور مرتب از آن برای تعیین کمبود در مورد A.G.E استفاده می‌شود. برعکس علامت کلیتیکی این اندیس بیوشیمیایی بدون ابهام است و انتخاب کلی آن نشان داد که کمبود A.G.E بسیار گسترده‌تر از آنست که قبلاً تصورش هم نمی‌رفت.

در سال 1961 بود که نخستین مورد کمبود را فرد بالغ که از طریق ورید تغذیه می‌شدند مشاهده نمودند در آن زمان چنین می‌پنداشتند که A.G.E آنقدر کم اهمیت است که تغذیه «کامل» از طریق ورید در برگیرنده آن نمی‌بود و مطالعهٔ بیمارانی که چنین تغذیه می‌شدند در کشورهای مختلف کمبود بسیاری را از لحاظ A.G.E آشکار ساخت، مطالعه‌ی روی کودکان نشان داد که کمبود A.G.E همراه با جذب نارسای مواد چربی یا تشکیل کیست فیبروز (Cyst)

سه سری اصلی به وسیلهٔ آنزیم‌های یکسان هضم می‌شوند پلی اسیدهای چرب سیر نشده ( $\omega_9$ ،  $\omega_6$ ،  $\omega_3$ ) برای تشکیل سه سری هم‌خانواده هر مولکول از اسید هر خانواده شامل 18 اتم کربن است. در سری  $\omega_9$  یک پیوند دوگانه در نهمین کربن از انتهای  $\omega$  مولکول (نقطهٔ مقابل انتهای  $\alpha$ ) یعنی جایی که گروه کربوکسیل به آن متصل است) قرار دارد که آنرا با نشانهٔ  $18:1\omega_9$  مشخص می‌نمایند در سری  $\omega_6$  اسید سرخانواده دارای دو پیوند دوگانه در موقعیت‌های  $\omega_6$ ،  $\omega_9$  که نشانه آن با  $18:2\omega_6$  مشخص می‌شود و در سری  $\omega_3$  پیوندهای دوگانه در موقعیت‌های  $\omega_3$ ،  $\omega_6$ ،  $\omega_9$  قرار دارد و از آنجا علامت  $18:3\omega_3$  برای آن در نظر گرفته شده است. در هر سری پیوندهای دوگانه پیاپی به وسیلهٔ سه دساتوراز درمکان‌های یکسان مورد توجه قرار دارند. هم‌خانواده‌ها تفاوتشان در این است که آنها فاقد یا دارای یک یا دو پیوند دوگانه بوده که در موقعیت  $\omega_3$  و  $\omega_6$  می‌تواند وجود داشته باشد وجود این پیوندهای دوگانه  $\omega_3$ ،  $\omega_6$  به اسیدهای چرب خصمت اساسی را می‌بخشد و فقدان آن سبب شده که اسید  $\omega_9$  غیر اساسی تلقی شود، چون گر به‌ها فاقد  $\Delta^6$  هستند آنها نمی‌توانند  $18:2\omega_6$  یا  $18:3\omega_3$  را به پلی اسیدهای هم‌خانواده سیر نشده‌اش تبدیل کنند و بر خلاف اغلب پستانداران آنها نمی‌توانند آنرا به جای A.G.E به کار برند.

معمولاً  $18:2\omega_6$  به  $20:4\omega_6$  تبدیل می‌شود چون بیشتر

وجود دارد. وجود اسیدهای چرب  $\omega_3$  نوزاد انسان در لیپیدهای سیستم عصبی به اثبات رسیده اما هیچکس نمی‌داند که آیا از بین رفتن آنها ایجاد یک اثر زیانبار دارد؟

### متابولیسم A.G.E

همچنین مطالعه متابولیسم A.G.E پس از آزمایشات انجام شده روی موشها صورت گرفته مدتهاست که نمی‌دانند که تمام اعضاء سری  $\omega_6$  دارای فعالیت A.G.E هستند اندازه این فعالیت نشان می‌دهد که این اسید، آراشیدونیک (20:4 $\omega_6$ ) است که از همه قوی‌تر است. مطلبی که این اندیشه را ایجاد می‌کند که نیاز فیزیولوژیک به 20:4 $\omega_6$  در غذا چیزی جز بازتاب ساده از نیاز فیزیولوژیک به 20:4 $\omega_6$  نباشد. به طوری که اگر از تبدیل 18:2 $\omega_6$  به 20:4 $\omega_6$  مخالفت شود ما نمی‌توانیم به اندازه لازم از A.G.E داشته باشیم، هر قدر هم که از 18:2 $\omega_6$  جذب شده باشد. آنها اخیراً نشان دادند این چیزی است که در مورد رگ به خانگی که دارای آنزیم دساتوراز لازم برای متابولیسم A.G.E نمی‌باشد اتفاق می‌افتد، هنگام تجربه درمندی بیش از دو سال آنها نشان دادند: اگر تغذیه‌ای که به‌گر به می‌شود شامل چربی حیوانی نباشد گر به از یک که بود A.G.E رنج می‌برد و نه اسید 18:2 $\omega_6$  و نه اسید 18:3 $\omega_6$  نمی‌تواند آنرا درمان کند، کاری که پلی‌اسیدهای حیوانی سیر نشده (غنی از ممولوگ بالایی سری  $\omega_6$ ،  $\omega_3$ ) انجام می‌دهد.

در نتیجه اسیدهای سرخانواده لینولیک و لینولیک بدون اهمیت اساسی فیزیولوژیک هستند. هم زمان دانشمندان اسکاتلندی کمبودی از همان آنزیم رانزد توربو، ماهی گوسشتخوار مشاهده نمودند و آزمایشگاه پزشکی تطبیقی نافیلد نیز همین مطلب را برای شیر مشاهده نمود. رابطه‌ای صریح بین عدم قابلیت متابولیزه کردن و خوردن گوشت وجود دارد، چیزی که غافلگیر کننده نمی‌باشد زیرا محصولات حیوانی منبعی هستند از A.G.E مشتق شده. شاید این موضوع غافلگیر کننده‌تر باشد که هر سه نوع فاقد یک نوع آنزیم باشند دساتوراز  $\Delta_6$  که مسئولیت اولین مرحله تبدیل به عهده اوست. حیوانات معمول آزمایشگاهی موش خاکستری، سگها و خوکچه هندی دارای دساتوراز  $\Delta_6$  بوده و اما فعالیت آن کم است در نتیجه مشاهده شد که دساتوراسیون  $\Delta_6$  بسیار کند یا حتی غیر موجود در نوزاد تمام انواع حیوانات مورد مطالعه بوده است، تنها مطالعه انجام شده در مورد انسان روی نمونه‌ای از کبد بیماری که جراحی شده، میزان بسیار کمی از دساتوراسیون  $\Delta_6$  را نشان داد. به نظر می‌رسد که انسان دارای دساتوراز  $\Delta_6$  باشد اما مثل گر به سا نان دارای فعالیت کم باشد.

### «شیر انسان»

فعالیت ضعف این آنزیم به دو دلیل حائز اهمیت است. نخست آنکه اگر احتیاج به اسیدهای چرب از نقطه نظر فیزیولوژیک بالا باشد ممکن است که تبدیل مستقیم A.G.E سرخانواده همیشه جوابگو نیاز نباشد.

(fibrose) تولد زودرس و بایک تغذیه فاقد پروتئین انرژی‌زا می‌باشد در حالیکه نزد بعضی از اطفال که باستانک تغذیه می‌شدند یک کمبود مختصری رامشاهده نمودند با آنکه ظاهراً از سلامت کامل برخوردار بوده‌اند.

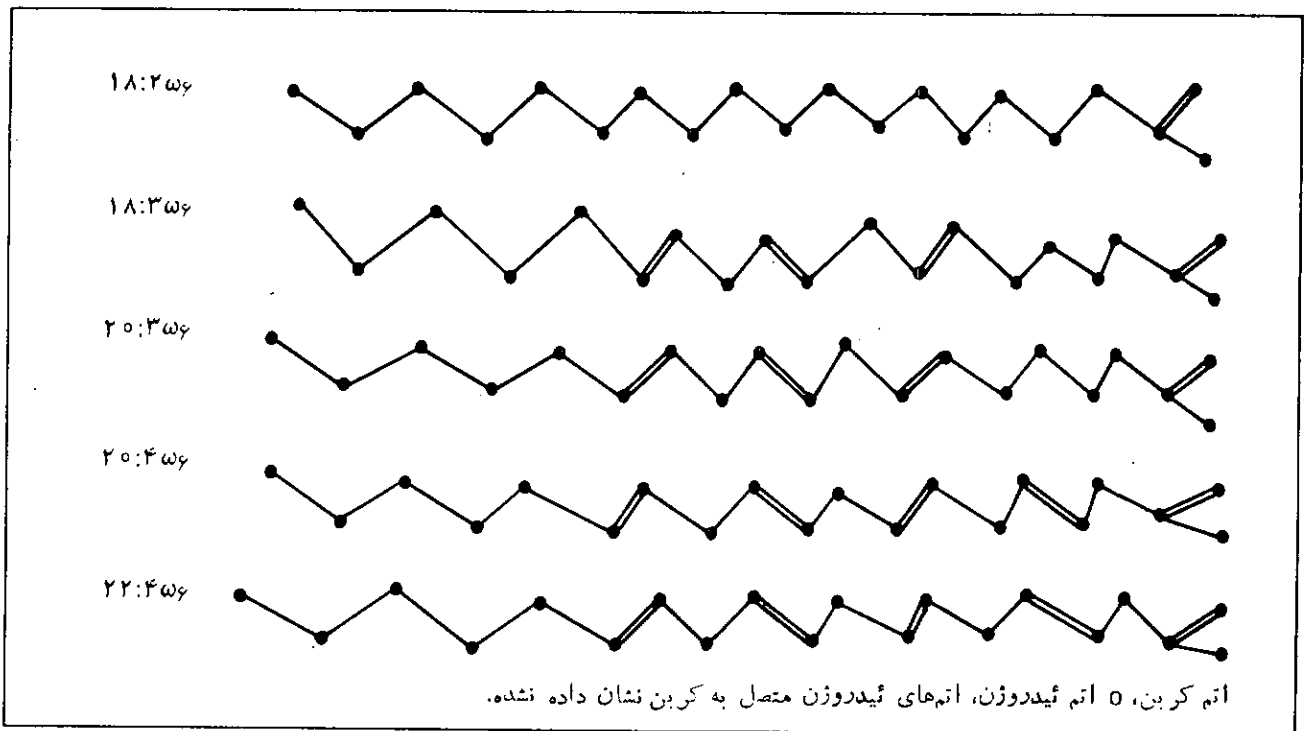
### یک مسئله مهم غذایی

در اواسط سالهای ۷۰ مسئله کمبود A.G.E البته نه به صورت یک همه‌گیری اما به صورت مسئله مهم مواد غذایی مطرح شده علاوه سه مطلب دیگر سبب تمرکز توجه روی A.G.E شده است. نخست مطالعه بیماری تصلب شرایین (Coronarienne) نشان داد که چربیهای سیر شده یکی از علل پیدایش آن است در حالیکه چربیهای سیر نشده غنی از A.G.E به نظر می‌رسد که نقش محافظت کننده در برابر بیماری را دارد. سپس کشف پر وستا گلاندین هورمون موضعی بسیار قوی که اثرات متنوعی داشته و مشتقی از A.G.E  $\omega_3$ ،  $\omega_6$  می‌باشد و بالاخره کشف نمودند که آنزیمهای متعددی روی غشاء مولکولها مستقر و تأثیر آنها به حالت فیزیکی این غشاء بستگی دارد.

غشاءها از لیپیدها و پروتئینها ساخته شده و جز لیپیدی آن معمولاً غنی از A.G.E است با اینکه به طور نسبی دستکاری کنفیگورا-سیون اسیدهای چرب و در نتیجه شیمی فیزیکی بافتها آسان است. اکنون کشف نمودند که لیپیدها تنظیم کننده با اهمیت در فعالیت آنزیماتیک پروتئینها است و انعطاف شیمیایی آنها اهمیت فوق العاده را آشکار نموده مادر حال حاضر نمی‌توانیم حدس بزنیم اهمیتی که این میدان تحقیق برای بالابردن دانش ما روی تغذیه خواهد داشت اما در حال حاضر در تحریک دقت روی A.G.E سهمی به عهده دارد.

مطالب زیادی برای فهمیدن وجود دارد حتی اگر مسائل را از زاویه‌ای بسیار ساده بنگریم پس از آنکه Burr اعلام نمود که اسید لینولیک 18:3 $\omega_6$  که فقط به طور جزئی کمبود A.G.E را درمان می‌کند. ارزش اسیدهای چرب  $\omega_3$  بسیار ناقص تعریف شده بود مسئله آنکه (به طور جزئی اساسی) یک دریافت کافی نبوده است. در نهایت اسیدهای چرب  $\omega_6$  به منطقه «غیر اساسی» رانده شد. جایگزین جزئی آن برای اسیدهای چرب مطلب غیر منتظره‌ای تلقی شد اما دلایلی به تدریج جمع آوری شد که برای بعضی از انواع حیوانات مثل ماهی قزل آلا و پروانه کلم اسیدهای چرب  $\omega_6$  بیش از سری  $\omega_3$  اساسی است.

آزمایشهای طولانی در آزمایشگاه پزشکی تطبیقی در نافیلد و جاهای دیگر به فکر واداشت که میمونها، کابوسین (نوعی گیاه) موشهای خاکستری، خوکچه هندی به اسیدهای چرب  $\omega_6$  بیش از A.G.E،  $\omega_3$  نیاز دارند و جالب است یادآوری این مطالب که اسیدهای چرب  $\omega_6$  به غلظت زیاد در ششها و مغز تمام حیوانات وجود دارد و در حال حاضر مطالعه در رابطه بین کمبود این اسیدها و ناراحتیهای چشم و اعصاب مورد مطالعه است، مطلبی که باید دانست این است که آیا یک یا دو خانواده مشخص از A.G.E برای انسان



### زیر نویس:

A.G.E سرخا نواده در بدن برای تولید انرژی به مراتب سریعتر از A.G.E مشتق شده تجزیه می‌شود. مثلاً 18:25g با سرعتی تقریباً سه مرتبه بیشتر از 20:45g مصرف می‌شود. پس می‌توان انتظار داشت که فاصله زمانی در تبدیل 18:25g بر اثر سرعت زیاد تجزیه و بازده نهایی ضعیف توجیه شود. این دقیقاً چیزی است که مشاهده شد که اگر A.G.E متفاوت را برای درمان که بود به کار برند 18:35g حاصل از دساتوراسیون  $\Delta 6$  يك برابر و نیم قوی‌تر از 18:25g می‌باشد. جالب است یادآوری شود که 20:45g دو مرتبه قوی‌تر است از 18:35g آنچه که نشان‌دهنده آن است که برای يك بار هم که شده از منابع دساتوراز  $\Delta 6$  عبور کردند مشاهده شد که دساتوراز  $\Delta 6$  به آسانی تغییر می‌نماید. يك فعالیت تضعیف شده در بعضی موارد نامطلوب نظیر دیابت هیپوتری و ایدایسم ملاحظه شد.

مسئله‌ای که می‌ماند این است که بفهمیم آیا ممکن است که تفاوت بین کاربرد A.G.E مختلف سرخا نواده و اسیدهای چرب مشتق از آنرا در درمان‌های کلیتیکی مشخص نمود. اما این فقط يك امکان است. نتیجه همه این تحقیقات هر چه باشد این است که يك اسید چرب اصلی یا دوتا، يك موضوع قطعی است توجه متخصصین تغذیه نسبت به این مطلب تغییر کرده، به طوریکه در کمیته دولتی بریتانیا در 1969 (در موضوع غذاها، فاقد يك کارشناس درباره A.G.E بوده و گزارش روی A.G.E در هشت سطر نوشته شده در صورتی که هشت صفحه به پیرو تعیین اختصاص داشت. از آن به بعد چهار مونوگرافی لاین روی A.G.E تهیه شده بود. بالنتیجه در پایان 1977 اولین کمیته کارشناسی سازمان یافته برای تغذیه و کشاورزی به سازمان جهانی بهداشت برای ارزیابی نیاز انسان به A.G.E تشکیل شد، در 1979 که پنجاهمین سالگرد کشف A.G.E است باید کشف شود که تا چه حد آنها واقعاً اساسی هستند.

این نمایش متابولیسم اسیدلینولیک 18:25g توسعه توانی پیوند دوگانه را در اثر واکنش متناوب دساتوراز و طولیل شدن زنجیر را نشان می‌دهد، طولیل شدن در انتهای  $\alpha$  مولکول صورت می‌گیرد. اگر پیوند دوگانه از انتهای  $\alpha$  یا انتهای کربوکسیلی شماره گذاری شود همانطور که در بیوشیمی متداول است موقعیت ثابت آنها چندان روشن نیست. مثلاً وقتی که 18:35g به 20:35g تبدیل می‌شود پیوندهای دوگانه از موقعیت 12، 9، 6 به موقعیت 11، 14، 8 تغییر مکان می‌دهند اگر بر اساس شماره گذاری از  $\alpha$  باشد. اگر شماره گذاری از انتهای  $\omega$  یا (اتم کربن متیل) آغاز شود مشاهده می‌شود که آنها در موقعیت 12، 9، 6 باقی می‌مانند برای سادگی بیشتر مولکولها به صورت خط نشان داده شد. در حقیقت آنها در سه جهت پیچاننده شده هستند (اسید آراشیدونیک به حرف  $\omega$  پیچ خورده شباهت دارد).

مشاهده شده که در متابولیسم اسیدهای چرب چنین است تولید هیستیدین (Histidine) و آرژینین (Arginine) بسیار کندتر از آن است که پاسخگوی نیاز کودک در هنگام رشد سریع باشد اگر چه کودک باید آنها را از ماده غذایی دریافت نماید. ماحوزنمی- دانیم که کودک به اسید آراشیدونیک احتیاج دارد یا به دیگر مشتقات A.G.E اما این مسئله که مقدار قابل ملاحظه‌ای از این اسیدهای چرب در شیر انسان وجود دارد که پاره‌ای از A.G.E مشتق شده به مقدار کم نزد کودکانی که باستانیک تغذیه شده اند مشاهده شده است و به نظر می‌رسد که دقیقاً مطلب مطرح شده صحیح باشد.

A.G.E موجود در شیر مادر مشابه آن چه است که در موز هنگام رشد سریع کودک وجود دارد پس این مطلبی قابل مطالعه است. از طرفی يك عدم اشباع (دساتوراسیون)  $\Delta 6$  کند صورت می‌گیرد زیرا

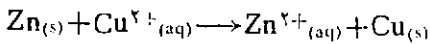
دکتر حسین آقایی

# اطلاعات کلی

# پایه‌های سلول‌های الکتروشیمیایی

قسمت نخست، بیان برخی مفاهیم مقدماتی و مرور کوتاهی بر تاریخچه الکتروشیمی.

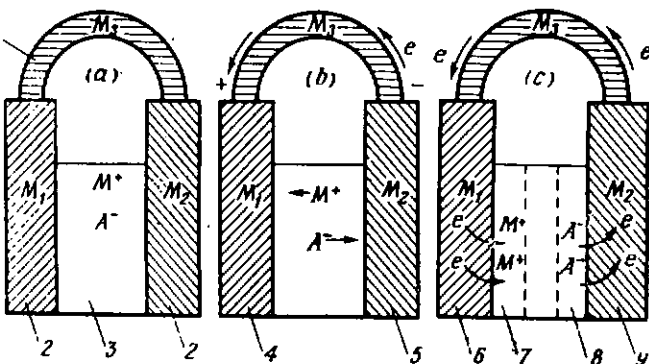
الکتروشیمی، به دست می‌آید. در این حالت می‌توان گفت آن قسمت از انرژی شیمیایی ذخیره در مواد واکنش دهنده که در حین انجام واکنش آزاد می‌شود، به صورت انرژی الکتریکی درمی‌آید. برای مثال واکنش پیل دانیل را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:



در شرایط استاندارد تغییر انرژی گیبس وابسته به این واکنش برابر با  $212/17$  - کیلو زول است. همین انرژی است که تمامی یا قسمتی از آن به انرژی الکتریکی تبدیل شده و از آن جریان الکتروشیمی به دست می‌آید.

سلول‌های گالوانی هم از جنبه‌های کاربردی و هم از لحاظ مطالعات نظری شایان توجه‌اند. هر سلول یا پیل گالوانی دست کم از دو نیم‌پیل درست می‌شود که هر نیم‌پیل دارای یک الکتروود و الکتروپل است. مربوط به خود است.

شکل زیر قسمتهای مختلف یک سلول الکتروشیمیایی را

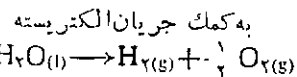


شکل‌های یک سلول الکتروشیمیایی در سه حالت a, b و c

از دیدی بسیار کلی، می‌توان سلول‌های الکتروشیمیایی (Electrochemical-cells) را به دو دسته کلی تقسیم نمود:

- ۱ - سلول‌های الکترولیتی (Electrolytic cells) یا تجزیه کننده‌های الکتریکی (Electrolyzers).
- ۲ - سلول‌های گالوانی (Galvanic cells) که به آنها پیل‌های گالوانی نیز گفته می‌شود.

در سلول‌های الکترولیتی، جریان الکتروشیمی از خارج وارد سلول می‌شود و در نتیجه آن واکنش شیمیایی مورد نظر در سلول انجام می‌گیرد. مثلاً دستگاه تجزیه الکتریکی آب یک سلول الکترولیتی یا یک تجزیه کننده الکتریکی است. عبور الکتروشیمی از چنین دستگاهی که دارای آب و چند قطره اسید سولفوریک باشد، باعث تجزیه آب به گاز هیدروژن و اکسیژن می‌شود. در واقع در دستگاه مذکور، انرژی الکتریکی حاصل از جریان الکتروشیمی ضمن تجزیه نمودن آب خود به صورت انرژی شیمیایی در آمده و در مواد حاصل ذخیره می‌گردد:

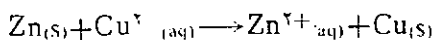


همانطوری که می‌دانید، در شرایط استاندارد محتوای انرژی یک مول هیدروژن و نیم مول اکسیژن روی هم، در حدود  $237/19$  کیلو زول از محتوای انرژی یک مول آب بیشتر است. درواکنش بالا این مقدار انرژی در نتیجه عبور جریان برق از طرف تجزیه آب و تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی شیمیایی تأمین می‌شود. در پیل‌های گالوانی بر خلاف حالت بالا، انرژی حاصل از واکنش پیل به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود و از آن جریان

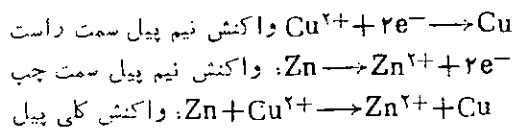
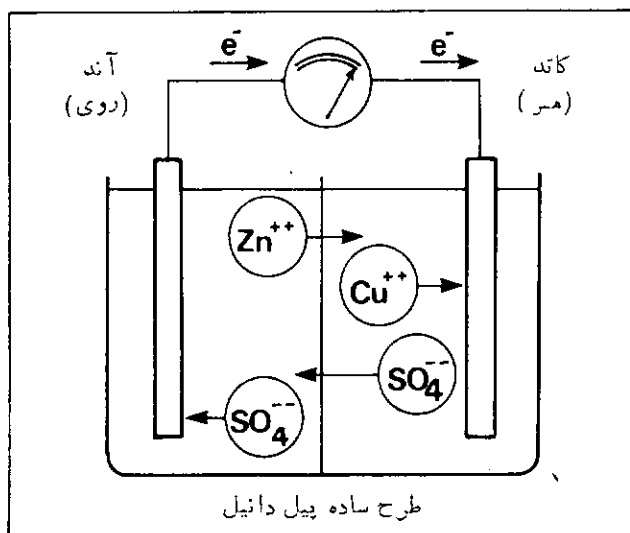
به طوری که از مطالب بالا پیداست، یونهای دارای بار الکتریکی مثبت (آنیونها) به سمت آند روانه می‌شوند. و یونهای دارای بار الکتریکی منفی (کاتیونها) به طرف کاتد به حرکت در می‌آیند.

قسمتی از محلول الکترولیت که در اطراف آند و در فاصله نزدیکی از آن قرار دارد، آنولیت خوانده می‌شود و قسمتی از آن که در اطراف کاتد و در فاصله نزدیکی از آن قرار دارد کاتولیت نامیده می‌شود.

به طور کلی واکنشهایی که در آنها انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی و یا به عکس تبدیل می‌شود، واکنشهای الکتروشیمیایی خوانده می‌شود. در اینجا تذکر این نکته لازم است که بین یک واکنش شیمیایی و یک واکنش الکتروشیمیایی تفاوتی وجود دارد. در واکنشهای شیمیایی، مواد واکنش دهنده (مواد طرف اول واکنش) از طریق تماس مستقیم و برخورد با یکدیگر وارد واکنش می‌شوند. این برخوردها اتفاقی بوده و در جهات مختلف صورت می‌گیرد. از همین رو تعیین انرژی وابسته به این نوع واکنشها به صورت مبادله گرما ظاهر می‌شود. در واکنشهای اکسیداسیون و احیا، فاصله‌ای را که الکترونها در موقع انتقال از جزئی احیا کننده به جزء اکسید کننده در این شرایط، می‌پیمایند، بسیار کوتاه است و در نتیجه از آن کار الکتریکی مفید به دست نمی‌آید. در مقابل، در واکنشهای الکتروشیمیایی، مواد طرف اول واکنش پیل از هم جدا هستند و با هم تماس مستقیم ندارند و میان آنها برخوردی مانند بالا صورت نمی‌گیرد. مثلاً در واکنش پیل دانیل:



مواد واکنش دهنده یعنی  $\text{Zn(s)}$  و  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  از هم جدا هستند و مبادله الکترون میان آنها از طریق مدار خارجی و بدون تماس مستقیم صورت می‌گیرد.



در سه حالت متمایز نشان می‌دهد  
 قسمت a یک سلول الکتروشیمیایی در حال تعادل را نشان می‌دهد.

قسمت b یک سلول یا پیل گالوانی در حال کار را نشان می‌دهد که در حال تعادل نمی‌باشد.

قسمت c یک سلول الکترولیتی در حال کار را می‌رساند که آن نیز در حال تعادل نیست.

۱- مدار خارجی (External circuit) ۲- الکترودها (Electrodes) ۳- الکترولیت (Electrolyte) ۴- الکترود مثبت (Positive electrode) ۵- الکترود منفی (Negative electrode) ۶- کاتد (Cathode) ۷- کاتولیت (Catholyte) ۸- آنولیت (Anolyte) ۹- آند (Anode)

معمولاً هر سیستم یا سلول الکتروشیمیایی دارای قسمتهای زیر است:

۱- الکترولیت مورد نظر که هم به عنوان هادی الکترسیته (هادی نوع دوم) بوده و هم ممکن است به عنوان یکی از مسوادی باشد که در واکنش صورت گرفته در سلول شرکت می‌نماید.

۲- دو تپه فلزی که هر کدام با الکترولیت مربوط در تماس بوده و در عین حال ممکن است نه در واکنش الکتروشیمیایی سلول نیز شرکت داشته باشند. به این تپه‌های فلزی الکترود گفته می‌شود و کار مبادله الکترون با مدار خارج نیز از طریق آنها صورت می‌گیرد.

۳- یک هادی فلزی (هادی نوع اول) برای وصل کردن دوسر دو الکترود به یکدیگر.

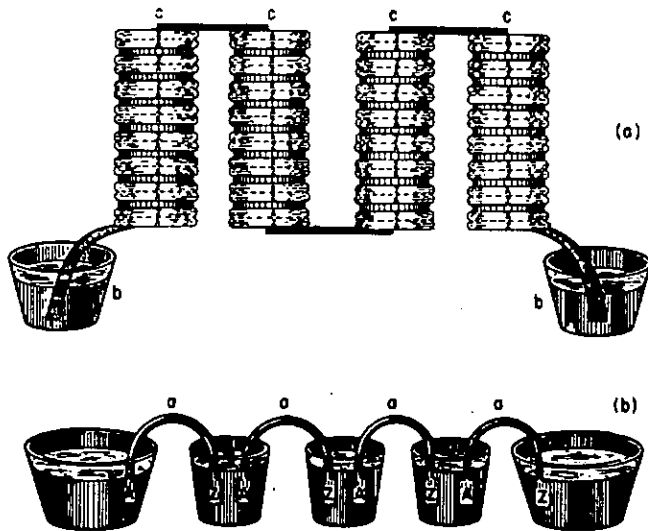
هرگاه از آب در تهیه محلول الکترولیت استفاده شود، سروکار ما با الکتروشیمی محلولهای آبی است. اگر از حلال غیر از آب استفاده شود، الکتروشیمی مورد نظر، الکتروشیمی محلولهای غیر آبی خواهد بود. چنانچه الکترولیت به کار رفته شامل مذاب یک نمک یا مخلوط چند نمک یا اکسید باشد، با الکتروشیمی محیطهای مذاب سروکار خواهد بود. سرانجام، اگر فضای بین الکترودها از گاز پر یا سیر شود، با الکتروشیمی گازها روبه‌رو خواهیم بود.

بنا به قرارداد، آند به الکترودی گفته می‌شود که در آن نیم واکنش اکسیداسیون (از دست دادن الکترون) صورت می‌گیرد. کاتد الکترودی است که در آن نیم واکنش احیا (دریافت الکترون) انجام می‌شود. از این دید، قطب منفی پیل گالوانی به عنوان آند بوده و قطب مثبت آن به عنوان کاتد می‌باشد. در الکترولیز، الکترودی که از مدار خارج الکترون دریافت کرده و آنسرا در اختیار کاتیونهای مجاور خود قرار می‌دهد و باعث احیای آنها می‌شود، کاتد نام دارد و الکترودی که از واکنش دهنده‌های مسوود نظر الکترون دریافت کرده و آن را به مدار خارجی می‌دهد، آند خوانده می‌شود. پیدا است که مواد واکنش دهنده در موقع از دست دادن الکترون اکسید می‌شوند.



در اواخر قرن ۱۸ و به دنبال مشاهدات بالا، کالوانسی مطالعات دقیقی را در زمینه الکتروشیمی به عمل آورد و از آنجا راه را برای پیشرفت و شهرت روز افزون الکتروشیمی هموار ساخت. کالوانی نشان داد حتی اثر يك قلاب آهنی در ماهیچه قورباغه مرده‌ای فرسوده و به کمک آن قورباغه به يك چنگک برنجی آویزان گردد، در آن صورت ماهیچه قورباغه در نتیجه کشیده شدن قلاب بر روی چنگک دستخوش انقباض می‌شود.

در همان ایام ولتا (Volta) اولین پیل خود را مطابق شکل زیر تهیه نمود. پیل ولتا شامل چند زوج فلز بود. هر زوج از دو قرص یا دو صفحه فلزی تشکیل می‌شد که یکی از آنها مس یا نقره و دیگری از فلز یا سرب بوده. هر زوج به کمک يك لایه چرمی یا مقوایی یا نمک با آب نمک یا آب قلیا و یا محلول الکترولیت دیگر کاملاً خیس می‌شد، از هم جدا می‌گردید. ولتا پیل دیگری را هم ساخت که از چند فنجان و تیغه‌هایی از نقره و روی تشکیل می‌شد. فنجانها توسط رابط‌هایی که از محلول يك الکترولیت پسر می‌شدند، به یکدیگر ارتباط پیدا می‌کردند.



«دو نمونه پیل که توسط ولتا ساخته شد»

a و c را بطها هستند؛ b ظرف‌های محتوی الکترولیت را نشان می‌دهد. A و Z به ترتیب معرف نقره و روی می‌باشد. یکی از کارهای شایان اهمیت دیگر، تحقیقات ولستون (Wollaston) است. او در سال ۱۸۰۱ نشان داد، وقتی تیغه‌ای از فلز روی و تیغه‌ای از نقره را در محلول اسید سولفوریک قرار دهند، در صورتی که بین تیغه‌ها اتصال برقرار نباشد، گاز هیدروژن از اطراف تیغه روی متصاعد می‌شود. اما اگر به کمک رابطی میان دو تیغه اتصال برقرار شود، در آن صورت گاز هیدروژن از اطراف تیغه نقره‌ای آزاد می‌گردد.

در سال ۱۸۳۹ پژوهشگر دیگری به نام گرو (Grove) از قرار دادن دو تیغه پلاتینی در محلول اسید سولفوریک و دمیدن گاز هیدروژن در اطراف یکی و گاز اکسیژن در اطراف دیگری، الکتروسیته به دست آورد و از آنجا موفق شد پیل را با شرکت

تغییر انرژی واکنش در این حالت دیگر به صورت مبادله گرما ظاهر نمی‌شود. بلکه به صورت کار الکتریکی مفید درمی‌آید. در این حالت راهی که الکترون در مقایسه با حالت اول، برای انتقال از ماده احیاء کننده به ماده اکسید کننده می‌پیماید بسیار طولانی است و به همین جهت می‌توان از آن کار الکتریکی را به دست آورد.

لازم به یادآوری است که کار الکتریکی مساوی  $W_{el. (max)}$  است که از یک پیل حاصل می‌شود، برابر با منفی تغییر انرژی گیبس واکنش پیل  $(-\Delta G)$  است. همانطوری که می‌دانید  $\Delta G$  يك واکنش با گرمای مبادله شده در واکنش (Q) یکی نیست. در فشار و دمای ثابت مقدار  $\Delta G$  واکنش برابر است با:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\Delta H$  تغییر انتالپی وابسته به واکنش است و  $\Delta S$  تغییر انتروپی آنرا نشان می‌دهد. در فشار ثابت  $\Delta H$  مساوی با  $Q_p$  است (این تساوی در مورد واکنش شیمیایی و برای مواقعی که کار مبادله شده فقط از تغییر حجم ناشی شود درست است)

از آنجا:

$$\Delta G = Q_p - T\Delta S \implies Q_p = \Delta G + T\Delta S$$

گفتیم:

$$W_{el. (max)} = -\Delta G$$

$$Q_p = -W_{el. (max)} + T\Delta S$$

به طوری که دیده می‌شود گرمای مبادله شده در واکنش شیمیایی در فشار، ثابت  $Q_p$  با کار ماکزیموم حاصل از آن  $W_{el. (max)}$  در موقعی که در يك پیل شیمیایی انجام می‌گیرد یکی نیست و با آن فرق دارد. این مطلب یکی از موضوعات ساده‌ای است که در ترمودینامیک شیمیایی مورد بحث قرار می‌گیرد. از پیل موقعی کار الکتریکی ماکزیموم به دست می‌آید که به طور برگشت پذیر کار نماید، پس کار الکتریکی ماکزیموم پیل همان کار الکتریکی برگشت پذیر پیل است.

$$W_{el. (max)} = W(\text{reversible})$$

اکنون پس از بیان مطالب بالا، جای آن است که از سیر تاریخی الکتروشیمی به اختصار مروری داشته باشیم. سابقه تاریخی موضوع الکتروشیمی به سالهای ۱۶۵۸ میلادی پسر می‌گردد. در همان سالها سوا مردام (Swammerdam) به این نکته پی برد که اگر عصب قورباغه‌ای به يك سیم نقره‌ای وصل شود و سپس مدار توسط يك سیم مسی کامل شود، ماهیچه قورباغه شروع به انقباض می‌نماید.

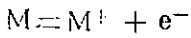
در سال ۱۷۶۰ دانشمند دیگری به نام سولزر (Sulzer) دریافت که اگر شخصی يك تیغه نقره‌ای را در يك طرف زبانش قرار دهد و تیغه‌ای سربی در طرف دیگر آن، طعم خاص شیشه طعم سولفات آهن را احساس خواهد کرد. کمی بعد از آن پژوهشگر دیگری به نام بینت (Bennett) پی برد که دو فلز به هم چسبیده می‌تواند الکتروسکوپ (برق‌نما) را منحرف سازد.

موادگازی شکل تهیه نماید.

به موازات این تحقیقات تجربی، بحثهای طولانی نیز در زمینه منشاء الکتروسیته گالوانی درمیان بوده است. گالوانی که خود زیست‌شناس بود، اعتقاد داشت که الکتروسیته در بدن موجودات زنده تولید می‌شود. اما واتا که فیزیکدان بسود عقیده داشت که الکتروسیته در نتیجه تماس دو فلز با یکدیگر حاصل می‌شود. شیمیدانان آن زمان به نوبه خود معتقد بودند که الکتروسیته از خوردگی یا واکنش شیمیایی دیگری که در محل تماس فلز با محلول رخ می‌دهد، حاصل می‌شود.

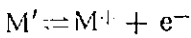
در جریان قرن نوزدهم مباحثات و مجادلات میان طرفداران دو نظریه مربوط به منشاء الکتروسیته گالوانی (منشاء فیزیکی و منشاء شیمیایی) بسیار بالا گرفت و تا سالهای دهه ۱۹۲۰ بر روی هر دو تغییر یا فشاری می‌شد. سرانجام به یاری معرفی مفاهیم پتانسیل شیمیایی و مدل ساختمان الکترونی ماده، درک منشاء الکتروسیته گالوانی آسان گردید. در واقع همانطور که امروزه می‌دانیم جریان الکتروسیته گالوانی همان عبور الکترونها یا یونها است. این حرکت در نتیجه اختلاف پتانسیل الکترونیکی است که در محل تماس دو فلز با یکدیگر یا در محل تماس یک فلز و محلول اطراف آن برقرار می‌شود. نرنست (Nernst) در مورد پیدایش اختلاف پتانسیل الکترونیکی در دو سوی سطح تماس میان یک فلز و محلول اطراف آن، این طور توضیح می‌دهد که وقتی یک فلز مانند M در یک محلول (معمولاً محلول الکترولیت) قرار گیرد، معمولاً اتمهای آن فلز میل دارند که به صورت یونهای مثبت وارد محلول شوند و الکترونها را آزاد شده را بر روی فلز باقی‌گذارند. در نتیجه این کار، تیغه دارای مقداری

الکتروسیته منفی اضافی و محلول دارای مقداری الکتروسیته مثبت اضافی می‌شود. پیدا است که تمایل فلز برای از دست دادن یون و برجای گذاشتن الکترون در تیغه، از طریق برگشتن کاتیونها به داخل فلز با مخالفت رو به رو می‌شود و سرانجام حالت تعادل بین آن دو برقرار می‌گردد:



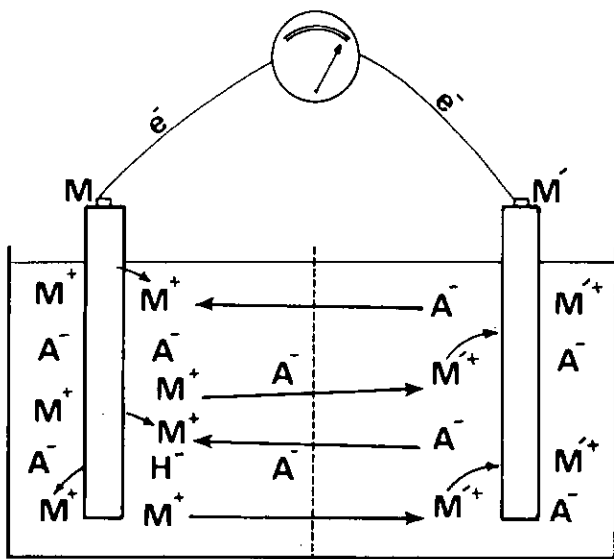
در موقع تعادل، یقیناً یک اختلاف پتانسیل الکترونیکی معین بین فلز و محلول اطراف آن برقرار است که میزان آن به شرایط عمل و طبیعت فلز و محلول بستگی تمام دارد.

حال اگر فلز دیگری مانند M' در محلول مناسب دیگری قرار گیرد، برای آن نیز می‌توان نوشت:

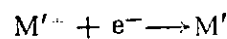
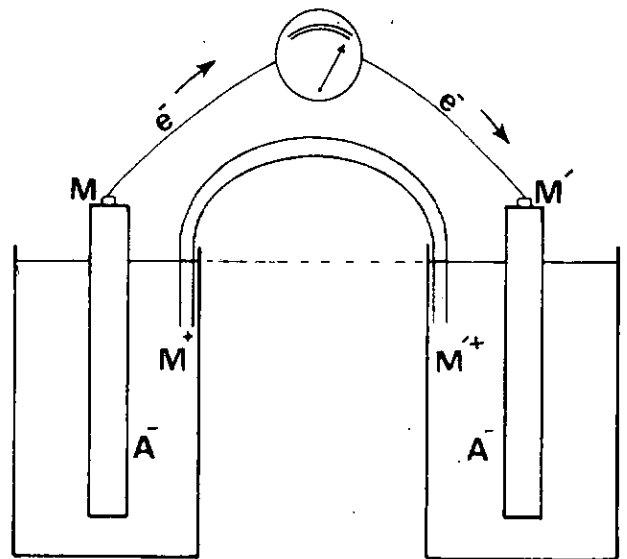


در اینجا هم یک اختلاف پتانسیل الکترونیکی معین بین فلز و محلول در موقع تعادل برقرار می‌شود که در حالت کلی با اختلاف پتانسیل الکترونیکی مربوط به فلز M فرق دارد. حال اگر آن دو به کمک رابطهای مناسبی به هم متصل شوند، الکترونها از تیغه‌ای که دارای الکترونها اضافی بیشتری است، از راه مدار خارجی به طرف تیغه دیگر جریان می‌یابند. در واقع همین نقل و انتقال الکترونها به معنای جریان الکتروسیته می‌باشد. پیدا است که در محلولها، انتقال الکتروسیته توسط یونها صورت می‌گیرد و جریان الکتروسیته شامل حرکات یونهای مثبت و منفی به طرف الکترودهای مورد نظر است.

در شکل زیر طرح ساده پیل حاصل از دو فلز M و M' رسم شده است:



واکنش نیم پیل سمت چپ



واکنش نیم پیل سمت راست

## بقیما از صفحه ۷:

و پرورش و روشهای تدریس مربوط به آن.

- تحقیق و بررسی درباره برنامه‌های آموزش سایر کشورهای جهان به منظور بهره‌گیری از آنان با توجه به ویژگیهای آموزش و پرورش کشور و انقلاب فرهنگی جامعه اسلامی ایران.  
- رسیدگی و تحقیق در مورد نمونه کتابهای تألیف شده رشته شیمی در سطوح مختلف آموزشی و استخراج نتایج مفید آنها به منظور به‌کار بردن آنها در برنامه‌ریزی و تألیف کتاب درس شیمی.

- انتخاب مؤلف یا مؤلفان برای کتابهای جدید التألیف درس شیمی و آشنا ساختن آنان با سیاست آموزشی کشور به منظور جلب همکاری آنان.

اعضای گروه شیمی که در سال تحصیلی ۶۳-۶۲ با این سازمان همکاری دارند به ترتیب عبارتند از:

۱- دکتر حسین آقایی

استاد دانشگاه تربیت معلم

۲- سیدرضا آقا پور مقدم

کارشناس شیمی

۳- حسام امینی

مدرس تربیت معلم

۴- نصرت... ایزدی

دبیر آموزش و پرورش

۵- دکتر مسعود روحی لاریجانی

استاد دانشگاه تهران

۶- دکتر محمد رضا ملاردی

استاد دانشگاه تربیت معلم

کارشناس شیمی

۷- علی اکبر نوروزی

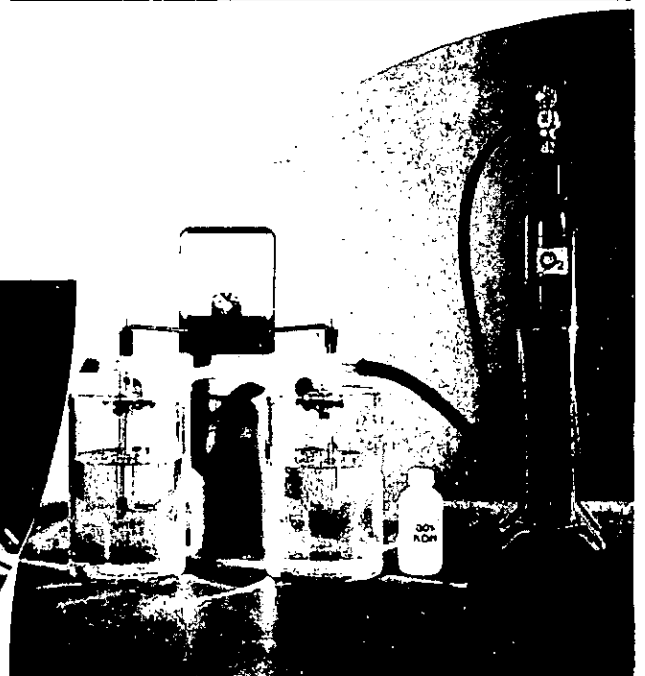
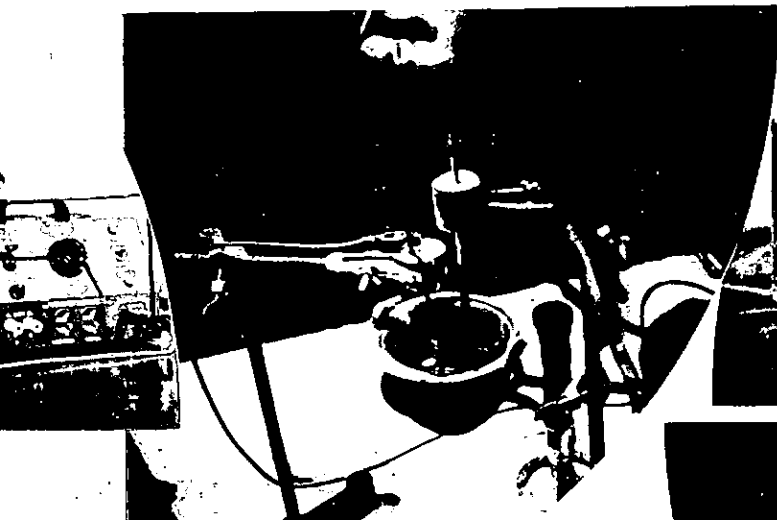
در پایان لازم می‌دانیم از کلیه همکارانی که با تلاشهای بیدریغ در تهیه این مجموعه و شتاب گرفتن این حرکت سهیم بوده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری نماییم. آرزو مندیم که این تلاش پاداش‌دهنده باشد. کوشش خواهیم کرد که در هر شماره آنچه را که مورد نظر معلمان شیمی است به‌کار گیریم. از این رو به همکاری، اظهار نظر و ارائه هر گونه پیشنهادی از سوی شما معلمان عزیز نیازمندیم.

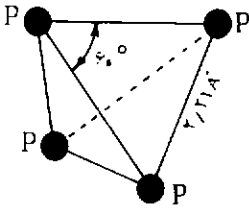
کارشناسان شیمی

در مواقعی که پیل الکتریسته آزاد می‌کند، هم زمان با آن یونهای  $M^{+}$  بیشتری از تیغه سمت چپ وارد محلول می‌شود و از طرف دیگر یونهای  $M'^{+}$  بیشتری از تیغه سمت راست الکترولیت دریافت داشته و به صورت  $M'$  بر سطح آن می‌نشیند. بدین ترتیب در اطراف تیغه سمت چپ لایه‌ای از کاتیونهای  $M^{+}$  و در اطراف تیغه سمت راست لایه‌ای از آنیونهای  $A^{-}$  تشکیل می‌شود که در صورت جبران نشدن باعث پلاریزاسیون پیل و از کار افتادن آن می‌شود. برای جلوگیری از این پدیده و در ضمن برقراری ارتباط الکتریکی بین دو محلول دو نیم پیل، با پستی، یا آنکه آن دو را توسط یک جدار متخلخل نظیر سفال که یونها قادر باشند از آن عبور نمایند، جدا کنند، یا آنکه دو محلول دو نیم پیل را توسط یک پل نمکی به هم مرتبط سازند. با توجه به شکل بالا نقش سفال یا پل نمکی کاملاً آشکار می‌باشد. در واقع لایه‌ای از کاتیونهای  $M^{+}$  که در اطراف تیغه  $M$  تشکیل می‌شود، آنیونهای  $A^{-}$  را از طرف دیگر و از طریق سفال یا پل نمکی به طرف خود می‌کشاند و از این نظر لایه مذکور مانند یک آند عمل می‌نماید. به همین ترتیب، کاتیونهای  $M^{+}$  از طریق جدار سفالی یا پل نمکی به طرف تیغه سمت راست رها می‌شوند تا لایه‌ای از یونهای  $A^{-}$  که در نتیجه احیای کاتیونهای  $M'^{+}$  در حوالی تیغه  $M'$  به وجود آمده است، جبران نمایند و محلول را تا آنجا که ممکن است از لحاظ الکتریکی خنثی سازند.

## منابع علمی مورد استفاده:

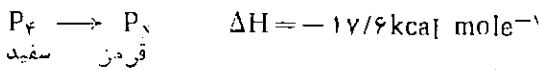
- 1- LANTROPOV, Theoretical Electrochemistry, 1972
- 2- H. ROSSOTTI, chemical Applications of Potentiometry 1969
- 3 - V. FRIED, L. BLUKIS and H. HAMEKA, Physical chemistry, 1977
- 4 - G. M. BARROW, Physical chemistry, 1983
- 5 - M. J. SIENKO, chemistry, 1966





درجه دارند، برمی آید که در تشکیل مولکول  $P_4$ ، اوربیتال‌های اتم فسفر ۳۰ درجه از حالت عادی انحراف حاصل کرده‌اند و همین مسئله عامل مهمی در ناپایداری مولکول  $P_4$  است. البته عوامل دیگری مانند طول نسبتاً زیاد پیوندها و کم بودن الکترون‌نگاتیوی فسفر (در مقایسه با نیتروژن) در این امر دخالت قابل توجهی دارند.

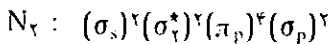
تبدیل تدریجی فسفر سفید به فسفر قرمز که آلوتروپ‌پایداری آن است و گراماذا بودن این واکنش نیز دلیلی بر ناپایداری فسفر سفید است:



علت زیاد بودن انرژی پیوندی مولکول  $N_2$  چیست:

وجود سه پیوند کووالانسی، زیاد بودن الکترون‌نگاتیوی و کوچک بودن شعاع اتمی ( $d = 1.09 \text{ \AA}$ ) را می‌توان عامل استحکام پیوند در مولکول نیتروژن دانست.

آنچه در مورد استحکام پیوند در مولکول  $N_2$  گفته شد با توجه به نظریه پیوند ظرفیت است. در صورتیکه آنرا از دیدگاه نظریه اوربیتال مولکولی مورد توجه قرار دهیم به نتایج جالب‌تری می‌رسیم. آرایش الکترونی آخرین تراز الکترونی مولکول نیتروژن طبق نظریه اوربیتال مولکولی چنین است:



طبق این آرایش الکترونی، مولکول  $N_2$  در آخرین تراز انرژی، دارای چهار اوربیتال مولکولی پیوندی و یک اوربیتال مولکولی ضد پیوندی است، به عبارت دیگر تمام اوربیتال‌های مولکولی از الکترون اشغال شده‌اند در صورتی که یکی از اوربیتال‌های ضد پیوندی آن دارای الکترون بوده و سه اوربیتال ضد پیوندی دیگر خالی باقی مانده‌اند.

هرچه تعداد اوربیتال‌های مولکولی پیوندی بیشتر باشد پیوند، استحکام زیادتر داشته و پایدارتر است، زیرا تشکیل اوربیتال مولکولی گراماذا است، در صورتی که تشکیل اوربیتال مولکولی ضد پیوندی با جذب انرژی همراه است از این نظر وجود اوربیتال ضد پیوندی موجب ناپایداری پیوند بوده و انرژی پیوندی را کاهش می‌دهد. مولکول  $N_2$  که دارای حداکثر اوربیتال‌های پیوندی و حداقل اوربیتال ضد پیوندی (در مقایسه با سایر عناصر دوره دوم جدول تناوبی) است انرژی پیوندی آن نه تنها از عناصر

حسام امینی

## سخنی با خوانندگان گرامی

در هر ماه نام‌های متعددی از سراسر کشور به گروه شیمی دفتر تحقیقات می‌رسد که حاوی نظریات اصلاحی و یا انتقادی همکاران گرامی در مورد محتویات کتابهای درسی شیمی است. برخی از همکاران نیز در این نامه‌ها مشکلات علمی خود را با ما در میان نهاده و با طرح پرسشهایی خواستار توضیحاتی در مورد آنها می‌شوند.

این بخش به انعکاس نظریات خوانندگان، طرح پرسشها و پاسخهای آن اختصاص دارد.

در این شماره به بررسی چند پرسش که بیشتر مورد توجه همکاران بوده است می‌پردازیم.

### پرسش - ۱

با آنکه عدد الکترون‌نگاتیوی نیتروژن بیش از فسفر است چرا در شرایط معمولی فسفر سفید بسیار فائولتر از نیتروژن به نظر می‌رسد به طوری که درخوا خود به خود شعله‌ور می‌شود. در صورتیکه نیتروژن فعالیت چندانی نداشته، به سختی در واکنشهای شیمیایی شرکت می‌کند.

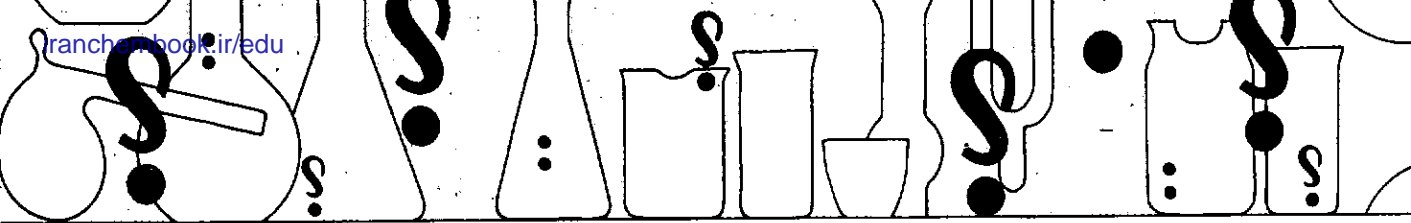
### پاسخ:

به طوری که می‌دانیم اتم‌های هر عنصر به جز گازهای بی‌اثر در شرایط معمولی به نحوی با یکدیگر پیوند دارند و در صورتی فعالیت شیمیایی آنها ظاهر می‌شود که پیوند بین آنها گسسته شده و به صورت اتم آزاد (رادیکال در واکنشهای رادیکالی) درآیند. از این نظر موضوع مهم و قابل توجهی که در مورد فعالیت شیمیایی پیش می‌آید مسئله انرژی پیوندی است. هرچه انرژی پیوندی کمتر باشد، پیوند در دمای پایین‌تری گسسته شده و فعالیت شیمیایی عنصر مورد نظر سریعتر آشکار می‌شود. در مولکول فسفر سفید ( $P_4$ ) انرژی پیوندی  $P-P$  برابر ۵۱ کیلوکالری بر مول (۲۰۰ کیلوژول بر مول) و انرژی پیوندی در مولکول  $N \equiv N$  برابر ۲۲۵ کیلوکالری بر مول (۹۴۰ کیلوژول بر مول) است. بنابراین یکی از عوامل مهم فعالیت کم نیتروژن را می‌توان در انرژی پیوندی بسیار زیاد آن دانست به طوری که در ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد در حدود ۱/۵ درصد مولکولهای آن تجزیه می‌شوند. از اینرو برای فعال کردن و شرکت دادن آن در واکنشهای شیمیایی باید از حرارت، کاتالیزور، تابشهای فعال‌کننده و... استفاده کرد.

علت کم بودن انرژی پیوندی فسفر سفید چیست؟

فرمول مولکولی فسفر سفید  $P_4$  است در این مولکول اتم‌های فسفر چهار رأس یک چهاروجهی منظم را اشغال کرده‌اند و هر اتم با سه اتم دیگر پیوند کووالانسی داشته و زاویه پیوندها برابر ۶۰ درجه است.

با توجه به اینکه اوربیتال‌های p در حالت عادی زاویه ۹۰



این پیوند نیز به همان اندازه باید انرژی بیشتری مصرف کرد. بنابراین استحکام يك پیوند نشانه همپوشانی زیاد اوربیتالهای اتمی در تشکیل اوربیتال مولکولی است. برعکس سست بودن پیوند نشانه آن است که اوربیتالهای اتمی به غللی نتوانسته اند به خوبی همپوشانی کنند.

می توان علت عدم همپوشانی زیاد اوربیتالها در مولکول  $F_2$  را به کوچکی شعاع اتمی فلورین، نیروی دافعه هسته های دو اتم و مماثلت فضایی اوربیتالهای غیر پیوندی آخرین تراز الکترونی آن دانست.

**ب - طبق نظر به اوربیتال مولکولی**

**Molecular orbital theory**

در صورتیکه مولکول  $F_2$  را از دیدگاه نظریه اوربیتال مولکولی مورد توجه قرار دهیم به نتایج اطمینان بخش تری می رسیم. آرایش الکترونی مولکول  $F_2$  به ترتیب زیر است:

$$F_2 : (\sigma_s)^2 (\sigma_s^*)^2 (\sigma_{p_x})^2 (\pi_{p_{y,z}})^4 (\pi_{p_{y,z}}^*)^4$$

به این ترتیب  $F_2$  در آخرین تراز انرژی دارای ۳ اوربیتال ضد پیوندی در مقابل ۴ اوربیتال پیوندی است، یعنی مولکول  $F_2$  در مقایسه با عناصر دوره دوم جدول تناوبی (به استثناء مولکول فرضی  $Ne_2$ ) دارای بیشترین اوربیتال مولکولی ضد پیوندی و در نتیجه کمترین مقدار انرژی پیوندی (۳۷ کیلوکالری بر مول) است.

در مورد شدت واکنشهای فلورین در مقایسه با سایر عناصر، علاوه بر الکترونگاتیوی زیاد، کم بودن انرژی پیوندی  $F-F$  از جمله عواملی است که سهم به سزایی دارد.

به منظور تکمیل این بحث، بجاست نکته دیگری را نیز یادآوری کنیم و آن اینکه علاوه بر انرژی پیوندی مواد واکنش دهنده عامل دیگری نیز در شدت پیشرفت يك واکنش مؤثر است و آن انرژی پیوندی محصولات واکنش است.

هرچه انرژی پیوندی مواد حاصل بیشتر باشد گرمای حاصل از واکنش بیشتر خواهد بود و آزاد شدن گرما که موجب کاهش محتوای انرژی سیستم می گردد از عوامل عمده پیشرفت يك واکنش است.

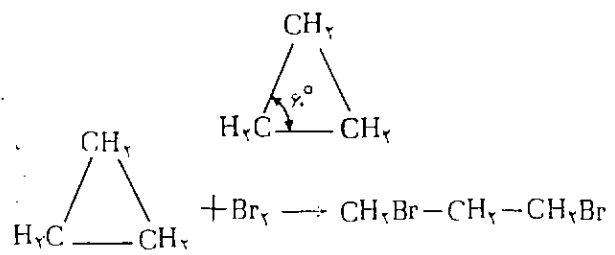
به عبارت دیگر سیستمها تمایل دارند به حالتی که دارای حد اقل انرژی (که پایدارترین حالت است) برسند و هرچه گرمای بیشتری آزاد شود (انتالپی واکنش کمتر باشد) تمایل سیستم به پیشرفت بیشتر خواهد بود.

انتالپی ( $\Delta H$ )، انرژی آزاد شده یا جذب شده در يك واکنش که در فشار ثابت انجام گرفته است، می باشد در واکنشهای گرمازا  $\Delta H$  با علامت منفی و در واکنشهای گرماگیر با علامت مثبت نشان داده می شود.

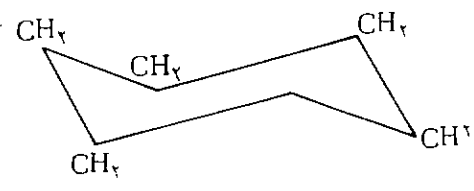
دوره دوم بلکه به علت کوچکی شعاع اتمی و الکترونگاتیوی زیاد، از سایر عناصر نیز بیشتر است.

اکنون مجدداً به زمینه اصلی پرسش باز می گردیم. نه تنها در مولکول  $P_4$  بلکه در تمام مولکولهایی که تشکیل پیوند در آنها با انحراف زاویه اوربیتالها از حالت عادی همراه باشد، کم بودن انرژی پیوندی و فعال بودن مولکول محسوس است.

به عنوان مثال سیکلو پروپان و سیکلو هگزان را در نظر می گیریم در صورتی که هیبریداسیون اوربیتالهای اتم کربن را در این دو مولکول از نوع  $sp^3$  بدانیم باید زاویه اوربیتالهای پیوندی برابر  $109^\circ/28'$  باشد در صورتیکه در سیکلو پروپان زاویه پیوندی برابر ۶۰ درجه است در حدود ۵۰ درجه از حالت عادی انحراف دارد. از این نظر سیکلو پروپان ناپایدار بوده و آب برم را در روشنایی بیرنگ می کند.



در صورتیکه در سیکلو هگزان زوایای پیوندی برابر  $109^\circ/28'$  است. از این نظر این ماده پایدار بوده و برخلاف سیکلو پروپان، آب برم را بیرنگ نمی کند.



**پرسش - ۲**

مقایسه انرژی پیوندی هالوژنها نشان می دهد که علیرغم الکترونگاتیوی زیادی فلورین انرژی پیوندی مولکول آن از حد مورد انتظار (در مقایسه با سایر هالوژنها) به طور قابل توجهی کمتر است. علت چیست؟

**پاسخ :**

هما نظیر که ضمن پرسش قبل گفته شد می توان این موضوع را از دو نظر بررسی کرد:

**الف - طبق نظریه پیوند ظرفیت**

**Valance bond theory**

می دانیم که هرچه همپوشانی اوربیتالهای تشکیل دهنده پیوند بیشتر باشد انرژی بیشتری آزاد می شود و برعکس برای گسستن

C-H برابر ۹۸ کیلو کالری بر مول است به طوریکه ملاحظه می شود پیوندها در SiH<sub>۴</sub> کمی سست تر بوده و این موضوع می تواند تاحدی دلیلی برای ناپایداری SiH<sub>۴</sub> نسبت به CH<sub>۴</sub> باشد ولی علت اساسی را باید در تفاوت زیاد انرژی پیوندهای تشکیل شده در محصولات عمل یعنی SiO<sub>۲</sub> و CO<sub>۲</sub> دانست.

تفاوت زیاد ΔH عای دو واکنش زیر به خوبی نشان می دهد که واکنش سوختن SiH<sub>۴</sub> در مقایسه با سوختن CH<sub>۴</sub> به شدت گرمتر بوده و تمایل زیاد به پیشرفت دارد.

محاسبه ΔH با توجه به انرژی های پیوندی به ترتیب زیر است:

$$\Delta H = 4 \times 70 + 2 \times 119 - (4 \times 106 + 4 \times 110)$$

$$= -346 \text{ kcal} \quad \text{در مورد سوختن سیلان}$$

$$\Delta H = 4 \times 98 + 2 \times 119 - (2 \times 192 + 4 \times 110)$$

$$= -194 \text{ kcal} \quad \text{در مورد سوختن متان}$$

## پرسش ۴

چرا استیلن بر خلاف اتان و اتیلن با فلزاتی نظیر سدیم می تواند نئیدروژن آزاد سازد:

**پاسخ:** می دانیم که الکترونگاتیوی یک عنصر نشان دهنده تمایل نسبی اتم آن عنصر برای جذب الکترونها در یک پیوند است.

اکنون باید این نکته را یادآور شویم که الکترونگاتیوی عناصر عدد ثابتی نیست و بر حسب تأثیر عواملی از قبیل اثر القایی، اثر مزومر سایر اتمهای موجود در مولکول، که به اتم مورد نظر اتصال دارند و همچنین نوع هیبریداسیون اوربیتالهای اتم مورد نظر تفاوت می کند.

مهمترین مثال برای مورد اخیر تفاوت الکترونگاتیوی اتم در مولکولهای استیلن، اتیلن و اتان است، در این ترکیبات اتم کربن می تواند اوربیتالهای الکترونی خود را به ترتیب در انواع هیبریداسیون sp، sp<sup>۲</sup>، sp<sup>۳</sup> شرکت دهد.

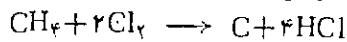
در هیبریداسیون sp<sup>۳</sup> که زاویه اوربیتالهای هیبریدی برابر ۱۰۹/۲۸' است هر اوربیتال از طرف اوربیتالهای مجاور تحت تأثیر ممانعت فضایی قرار می گیرد در نتیجه اوربیتالهای هیبریدی گسترش طولی قابل توجهی پیدا کرده و دانسیته الکترونی آنها از هسته دور می شود؛ این عمل موجب می شود که کمتر تحت تأثیر نیروی جاذبه هسته قرار گرفته به عبارت دیگر الکترونگاتیوی اتم در این هیبریداسیون sp<sup>۳</sup> (در مقایسه با سایر انواع هیبریداسیون) کمتر شود.

در هیبریداسیون sp<sup>۲</sup> که زاویه اوربیتالهای هیبریدی بیشتر است (۱۲۰°) ممانعت فضایی و در نتیجه گسترش طولی اوربیتال نیز کمتر شده. در این حالت دانسیته الکترونی به هسته نزدیکتر و نیروی جاذبه هسته نیز بر آن زیادتر است.

از آنچه گفته شد نتیجه می شود که هرچه انرژی پیوندهای گسسته شده کمتر و برعکس هرچه انرژی پیوندهای تشکیل شده بیشتر باشد ΔH منفی تر و تمایل واکنش به پیشرفت بیشتر خواهد بود.

## مثال ۱

واکنش تخریبی فلئوژن و کلر با متان و گرمای حاصل از این دو واکنش را در نظر می گیریم:



$$\Delta H = 4 \times 98 + 2 \times 58 - 4 \times 103 = +96 \text{ kcal}$$

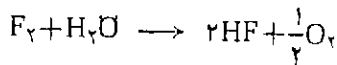


$$\Delta H = 4 \times 98 + 2 \times 37 - 4 \times 134/5 = -72 \text{ kcal}$$

به طوریکه ملاحظه می شود در حالیکه واکنش تخریبی کلر با متان گرمگیر بوده و برای انجام شدن آن باید انرژی صرف گردد واکنش فلئوژن با متان گرمتر بوده و به شدت انجام می گیرد به همین علت فلئوژن با فیدروکربنها سیر شده فقط واکنش تخریبی داشته و واکنش جانشینی ندارد.

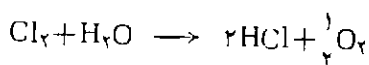
## مثال ۲

مقایسه شدت اثر فلئوژن و کلر بر آب را نیز می توان به عنوان مثال جالبی در نظر گرفت:



$$\Delta H = 37 + 2 \times 110 - \left( 2 \times 134/5 + \frac{119}{2} \right)$$

$$= -71/5 \text{ kcal}$$



$$\Delta H = 58 + 220 - \left( 2 \times 103 + \frac{119}{2} \right)$$

$$= +12/5 \text{ kcal}$$

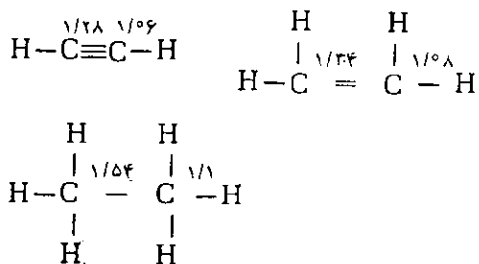
از مقایسه ΔH ها در دو واکنش فوق علت شدت واکنش فلئوژن بر آب را می توان به خوبی دریافت.

در خاتمه بررسی این پرسش یادآور می شویم که علاوه بر ΔH اثر عامل دیگر یعنی ΔS (آنتروپی) را نیز در پیشرفت یک واکنش باید در نظر گرفت که بحث درباره آنرا به فرصت دیگری موکول کنیم.

## پرسش ۳

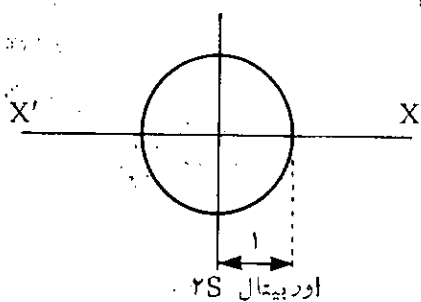
با اینکه CH<sub>۴</sub> و SiH<sub>۴</sub> از نظر مقدار انرژی پیوندی تفاوت چندانی ندارند چرا SiH<sub>۴</sub> در مقایسه با CH<sub>۴</sub> فعالیت شیمیایی زیاد داشته و در هوا خود به خود شعله ور می شود:

پاسخ - انرژی پیوندی در Si-H برابر ۷۰ و در

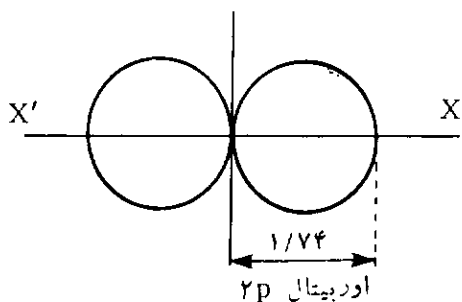


(طول پیوندها بر حسب آنکستروم است).

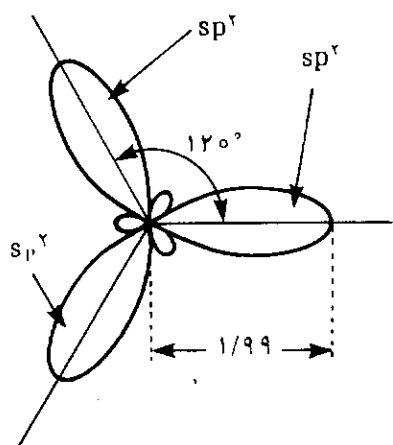
بی‌مناسبت نیست که در اینجا اوربیتال‌های اتم کربن را در انواع هیبریداسیون از نظر گسترش طولی مورد مقایسه قرار دهیم:



قدرت پوشانندگی 1



قدرت پوشانندگی 1/1.74



قدرت پوشانندگی 1/1.99

در هیبریداسیون sp که زاویه اوربیتال‌های هیبریدی به حداکثر می‌رسد ( $180^\circ$ )، ممانعت فضایی و در نتیجه گسترش طولی به حداقل رسیده و دانسیته الکترونی نزدیکترین فاصله را نسبت به اتم کربن خواهد داشت. در این حالت نیروی جاذبه هسته اتم کربن به اوربیتال‌های هیبریدی از انواع دیگر بیشتر است. به عبارت دیگر الکترونگاتیوی کربن در هیبریداسیون sp بیشترین مقدار خود را خواهد داشت.

مطالب فوق را به ترتیب زیر نیز می‌توان بیان کرد: از آنجاکه اوربیتال s گسترش طولی کمتری نسبت به اوربیتال‌های p دارد دانسیته بار الکترونیکی آن به هسته نزدیکتر و نیروی جاذبه هسته اتم به آن بیشتر می‌باشد.

هرچه در اوربیتال‌های هیبریدی سهم s بیشتر باشد نیروی جاذبه هسته به آنها بیشتر است. در اوربیتال‌های هیبریدی  $sp^3$  سهم s برابر  $\frac{1}{4}$  (یک اوربیتال s در مقابل سه اوربیتال p)، در اوربیتال‌های هیبریدی  $sp^2$  سهم s برابر  $\frac{1}{3}$  (یک اوربیتال s در مقابل دو اوربیتال p) و در اوربیتال‌های هیبریدی  $sp$  سهم s برابر  $\frac{1}{2}$  (یک اوربیتال s در مقابل یک اوربیتال p) است.

بنابراین اوربیتال‌های sp بیشترین شباهت را به اوربیتال کروی s داشته و هسته اتم کربن این نوع اوربیتال را شدیدتر از انواع دیگر اوربیتال‌ها می‌تواند جذب کند.

جدول زیر سهم اوربیتال s و الکترونگاتیوی کربن را در انواع مختلف هیبریداسیون نشان می‌دهد:

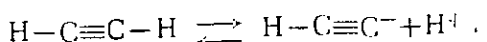
جدول زیر سهم اوربیتال s و الکترونگاتیوی کربن را در انواع مختلف هیبریداسیون نشان می‌دهد:

جدول زیر سهم اوربیتال s و الکترونگاتیوی کربن را در انواع مختلف هیبریداسیون نشان می‌دهد:

جدول زیر سهم اوربیتال s و الکترونگاتیوی کربن را در انواع مختلف هیبریداسیون نشان می‌دهد:

نوع هیبریداسیون	سهم s	الکترونگاتیوی نسبی
$sp^3$	$\frac{1}{4}$	2/5
$sp^2$	$\frac{1}{3}$	2/62
$sp$	$\frac{1}{2}$	2/75

از اینجا می‌توان دانست که پیوند در استیلن به طور قابل توجهی قطبی بوده و به استیلن قدرتی که در کربن‌های استیلنی که با فرمول  $R-C \equiv C-H$  مطابقت دارند امکان می‌دهد که به مقدار بسیار جزئی یونیزه شوند:

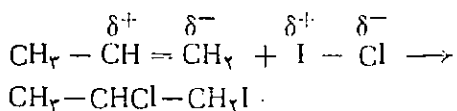
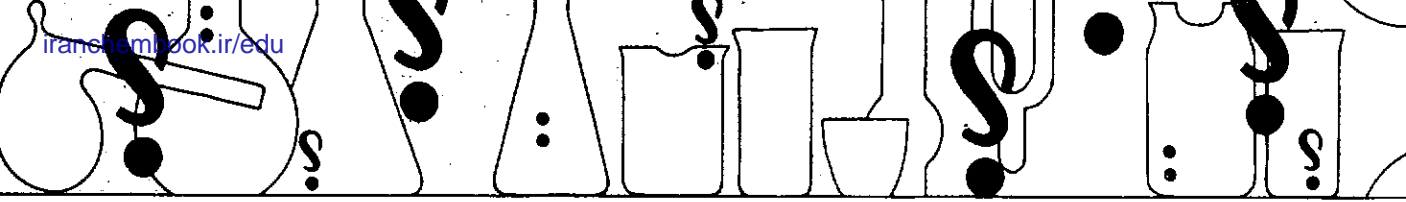


$$k = 10^{-22}$$

افزایش قطبیت سبب می‌شود که طول پیوند در  $C-H$  نسبت به اتان و استیلن کمتر و انرژی پیوندی آن (برای گسستن به صورت رادیکالی) بیشتر باشد.



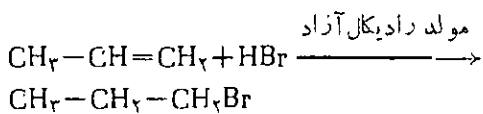




اکنون باید این نکته را خاطر نشان کرد که قاعده فوق در مورد واکنشهایی که با مکانیسم یونی صورت می گیرد معتبر است. و در مورد واکنشهایی که با مکانیسم رادیکالی انجام می گیرند صدق نمی کند. در این واکنشها باید قاعده کاراش را مورد توجه قرار داد که برخلاف قاعده مارکونیکوف است.

واکنشهای افزایشی رادیکالی در مجاورت کاتالیزورهایی که رادیکال آزاد تولید می کنند (مانند پراکسیدهای آلی؛

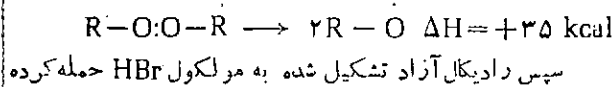
(R-O-O-R') صورت می گیرند مثال:



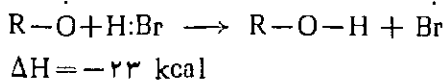
مکانیسم این واکنش شامل مراحل زیر است:

### الف مرحله آغازی

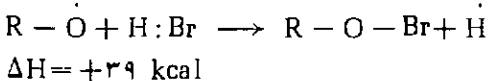
در این مرحله ابتدا پیوند سنت پراکسید در اثر حرارت شکسته شده و رادیکال آزاد تشکیل می گردد.



موجب تشکیل پیوند قوی تر و رادیکال آزاد Br می گردد.



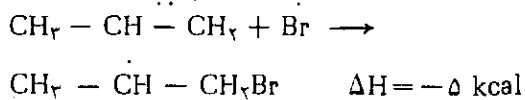
باید توجه داشت که در این مرحله امکان انجام واکنش:



نیز پیش بینی می گردد. ولی چون گرماگیر است پیشرفت قابل توجهی ندارد.

### ب - مرحله انتشار

رادیکال Br آزاد شده بر پیوند دوگانه حمله کرده باگستن آن به صورت رادیکالی با کربن نوع اول پیوند کووالانسی تشکیل می دهد. این واکنش به تشکیل رادیکال نوع دوم منجر می گردد.

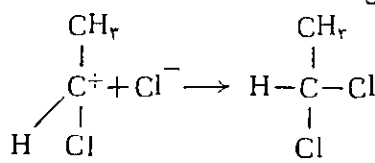
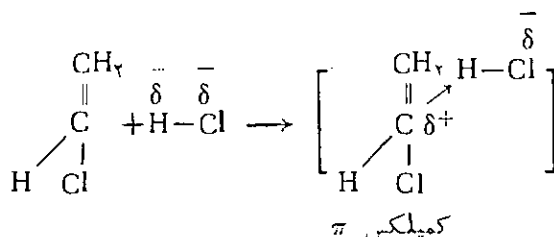


رادیکال حاصل به HBr حمله کرده و رادیکال جدید Br همراه با مشتق برمیید پروپیل تولید می کند.



دارد) نسبت به کربن دیگر بار منفی جزئی بیشتری دارد. بنابراین ضمن اثر HCl بر کلرید وینیل، ئیدروژن کلرید ئیدروژن متوجه کربنی که H بیشتر دارد می گردد.

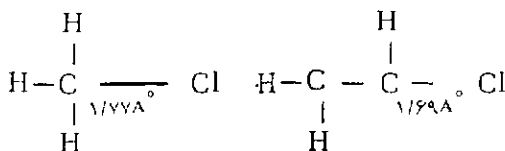
مکانیسم واکنش را می توان به صورت زیر نشان داد:



یون کلرید اتیل کربنیم

وجود پدیده رزونانس در کلرید وینیل موجب پایداری بیشتر

آن نسبت به ترکیبات مشابه می گردد. مقایسه طول پیوند C-Cl در کلرید وینیل و کلرید متیل نشان می دهد که طول پیوند در کلرید وینیل کوتاهتر است.

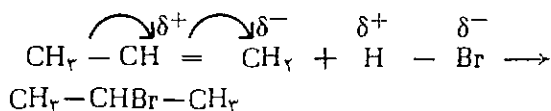


به باوریکه ملاحظه می شود این واکنش طبق قاعده مارکونیکوف (Markovnikov) صورت می گیرد.

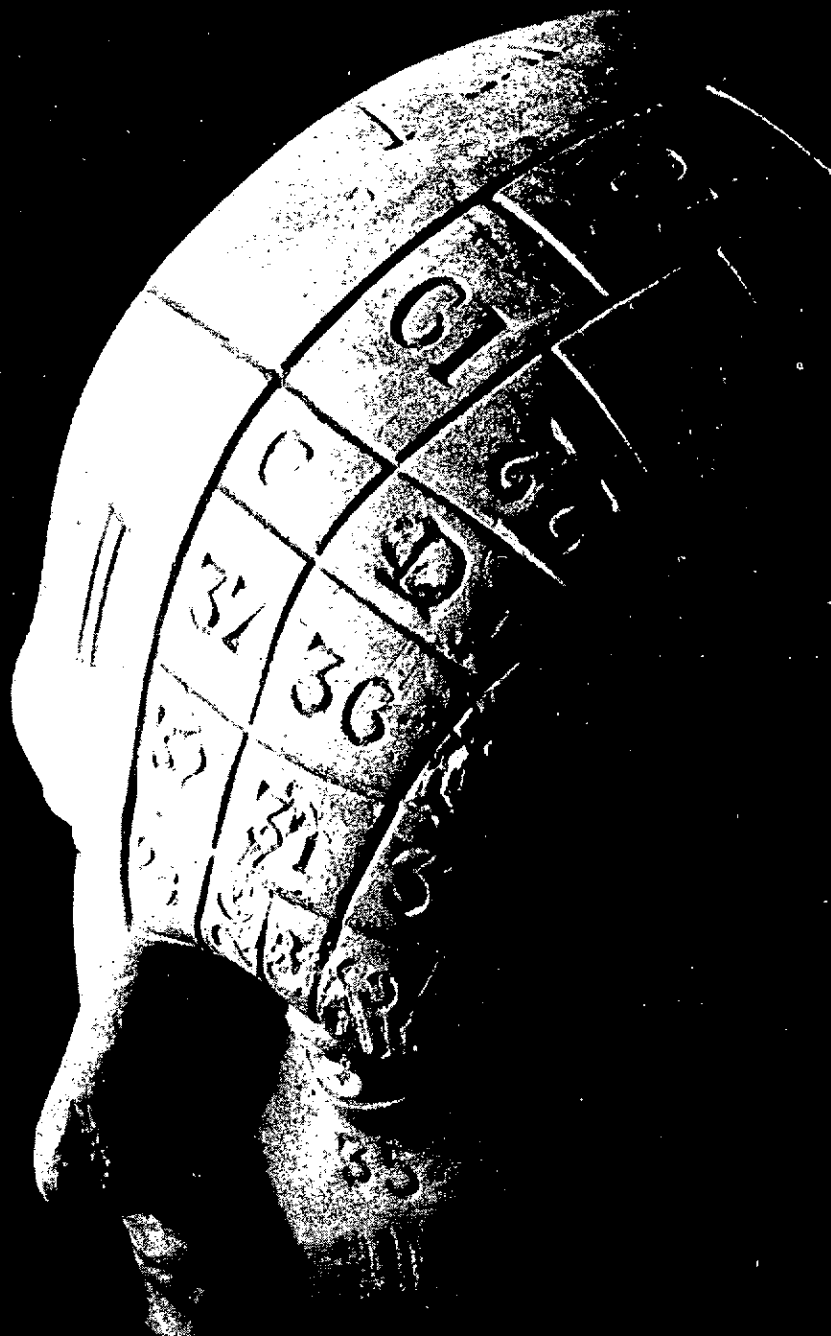
### پرش ۶:

قواعد مارکونیکوف و کاراش Kharasch در چه مواردی معتبرند.

پاسخ: مارکونیکوف ضمن مطالعاتی در مورد واکنشهای افزایشی اولفین ها در ۱۸۶۹ چنین نظر داد که ضمن اثر هالیدهای ئیدروژن به اولفین های نامتقارن: ئیدروژن مولکول هالید بیشتر به کربنی در پیوند دوگانه که دارای ئیدروژن بیشتر باشد، و هالوزن نیز به کربنی که دارای ئیدروژن کمتر باشد می پیوندد مثال،



این قاعده را با تعمیم بیشتر به صورت زیر می توان بیان کرد: ضمن واکنش افزایشی مولکولهای قطبی با اولفین ها، بخش مثبت مولکول به کربن دارای ئیدروژن بیشتر و بخش منفی مولکول به کربن دارای ئیدروژن کمتر افزوده می شود مثال:



# ارزشیابی هدفدار

کد. مهربان

بزرگ است. در عوض، صاحب منابع زیرزمینی هستیم و با فروش مواد اولیه این منابع، ثروت هنگفتی عاید ما می‌شود و زندگی مرفه و آسوده‌ای برای همگان فراهم کنیم. معنی این حرف این است که ما می‌خواهیم مصرف‌کننده باشیم. بنابراین باید برای جامعه فردا هم انسانهایی مصرف‌کننده تربیت کنیم. با در نظر گرفتن چنین هدفی کلیه فعالیت‌های آموزشی خود به‌خود در جهت پرورش افرادی مصرف‌کننده هماهنگ خواهد شد.

بعد از انقلاب اسلامی، خودکفایی و عدم وابستگی جزء نخستین شعارهایی بوده که در مخالفت با گفته‌های عنوان شده است. همین هدف کلی نیز می‌تواند برای ما در کلیه فعالیت‌های آموزش و پرورش راهنما باشد. به‌عنوان راهگشا نیاز به هدف‌های جزئی‌تر و روشن‌تری داریم. ولی در هر حال کلیه فعالیت‌های آموزشی باید در جهت رسیدن به همین هدف کلی باشد و ارزشیابی (خواه امتحانات داخلی و نهایی دبیرستان و خواه امتحان ورودی دانشگاه) نیز میزان رسیدن به همین هدف را مورد ارزیابی قرار دهد.

با توجه به تغییر هدف ضرورت تحول در کلیه فعالیت‌های آموزشی امری مسلم است ولی این سؤال مطرح می‌شود که از کجا باید شروع کرد. در گذشته به هنگام تغییر نظام آموزشی، همه عوامل را تغییر دادند (البته در اغلب موارد ناقص) ولی به ارزشیابی و تغییر آن اهمیتی ندادند. نتیجه آن شد که نظام ظاهراً جدید در باطن همچنان قدیمی باقی ماند. تحقیقات تربیتی در نقاط مختلف دنیا نیز نشان داده است که ارزشیابی بزرگترین اثر را در یک انقلاب آموزشی دارد. ارزشیابی می‌تواند همه عوامل آموزشی تحت تأثیر قرار دهد و باعث موفقیت یا شکست یک برنامه آموزشی شود. ارزشیابی روش تدریس معلم و روش درس خواندن دانش‌آموز را مستقیماً و بقیه عوامل آموزشی و کهک آموزشی را به‌طور غیر مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد.

هرگاه هدف، پرورش انسانهایی مصرف‌کننده باشد، ارزشیابی محدود به محتوای مطالب کتابهای درسی و آن‌هم در پایین‌ترین سطح یادگیری یعنی حفظ کردن مطالب و پس دادن آنها در امتحان خواهد بود. حفظ کردن مطالب هرگز به تولید و بالتبع به خودکفایی نخواهد انجامید. توانایی به‌خاطر سپردن مطالب یکی از ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین تواناییهای ذهن انسان است. خداوند انسان را بر فطرت آفرید و از روح خود در او دمید و تواناییهای بسیاری را در نهاد او به ودیعت نهاد تا با کمک آنها در مسیر تعالی و بهتر شدن گام بردارد و شایستگی خلیفه... بودن را پیدا

آموزش و پرورش یکی از نهادهای اساسی جامعه است که مانند سایر نهادها بر اساس نیازها و هدفهای معین و مشخصی پدید آمده است و هرگاه آن نیازها وجود نداشته باشد یا آن هدفها تعقیب نشود این نهاد وجودی زائد خواهد بود.

وظیفه اصلی نهاد آموزش و پرورش در جمهوری اسلامی پروردن انسانهایی است مؤمن و معتقد به مبانی و ارزشهای اسلامی و عامل به دستورات آن که در عین حال بتوانند نیازهای جامعه را چه از دید اقتصادی و مادی و چه از دید فکری و فرهنگی برآورده سازند و در نهایت به خودکفایی برسانند. هرگاه این وظیفه را به‌عنوان یک هدف کلی آموزش و پرورش بپذیریم، (یا هر وظیفه یا هدف دیگری را برای آموزش و پرورش در نظر بگیریم) نتیجه خواهیم گرفت که آموزش و پرورش وسیله‌ای است برای رسیدن به یک هدف معین و بدون هدف، کاری است عبث و بیهوده وقتی هدف از آموزش و پرورش روشن شد آنگاه باید کلیه فعالیت‌های این نهاد به‌طور هماهنگ در جهت رسیدن به آن هدفها تلاش کند. در این مورد دوکار اساسی باید انجام گیرد. یکی مشخص کردن فعالیت‌های لازم برای رسیدن به هدف و دیگری هماهنگ کردن آنها. فعالیت‌های لازم برای رسیدن به هدف را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد: برنامه ریزی و تألیف کتاب درسی، تدریس و ارزشیابی. بخشهای دیگر آموزش و پرورش عملاً در خدمت این سه بخش هستند و باید به هماهنگی فعالیت این سه بخش کمک کنند برای هماهنگی این فعالیتها در درجه اول لازم است که هر یک از این سه بخش به تنهایی هدف را بشناسد و در جهت رسیدن به آن گام بردارد. از سوی دیگر مسئولیت هماهنگی را باید به یکی از قسمتهای آموزش و پرورش سپرد. بنابراین باید برنامه ریزی درسی هدفدار، تألیف کتاب درسی هدفدار، تدریس هدفدار و ارزشیابی نیز هدفدار باشد.

حال باید دید در آموزش و پرورش چگونه هدفی را باید برای برنامه ریزی درسی، تألیف کتاب درسی، تدریس و ارزشیابی در نظر گرفت. بدیهی است که یک هدف کلی و آرمانی با آن که می‌تواند راهنما باشد راهگشا نیست. با این حال همان راهنما بودن نیز می‌تواند بسیاری از مشکلات را حل کند. برای مثال در رژیم سابق مسئولین امر در سخنرانیها و نوشته‌های خود آشکارا اظهار می‌کردند که «این کشور چون در منطقه‌ای خشک واقع شده، استعداد تولید محصولات کشاورزی را ندارد. برای صنعتی شدن نیز بازار فروش مورد نیاز است که بازار فروش در اختیار کشورهای

بالاتر از اینها انسان توانایی تجزیه و تحلیل را دارد. یعنی انسان به هنگام برخورد با یک مسئله یا مشکل می‌تواند عوامل گوناگون مؤثر در آن را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهد. در این مورد نیز برای استفاده از این توانایی باید مراحل پیشین را طی کرده و بر آنها تسلط کامل داشته باشد.

سطح بالاتر از تجزیه و تحلیل، توانایی ترکیب کردن مفاهیم پیشین و پدید آوردن یک مفهوم، یک قانون یا یک دستگاه جدید است. نوآوری، اختراع و اکتشاف نتیجه استفاده انسان از این توانایی ذهن خویش است. تا آموزش و پرورش خود را موظف به پرورش و تقویت این توانایی در دانش‌آموزان نداند و تمام فعالیت‌های آموزشی را در جهت رسیدن به این هدف هماهنگ نکند، رسیدن به خودکفایی و عدم وابستگی ادعایی بیش نیست و کشور همچنان به صورت مصرف‌کننده باقی خواهد ماند.

این شش سطح از توانایی ذهنی برای بهره‌گیری از دانش (حیطه شناختی) را می‌توان به صورت نمودار زیر خلاصه کرد:

۶	ارزشیابی و قضاوت
۵	ترکیب و نوآوری
۴	تجزیه و تحلیل
۳	کاربرد
۲	درک و فهم
۱	به خاطر سپردن و بازشناسی (حافظه)

هرگاه با استفاده از ابزار و روش‌های مناسب به آموزش دانش‌آموز بپردازیم و با وسایل معیارها و روش‌های مناسب ارزشیابی کنیم می‌توانیم او را قادر به استفاده از کلیه توانایی‌های ذکر شده کنیم ولی نمی‌توانیم مطمئن باشیم که در او عادات و نگرش‌های مطلوب به وجود آورده‌ایم و در سطح بالاتر از او انسان خداگونه ساخته‌ایم. بنابراین علاوه بر زمینه‌دانشها باید زمینه دیگری نیز در دانش‌آموز تقویت شود و ضمن پرورش عادات مطلوب معیارها و ارزش‌های درست به او معرفی شود. این زمینه را می‌توان زمینه بینشها، نگرشها و عادات مطلوب (حیطه عاطفی) به شمار آورد.

آموزش این حیطه و پرورش عادات مطلوب در این زمینه به طور مستقیم امکان‌پذیر نیست و باید مفاهیم ارائه شده، روش‌های به کار رفته، رفتار مری و ... به نحوی باشد که ارزش‌های خوب و مناسب در شخصیت دانش‌آموز متبلور شود و ارزش‌های جای ارزشها را نگیرد. ارزشیابی این زمینه نیز بالطبع تنها از طریق امتحان

کند. عدم استفاده از این تواناییها، علاوه بر آن که کفران نعمت و ناسپاسی نسبت به خالق بخشنده است، باعث می‌شود که انسان نتواند راه تکامل و تعالی را طی کند و به مقامی که خداوند برای او در نظر گرفته است برسد.

این تواناییها را می‌توان در سه حوزه یا قلمرو بررسی کرد:

- ۱- حوزه دانشها یا آموخته‌های نظری (حیطه شناختی)
- ۲- حوزه نگرشها و بینشها (حیطه عاطفی) و ۳- حوزه مهارت‌های عملی (حیطه روانی - حرکتی)
- ۱- حوزه دانشها - انسان توانایی فراگیری مطالب بسیاری را به صورت نظری دارد. می‌تواند بسیاری از پدیده‌هایی را که شخصاً مورد مطالعه قرار داده است، اطلاعات گوناگون و همچنین قوانین علمی و ... را به خاطر بسپارد و در مواقع نیاز آنها را دوباره به خاطر بیاورد.

توانایی دیگر انسان در همین حوزه، توانایی تبدیل اطلاعات و محفوظات به مفاهیمی است که با ذهن خود شخص و آموخته‌های قبلی او هماهنگی دارد. به بیان دیگر انسان علاوه بر به خاطر سپردن مطالب می‌تواند آنها را درک کند و دوباره به زبان خود و با کلام خود بیان کند. همچنین می‌تواند اطلاعاتی را به صورت مطلوب منظم کند و از آنها یک نتیجه کلی بگیرد یا کلیتی را استخراج کند. در این صورت می‌توان گفت که مطالب را فهمیده است.

در سطح بالاتر، انسان این توانایی را دارد که پس از آن مفاهیم را به خاطر سپرد و آنها را به خوبی درک کرد یا فهمید، آموخته‌های خود را در موقعیت جدید به کار ببرد و به کمک آنها به حل مشکل خود بپردازد. روشن است که انسان تا مفاهیم را به خاطر نسپرد، باشد و آنها را هضم و درک نکرده باشد قادر نیست از آن مفاهیم در موقعیت جدید سود ببرد.



پنج سطح بینشی و نگرشی بالا را نیز می‌توان در جدول زیر خلاصه کرد:

سطوح یادگیری در زمینه بینشها و نگرشها (حیطه عاطفی)

۵	تبلور در شخصیت
۴	سازمان دادن ارزشها
۳	ارزش گذاری
۲	پاسخ مثبت دادن
۱	دریافت ارزش و توجه کردن

۳- حوزه فعالیتهای علمی (حیطه روانی - حرکتی) این زمینه شامل مهارتهای عملی است. مهارت پیدا کردن در انجام یک کار همین نیاز به کار عملی و تمرین در آن دارد. نازمانی که آموزش در مدارس منحصر به «کتاب و جزوه و گچ و تخته» است، به جز در درس ورزش نمی‌توان از دانش آموز انتظار رسیدن به مهارتهای عملی را داشت و این مهارتها را مورد ارزشیابی قرار داد. در این زمینه نیز با امید آن که روزی امکانات کافی فراهم شود و روش مناسب برای رسیدن به مهارتهای لازم انتخاب شود، سطوح مختلف را تنها به صورت جدول نشان می‌دهیم:

سطوح مختلف یادگیری در زمینه مهارتهای عملی (حیطه روانی - حرکتی)

۵	عادی شدن حرکات و ملکه شدن
۴	هماهنگی حرکات پیچیده و فرزند بودن
۳	دقت در اجرای کار
۲	اجرای کار بر اساس دستور کار بدون کمک دیگران
۱	انجام کار بر اساس تقلید محض یا با کمک مستقیم معلم

نکته‌ای که در مورد این زمینه قابل تذکر است، این است که: به همان ترتیب که برای یادگیری در زمینه دیگر آمادگی ذهنی مناسب لازم است و برای مثال دانش آموز کلاس دوم ابتدایی نمی‌تواند چندگرفتن را یاد بگیرد، برای یادگیری در این زمینه علاوه بر آمادگی ذهنی، آمادگی بدنی نیز لازم است. به عنوان مثال کودکی دو ساله نمی‌تواند نوشتن یاد بگیرد زیرا انگشتهای او هنوز آمادگی لازم برای نگهداری مداد و انجام حرکات ظریف نوشتن را ندارد

کتبی یا حتی امتحان کتبی و شفاهی امکان پذیر نیست و نیاز به مطالعه و مشاهده مداوم و ... دارد.

برای این زمینه نیز می‌توان سطوح مختلفی را در نظر گرفت که تا کنون متأسفانه به سبب نامناسب بودن کیفیت، ارائه مطالب و فعالیتهای پیشنهادی در کتابهای درسی و همچنین روش تدریس نامناسب حصول به این هدفها چندان مورد توجه قرار نگرفته است و اضافه بر آن ارزشیابی از آن هم بسا دقت امکان ندارد. هر چند در حال حاضر نمی‌توان هدفهای این زمینه را به عنوان ملاکی برای ارزشیابی در نظر گرفت با این حال آشنایی با سطوح مختلف آن می‌تواند این امید را که در آینده پس از تجدید نظر در برنامه درسی و بهبود کیفیت تدریس بتوان آنها را نیز مورد ارزشیابی قرارداد زنده نگه می‌دارد. با این امید به شرح مختصری از سطوح مختلف این زمینه می‌پردازیم:

در سطح اول، دانش آموز ارزش مورد نظر را دریافت می‌کند و به آن توجه نشان می‌دهد به عنوان مثال هرگاه پیام مربوط به راهپیمایی در روز معین از رادیو پخش شود به آن گوش می‌دهد و به عنوان یک خبر به آن توجه می‌کند تا ساعت مسیر راهپیمایی اعلام شود.

در سطح دوم، دانش آموز به ارزش مورد بحث پاسخ می‌دهد و در صورتی که ارزش دیگری که برای دانش آموز اذاهمیت بیشتری برخوردار است در مقابل این ارزش قرار نگیرد آن را مورد قبول قرار دهد. برای مثال در مورد راهپیمایی، در این سطح دانش آموز نه تنها، به پیام توجه می‌کند بلکه در صورتی که کار مهمتری نداشته باشد در راهپیمایی نیز شرکت می‌کند.

در سطح سوم، ارزش مورد نظر برای دانش آموز به موازات ارزشهای مورد قبول او قرار می‌گیرد و به آن علاقه مند می‌شود. در مورد مثال قبل، دانش آموز بدون نیاز به تبلیغ با کمال علاقه در راهپیمایی شرکت می‌کند.

در سطح چهارم، ارزش مورد بحث در مجموعه ارزشها و نظام ارزشی ذهنی دانش آموز در اولویت قرار می‌گیرد و نه تنها به آن علاقه نشان می‌دهد بلکه برای آن تبلیغ و از آن دفاع می‌کند. در مثال قبل، دانش آموز پس از شنیدن پیام در کلاس و در دیگر راهها می‌کند و نه تنها خود در راهپیمایی شرکت می‌کند بلکه دوستان خود را نیز به شرکت کسردن در راهپیمایی تشویق می‌کند.

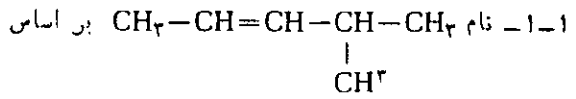
در سطح پنجم که بالاترین سطح زمینه بینشها و نگرشها (حیطه عاطفی) است ارزش مورد نظر در شخصیت دانش آموز تبلور می‌شود، و جزو ملکه‌های وجود او می‌شود، به نحوی که رفتار قابل پیش بینی پیدا می‌کند و دیگر نیازی به شنیدن پیام مربوط به راهپیمایی ندارد و در صورت لزوم خود پیشنهاد دهنده و گرداننده راهپیمایی می‌شود.



و اضافه بر آن آمادگی لازم برای این منظور را پیدا نکرده است. ارزشیابی این زمینه نیز تنها از طریق امتحان کتبی عملی نیست.

اکنون با توجه به اهدافی که باید در آموزش علم شیمی مورد نظر باشد به ذکر نمونه‌هایی در هر يك از سطوح این حوزه می‌پردازیم؛

۱-۵- سطح به خاطر آوردن (حافظه)



روش نامگذاری ایوپاک چیست؟

توضیح: چون نام این ماده در کتاب ذکر شده است، بنا بر این سؤال بالا در سطح حافظه است. ولی نمی‌توان همیشه این گونه سؤالات را در سطح حافظه دانست هرگاه نام ماده‌ای خواسته شده باشد که در کتاب نباشد معمولاً سؤال در سطح درک و فهم و در موارد خاصی نیز در سطح کاربرد است.

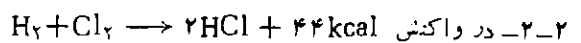
۱-۲- انرژی پیوند را با ذکر واحد آن تعریف کنید.

۱-۳- آرایش الکترونی کربن ( $Z=6$ ) را در حالت عادی و برانگیخته رسم کنید و هیبریداسیون آن را به هنگام تشکیل متان شرح دهید.

طرح نمونه‌های دیگری از سؤالات این سطح کار آسانی است و به راحتی می‌توان از متن کتاب چنین سؤالاتی را طرح کرد ولی باید در مورد سؤالات همین سطح نیز توجه داشت که مطالب با ارزش که معمولاً یا زیربنای مفاهیم بالاتر است یا کاربردی در موارد گوناگون دارد مورد سؤال قرار گیرد.

۲-۵- سطح درک و فهم.

۲-۱- نمودار تغییرات انرژی را در یک واکنش گرماگیر رسم کنید و نوع تغییر انجام شده را روی هر قسمت نمودار مشخص کنید.



گرمای مولی تشکیل HCl چقدر است؟

در سؤال ۲-۱ در صورتی که نمودار عیناً در کتاب وجود داشته باشد، این سؤال در سطح حافظه خواهد بود. به طور کلی در سطح حافظه می‌توان دقیقاً محل سؤال را با ذکر صفحه و سطر در کتاب مشخص کرد. در صورتی که سؤال مربوط به درک و فهم را تنها می‌توان به صورت یک یا چند صفحه مشخص کرد. در صورتی که تعریف انرژی پیوند نیز مستقیماً در کتاب وجود نداشته باشد و دانش آموز ناچار باشد از لابلای مطالب یک صفحه یا یک پاراگراف مفهوم را استخراج کند سؤال در سطح درک و فهم است.

۳-۵- سطح کاربرد.

۳-۱- محلول یک ماده شیمیایی در آب، با محلول نیترات نقره رسوب سفیدرنگ تولید می‌کند و با آمونیاک رسوب آبی رنگی می‌دهد که درزیادی آمونیاک محلول است. این ماده شیمیایی چیست؟ (کاربرد) - معادله واکنش‌های انجام شده را بنویسید. (درک

و فهم یا حافظه).

۳-۲- یک گل سرخ را در محلول دی اکسید گوگرد در آب قرار می‌دهیم، بی‌رنگ می‌شود گل بی‌رنگ شده را در محلول رقیق پر اکسید نیدروزن قرار می‌دهیم دوباره سرخ رنگ می‌شود. علت را توضیح دهید.

۳-۳- برای تهیه  $4/4A$  لیتر گاز اکسیژن در شرایط متعارفی چند گرم کلرات پتاسیم را باید در مجاورت دی اکسید منگنز تجزیه کرد؟ (کاربرد). هرگاه بخواهیم حجم گاز اکسیژن تولید شده دو برابر مقدار بالا باشد، دی اکسید منگنز را به چه نسبی باید افزایش داد؟ چرا؟ (تجزیه و تحلیل)، (جرم‌های اتمی مورد نیاز باید به دانش آموز داده شود).

۳-۴- سطح تجزیه و تحلیل.

۴-۱- مایعی را به دهانه شیشه اسید کلریدرنگ نزدیک کرده‌ایم. دود سفیدرنگی تولید شده است. در چه صورتی می‌توان مطمئن شد که این گاز «آمونیاک» است؟

توضیح: هرگاه سؤال بالا را به صورت «طرز تشخیص آمونیاک را بنویسید» یا «چه گازی با کلرید نیدروزن دود سفید نشانگر تولید می‌کند؟» سؤال در سطح حافظه بود. ولی در سؤال ۴-۱- دانش آموز برای پاسخ دادن باید این نکته را در نظر بگیرد که آیا مایع دیگری به جز محلول آمونیاک وجود دارد که بخار حاصل از آن با اسید کلریدرنگ دود سفیدرنگ تولید کند. اگر وجود دارد دود سفید رنگ حاصل در دو مورد مختلف چه تفاوتی با هم دارند... یک پاسخ قابل قبول برای این سؤال را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

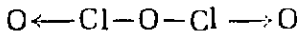
- در صورتی که مطمئن باشیم که گاز دیگری با کلرید نیدروزن دود سفید رنگ مشابه دود سفیدرنگ تولید شده در آزمایش مورد بحث تولید نکند و همچنین مطمئن باشیم که دود سفید رنگ تولید شده مربوط به واکنش ماده مجهول با گاز کلرید نیدروزن بوده است. برای حصول اطمینان از این که دود سفیدرنگ تولید شده کلرید آمونیم (نشانگر) است می‌توان آن را سرد کرد اگر جامد شد، نشانگر است. در غیر این صورت ممکن است بخار آب موجود در هوا با گاز کلرید نیدروزن تولید دود سفیدرنگی کرده باشد که به سرعت در هوا ناپدید می‌شود.

۴-۲- زاویه پیوندی HOH در یون  $\text{H}_3\text{O}^+$  در چه حدودی است.

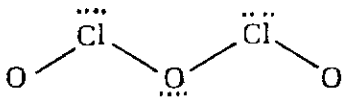
توضیح: در مورد سؤالات سطح تجزیه و تحلیل اهمیت استدلال بیش از پاسخ صحیح است. یعنی ممکن است دانش آموز پاسخ درستی به پرسش نداشته باشد ولی به سبب استدلال درست قسمت بیشتر نمره را بگیرد.

در پاسخ دادن به این پرسش دانش آموز باید به یاد داشته باشد که اکسیژن و نیتروزن هر دو در ترکیبات نیدروزن دار خود از هیبرید  $sp^2$  استفاده می‌کنند. همچنین باید نقش الکترونیهای غیر پیوندی را در تغییر زاویه‌ها درک کرده باشد. حال باید معلومات

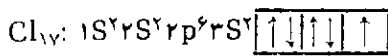
آید که فلورئور دارای اوربیتال خالی است با جفت الکترون غیر پیوندی اتم دیگر به وجود آید که فلورئور دارای اوربیتال خالی نیست برای قسمت دوم سؤال دو ترکیب  $Cl_2O_3$  و  $Cl_2O_7$  را با هم مقایسه می‌کنیم در اولی مطابق شکل پیوندهای بین دو اتم کلر و اکسیژن مشترک بین آنها از نوع کووالانس معمولی و پیوندهای



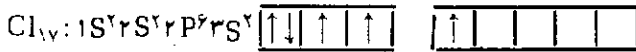
بین هر کلر با یک اکسیژن از نوع داتیو است. برای هر اتم کلر دو جفت الکترون غیر پیوندی باقی می‌ماند که در نتیجه در اطراف هر اتم کلر چهار جفت الکترون (دوجفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون غیر پیوندی) وجود دارد در نتیجه، زاویه  $OCIO$  از  $28'$  و  $109^\circ$  کوچکتر خواهد بود و شکل مولکول داتیو می‌تواند به صورت زیر نشان داد:



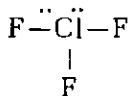
در  $ClF_3$  آرایش الکترونی کلر به هنگام تشکیل پیوند اولیه و پیدایش مولکول  $ClF$  به صورت



است در حالی که به هنگام پیدایش مولکول  $ClF$  به صورت:



درمی‌آید، که پس از تشکیل پیوند در اطراف اتم مرکزی ( $Cl$ ) پنج جفت الکترون وجود دارد. هر گاه بخواهیم براساس نیزودهای دافعه شکل ساختمانی چنین مولکولهایی را نتیجه بگیریم، این پنج جفت الکترون باید در پنج رأس یک شش وجهی (دو هرم مثلث القاعده که قاعده آنها روی هم قرار گرفته است) قرار گیرند. در نتیجه سه جفت الکترون در یک صفحه واقع می‌شوند و یک مثلث متساوی الاضلاع پدید می‌آورند و دو جفت دیگر در بالا و پایین این مثلث به نحوی قرار می‌گیرند که خطی که از این دو جفت الکترون می‌گذرد بر صفحه مثلث عمود است. سه اتم فلورئور در دو رأس بالا و پایین و یکی از رأسهای مثلث قرار می‌گیرند بنابراین زاویه  $FCIF$  در دو مورد باید کمی کمتر از  $90^\circ$  (به سبب اثر جفت الکترون غیر پیوندی بر جفت الکترون پیوندی) و در یک مورد دیگر کمی کمتر از  $180^\circ$  باشد. (زواياى واقعی  $78/5^\circ$  و  $175^\circ$  است).



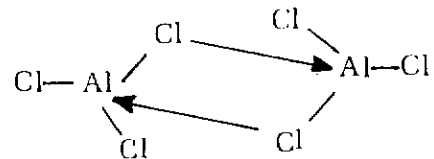
با استفاده از هیبریداسیون نیز، نتیجه مشابهی می‌رسیم. زیرا در این مورد یک اوربیتال  $S$  (در الکترونی) با سه اوربیتال  $P$  (یک اوربیتال دو الکترونی و دو اوربیتال تک الکترونی) و یک اوربیتال  $d$  (تک الکترونی) هیبرید می‌شود و هیبرید  $sp^3d$  پدید می‌آورد که همان شکل بالا را خواهد داشت.

خود را در موقعیت جدید به کار برد (زاویه  $H_2O^+$  در کتاب نیست) و نتیجه بگیرد که زاویه  $HOH$  نیز باید در حدود  $HNH$  باشد. تا اینجا در سطح تجزیه و تحلیل است ولی هر گاه از دانش آموز بخواهیم که دقیقاً زاویه  $HOH$  با  $HNH$  در  $NH_3$  مقایسه کند و میزان تأثیر جفت الکترون غیر پیوندی اکسیژن و نیتروژن را بر روی الکترونهاى پیوندی نسبت به هم بسنجد، سؤال در سطح ارزشیابی است. (به همین سبب باید زاویه  $HOH$  در  $H_2O^+$  از  $HNH$  در  $NH_3$  بیشتر باشد).

۵-۵-۵- سطح ترکیب و نوآوری.

۱-۵-۵- کلرید آلومینیم ماده‌ای است جامد که بر اثر گرم کردن تصفیه می‌شود و هر گاه آن را تحت فشار به صورت مذاب در آوریم، جریان برق را از خود عبور نمی‌دهد. آزمایش نشان می‌دهد که جرم مولکولی آن برابر ۲۶۷ است. فرمول مولکولی و فرمول ساختمانی این ماده را نشان دهید و پیوند  $Al-Cl$  را مشخص کنید.

بررسی و پاسخ: چون آلومینیم عنصری از گروه سوم است، انتظار می‌رود که فرمول کلرید آن  $AlCl_3$  باشد که در آن پیوند  $Al-Cl$  یونی است، ولی با توجه به توضیحات داده شده تجزیه و تحلیل خواص این ماده نمی‌توان آن را یک جامد یونی دانست، خواص ذکر شده از ویژگیهای جامد مولکولی است. پس کلرید آلومینیم باید یک جامد مولکولی باشد که در آن درون مولکولی  $Al-Cl$  از نوع کووالانسی است. از سوی دیگر جرم مولکولی این ماده ۲۶۷ است که با  $AlCl_3$  مطابقت ندارد بلکه باید  $n=2$  باشد که می‌شود یعنی فرمول واقعی  $(AlCl_2)_n = 267$  کلرید آلومینیم  $(AlCl_2)_3$  یا  $Al_3Cl_6$  است فرمول ساختمانی این ماده را می‌توان به صورت زیر نوشت:



به طوری که ملاحظه می‌شود پیوندهای اولیه  $Al-Cl$  از نوع کووالانس معمولی و پیوند  $Al-Cl$  تشکیل شده بین یک مولکول  $AlCl_3$  با یک مولکول دیگر از نوع داتیو است.

۶-۵- ارزشیابی و داوری.

۱-۶- چرا تنها با کمک پیوندهای داتیو نمی‌توان تعدادی اکسیداسیون  $3+$ ،  $5+$  و  $7+$  هالوژنها را توجیه کرد؟ در ترکیبات مختلف کلر، آرایش الکترونی اتم را مشخص کنید و شکل مولکول حاصل را با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ و بررسی: هر گاه قسمت اول سؤال در کتاب توضیح داده باشد، در سطح حافظه و در غیر این صورت در سطح تجزیه و تحلیل است. زیرا در برخی ترکیبات مانند  $ClF_3$  پیوندی می‌تواند از نوع داتیو باشد. چون پیوند داتیو باید بین یک اتم که دارای اوربیتال خالی است با جفت الکترون غیر پیوندی اتم دیگر به وجود

# چگونه آموزش علوم در جهت آرمان خودکفایی تکنولوژی کشور است!

قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران

اصل سوم بند ۱۳

تأمین خودکفایی در علوم و فنون، صنعت و کشاورزی و امور نظامی و مانند اینها

کشور، جای خود را به آموزشی مؤثر و سازنده ندهد، نمی‌توان تکنولوژی تقلید و مصرف را به تکنولوژی ابداع و تولید، تبدیل کرد.

واقعیت آن است که تا تک تک افراد جامعه از لحاظ ذهنی و مهارتی به نوعی سازندگی و خودکفایی نرسند، محال است که جامعه در این راه گام بردارد.

قطره قطره جمع گردد وانگهی دریا شود.

## ۲- مفهوم تکنولوژی

در جامعه صنعتی و بسیار پیچیده امروزی، بیشتر چیزهایی که در زندگی با آنها سروکار داریم، ابداع و ساخته انسان است. ما با انواع ماشینها سروکار داریم از دوچرخه، ماشین سواری، تلویزیون و سایر ابزار ضبط دیداری و شنیداری برای تأمین ارتباط و انتقال پیامهای خود بهره می‌گیریم که همه به دست انسان ساخته شده‌اند. به همین نحو در دفع آفات و تأمین کودهای کشاورزی، تشخیص و درمان پزشکی، تهیه پوشاک و اسوازم منزل از مواد و ابزار استفاده می‌کنیم که دست‌آورد علم و کاربرد آن است.

کاربرد علم در راه بهره‌برداری از نعمتهای خدادادی و ساختن ابزار و وسایل گوناگون، خود نوعی دانش معروف به تکنولوژی است. این دانش هم‌کاربرد علم و هم روشهای علمی و مهارت‌های مربوط به آن را شامل می‌شود.

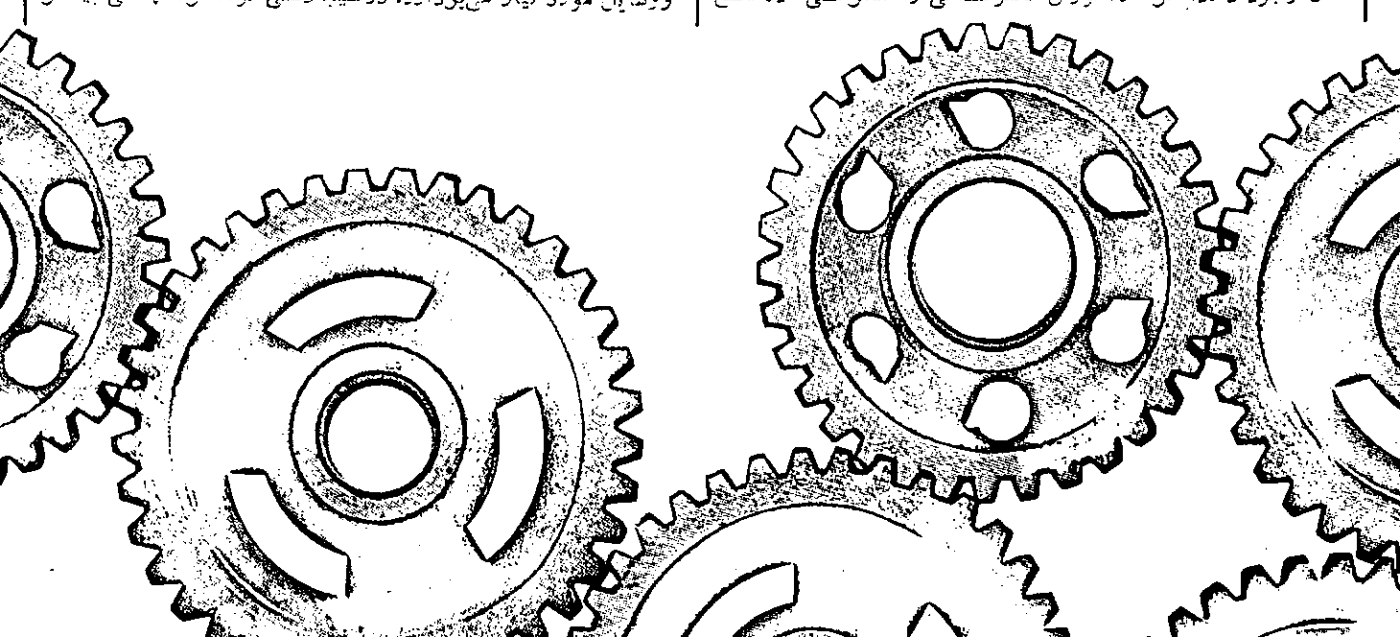
تکنولوژیست با استفاده از نظریات علمی به ساختن ابزار و وسایل مورد نیاز می‌پردازد. در نتیجه دستی توانا تر، چشمی بینا تر

بحث و بررسی در مورد این سؤال مهم مقدماتی دارد. به تحلیل مفهوم تکنولوژی مطلوب و رابطه آن با علم و تکنولوژی آموزشی نیازمند است. این مقاله در این راه گام برمی‌دارد. در مقاله بعدی به بیان کیفیت آموزشی علوم تجربی در ارتباط با تکنولوژی مطلوب و آرمان خودکفایی خواهیم پرداخت که در هر مورد از مثالهای آموزش شیمی استفاده خواهیم کرد. انشاء...

## ۱- پیش‌درآمد:

بیشرفت سریع علم و تکنولوژی و گسترش روزافزون آن در کلیه زمینه‌های زندگی فرد و جامعه از یکسو و نیازهای فوری و فوری جمهوری اسلامی ایران برای سیر در راه خودکفایی از سوی دیگر، الزامهای فراوانی را در ایجاد تحول بنیادی در برنامه ریزی آموزش علوم و روشهای تدریس و یادگیری آن ایجاد می‌نماید.

می‌دانیم که رابطه مستقیم و دوطرفه‌ای میان فعالیتهای آموزشی و تحقیقاتی هر کشور با نیازهای تکنولوژیکی و اقتصادی آن وجود دارد. هرگاه آموزش محفوظاتی و «مصرفی» در سطح





بود و نه فایده‌ای داشت.

حال آنکه تکنولوژی پیچیده امروزی که همه زمینه‌های زندگی ما را فراگرفته و منافع سراسر افراد جهان را به هم گره زده چیز دیگری است، گسترش طولی و عرضی دانش امروزی و ساختن وسایلی چون موشک و ماهواره و ترانزیستور و کامپیوتر از یکسو و کاربرد وسیع رادیو ترانزیستوری و تلویزیون و سایر رسانه‌های گروهی از سوی دیگر، جهان را به هم دوخته و خواه ناخواه آثار آنها را به درون زندگی هر فرد وارد نموده است و بدینسان ارتباط محکم انواع دانشها و به ویژه علوم تجربی و روشهای آن با زندگی انسانی، روشن می‌شود. چه متخصص باشیم و چه نباشیم، چه تحصیل کرده باشیم و چه نباشیم و بالاخره چه در شهر و چه در روستا زندگی کنیم، سرنوشت و زندگی ما مؤثر است و تکنولوژی جدید و بی‌آمدهای آن در زندگی ما مؤثر است.

#### ۴- تکنولوژی مونتاز و تکنولوژی تولید

در سالهای گذشته، اغلب کشورهای جهان عقب ننگه داشته شده از جمله ایران به ظاهر برای دست‌یابی به توسعه، تکنولوژی مونتاز را از کشورهای پیشرفته وارد کردند. تکنولوژی مونتاز نه تنها دانش و مهارت و ابداع را فراهم نمی‌آورد، بلکه وابستگی به خارج را روزافزون می‌کند. هرگاه تحقیق، طرح، کارخانه و ابزار یدکی همگی خارجی باشد، شریک سرنوشت‌ساز و سرمهندس و تعمیرکار و تنظیم‌کننده خط تولید، از خارج بیاید و بالاخره مواد اولیه نیم ساخته و چه بسا برخی مواد خام نیز خارجی باشد، به نوعی تکنولوژی مونتاز وارداتی می‌رسیم که خلایقیت و نوآوری

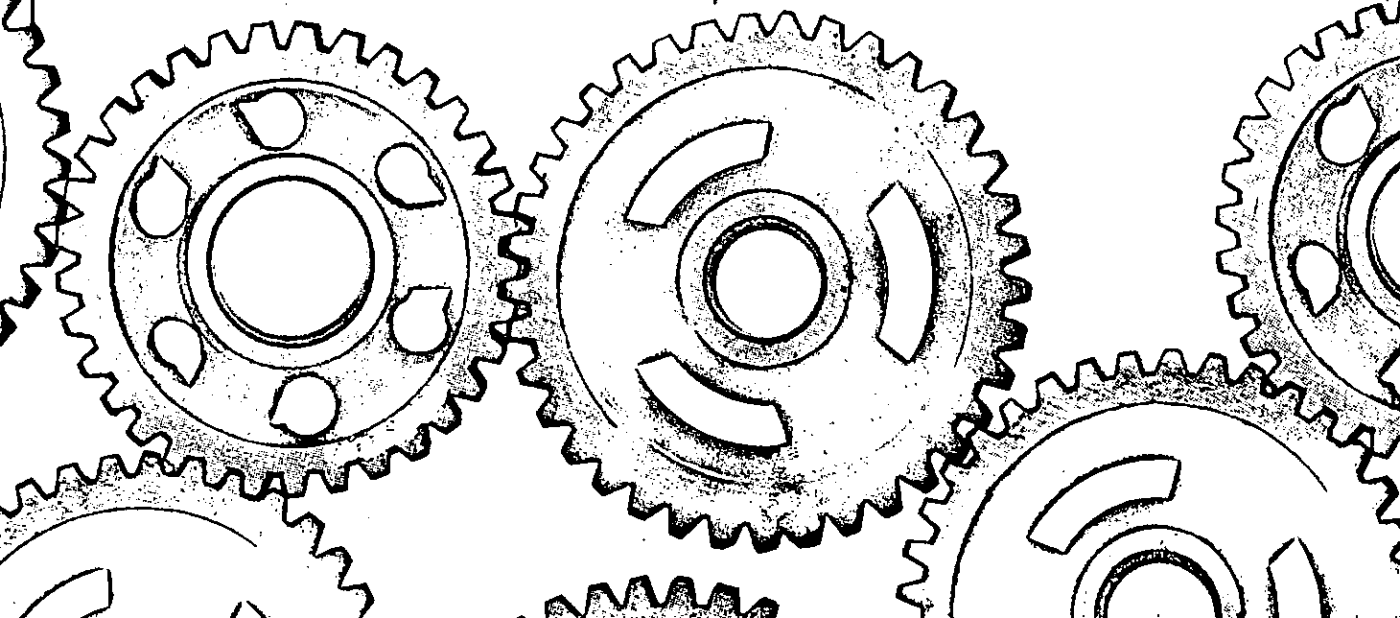
و کوششی کمترین فراهم می‌آورد. بدیهی است که با چنین ابزار و وسایلی، امکانات بیشتر و بهتری برای پژوهش و پیشرفت علم پدید می‌آید و این دور تسلسل ادامه می‌یابد.

#### ۳- تکنولوژی پیشینیان و تکنولوژی امروزی

سیمای علم و تکنولوژی در گذشته مانند امروز نبود و چنین همبستگی عمیقی میان آنها وجود نداشت. تکنولوژی گذشتگان بیشتر به صورت مهارت‌های ساده‌ای بود که نیاز چندانی به دانش نظری نداشت. حرفه معمولی مردم بود، شاگرد از استاد و فرزند از پدر و مادر، به نوعی تکنولوژی محدود می‌رسید که جنبای آن میراث هنراران یا صد سال تحقیق کم عمق و تجربی و کوشش و خطا بود.

امروزه بازمانده بعضی از این گونه تکنولوژی‌های ساده را می‌توانیم ببینیم. کار کشاورزی که با گاوآهن و خیش کار می‌کند، آهنکری که با چکش و سندان، میخ و قفل و لولواچاقو می‌سازد، کفاشی که به تممیر کفش می‌پردازد و بالاخره رنگرز و قالی‌بافی که قالیهای زیبای پدید می‌آورد، همگی نوعی مهارت‌های دستی است که در عمل از استاد خود فرا می‌گیرند.

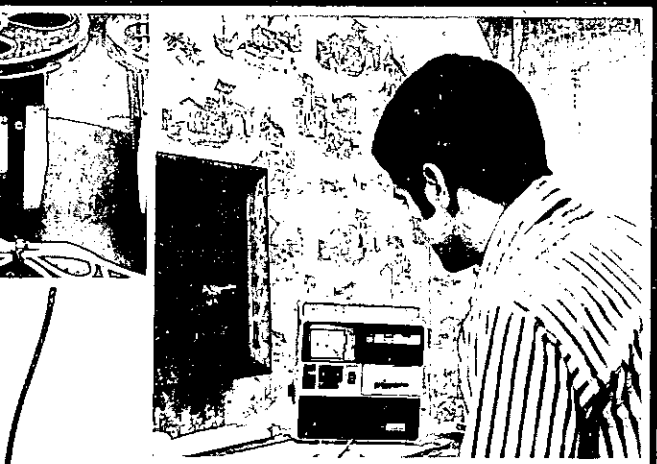
فلمر و زندگی یک انسان در زمانهای گذشته به روستای خود محدود بود. جهان را در روستاها و شهرهای مجاور خود می‌دید و از شهرهای دور دست و کشورهای جهان دبرخوردهای فرنگی، سیاسی و اقتصادی آنها بی‌خبر بود. دانستن ماهیت مواد، ساختمان اتم و مولکول، اصول جاذبه و نسبییت، ساختمان تحت‌الارضی و بحث در باره روشهای پیچیده تولید و مصرف انرژی برای او نه مطرح



مراحل پایین و بالای نردبان تکنولوژیکی چنین نادی بکیرند. همچنین است هزاران مثال دیگر در پهنه بیکران علم تکنولوژی امروزی.

## ۷- انتقال از تکنولوژی مصرف به تکنولوژی تولید از طریق تکنولوژی آموزشی

تبدیل تکنولوژی مونتاژ به تکنولوژی درون مرزی، تلاش و مبارزه گسترده و فراوانی را در برنامه ریزیهای آموزشی و شیوههای تدریس و یادگیری ایجاد می نماید.



و ابداعات علمی و تکنیکی را از بین می برد. دیگر نه نیازی به پژوهشگر و نه لزومی برای تأمین آزمایشگاهها و مراکز تحقیقی فعال وجود دارد، که «الحاجه ام الاختراع»؛ حال آنکه هرگاه هدفهای اقتصادی، سیاسی و فرهنگی مورد نظر باشند، باید به دنبال تکنولوژی درون مرزی باشیم. نوعی تکنولوژی پاک و سازنده که از سوی بر حسن تشخیص و تلاش بی گیر مغزهای اندیشمند خودی استوار باشد و از سوی دیگر نظری بر دانش جهانی و دست آوردهای روزافزون تکنولوژی غرب و شرق بیفکند.

این نوع تکنولوژی تولید با آرمانهای جمهوری اسلامی ایران و با الزامات مربوط به مصرف متعادل مواد خام محلی و تأمین نیازهای واقعی و سالم کشور سروکار دارد. در عین حال باید در سطحی باشد که تاب و توان ایستادگی و پیشرفت سریع را در جهان تکنولوژی امروزی داشته باشد.

## ۵- آموزش و یادگیری مناسب برای تکنولوژی تولید و خودکفایی نسبی

بر واضح است که تکنولوژی مونتاژ و مصرف نیازی به ابتکار و خلاقیت ندارد و مهندس خط مونتاژ و تکنسین مجری نسخه از قبلا تعیین شده لازم دارد. و این خود آموزش و پرورش طیف وسیع مهندسان، تکنسینها و کارگران فنی را در بعد «مصرف علم» سوق می دهد. آموزش طرزکار با تکنولوژی وارداتی را مطرح می کند و نه طراحی و ابتکار و پدید آوردن تکنولوژی درون مرزی.

واقعیت آن است که پیچیدن نسخه پیش ساخته نیازی به توان تجزیه و تحلیل و ابتکار و کسب دانش عمیق ندارد. سیستم آموزشی انتقال معلومات از پیش ساخته و پرداخته و به خاطر سپردن موقت مجموعه کامل یا ناقص دانش نظری، اجزای دیپلم و مدرک، تخصصی را فراهم می نماید. بازار کار آینده نیز بیش از این چیزی نمی خواهد.

## ۶- آموزش علوم تجربی و تکنولوژی

بدیهی است که تکنولوژی جدید با علم کاملاً درهم آمیخته است. تحقیقات علمی جهانی و تا اندازه بسیار محدود، محلی، بی در پی موجب اختراع و ساختن وسایل و ابزار می شود. هم محقق و مهندس و هم تکنسین سد سازی، کم و بیش ملزم هستند مراحل انتقال از علم به عمل را طی کنند آنان از دانش شیعی مربوط به آبهای محلی و نوع نمکهای معدنی محلول در آن و چگونگی مصالح ساختمانی و بالاخره رعایت دهها مسئله محیط زیست، کار بهتر و مقبول تری انجام دهند. فعالیتهای سدسازی و ایجاد تأسیسات نیروالکتریك و شبکه های آبیاری و دریاچه های عبور مایع و ...، همگی دست آورد آنگونه روشهای آموزشی علمی و فنی و سازنده ای است که باید توسط طیف بسیار وسیع از دانش آموزان فعلی و دانشجویان و محققان آینده و تکنسینها و حتی کارگران فنی آموخته شود تا هر یک جای خود را در

برنامه‌ریزی و اجرا و ارزشیابی مربوط به جریان تدریس و یادگیری است که با توجه به هدفهای مشخصی تعقیب می‌شود و بر اساس پژوهش‌روشهای یادگیری و برقراری ارتباط میان انسانها استوار می‌گردد و شامل استفاده از همه روشها به منابع و وسایل انسانی و غیر انسانی است!

حال به مفهوم فطرت در اسلام در بعد عدالت الهی و بخشایش استعدادهای بالقوه به همه افراد توجه کنید:

دعوه افراد استعداد بالقوه دارند.

همگان، به جز آنهایی که اشکالات ژنتیکی و مرضی دارند، می‌توانند با کاربرد اصول تکنولوژی آموزشی و فراهم شدن راه و روشهای یادگیری گوناگون متناسب با انگیزشها، علاقه‌ها و سوابق تحصیلی فردی، کلیه استعدادهای بالقوه خود را تا درجات بالایی از استعدادهای بالفعل تبدیل کنند! این در حقیقت يك اصل مهم مورد اعتقاد تکنولوژیستهای آموزشی در حال حاضر است.

افراد مستضعف و محروم از امکانات آموزش خوب، عقب افتاده نگه داشته شده و نه اینکه تم استعداد و عقب افتاده‌اند!

راه و روشهای تبدیل استعدادهای بالقوه به استعدادهای بالفعل چیست! تبدیلی که اضافه بر رشد انسان‌سازی و ارزشی، در

راه رسیدن به هدفهای تکنولوژیکی و خودکفایی کشور باشد؛

بخشی از این مسئولیت بزرگ به عهده سازمانهای برنامه‌ریزی آموزشی و درسی، مراکز تحقیقات دانشگاهی و سایر کارشناسان و عاشقان خدمت به هموعان و اهداف آموزش و پرورش کشور است.

بخش مهم گسترده دیگر به عهده معلمان علوم کشور است.

تجارب جهانی، کامیابی‌ها و ناکامی‌های کشورهای جهان سوم نشان داده است که این دو بخش باید یکی شوند، مادام که معلم به

طراح و برنامه‌ریز و تکنولوژیست آموزشی تبدیل نشود و به خیل مسئولان برنامه‌ریزی کشور نپیوندد، مجال است بتوان حتی

بهترین طرحهای آموزشی را به مرحله اجرای موفقیت آمیز درآورد، و آموزش و پرورش را به اهداف و آرمانهای واقعی خود سوق داد.

در مقاله بعدی، به مفاهیم آموزشی علوم منطبق با اصول تکنولوژی آموزشی و چگونگی اجرای آنها در شرایط و محدودیتهای

فعلی آموزش و پرورش ایران نظاره می‌کنیم و در هر مورد، مثالهایی از آموزش شیمی ارائه می‌دهیم. با این ترتیب هم به معیارهایی

برای ارزشیابی کیفیت فعالیتهای آموزش و یادگیری خودمان می‌رسیم و هم با آگاهی بیشتری در راه تجزیه و تحلیل هدفهای

آموزش و پرورش و کسب مهارت در سوق دادن تلاشها در جهت آرمان بزرگی خودکفایی گام برمی‌داریم. 🔦

⊕ — تربیت تکنولوژی آموزشی از:

A. V Instructional technology by J — Brown and R. Lewis. Mc Graw . Hill . P — 2 1977

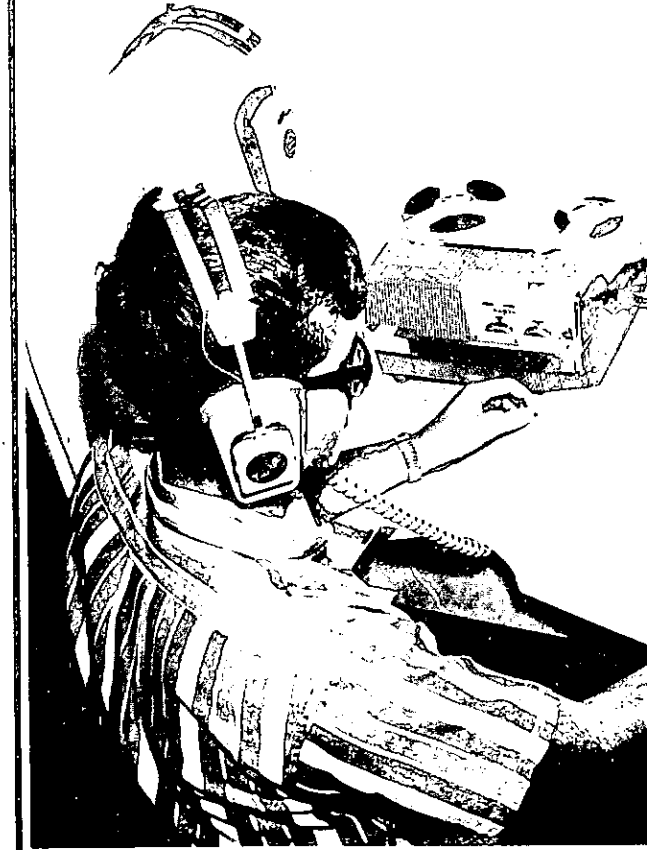
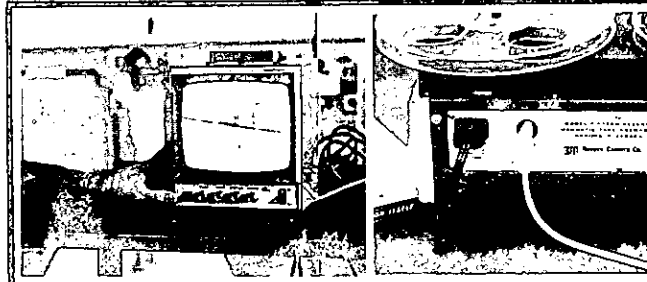
Mastery Learning

⊕ — نظریه

خلاصه آنکه این دگرگونی و تحول بزرگ و گسترش سریع مفاهیم و روشهای تکنولوژی آموزشی متناسب با شرایط و نیازهای کنونی ایران دارد. تکنولوژی آموزشی نه به مفهوم نادرست و محدود کاربرد وسایل سمعی و بصری، بلکه براساس تعریف علمی و امری آن.

به این تعریف تکنولوژی آموزشی توجه کنید تا ارتباط تنگاتنگ آن را با تکنولوژی تولید و پیشرفت در راه خود نشانی دریابید.

تکنولوژی آموزشی عبارت از يك روش منطقی و منظم



# آشنایی با تصفیه خانه‌های سازمان آب تهران

من الماء كل شئى حى  
﴿قرآن کریم، سوره انبیاء آیه ۳۰﴾

سید رضا آقاپور مقدم

«نمونه‌ای از کاربردهای شیمی در صنعت»

بگذارد و برای اجرای این نظر مشخصات لوله‌کشی تهران از سوی هیئتی مرکب از مهندسين ایرانی به شرح زیر منظم گردید. ساختمان شبکه لوله‌کشی آب، تهیه نقشه‌های قطعی فاضلاب شهر تهران، تهیه نقشه و اجرای عملیات ساختمانی، خرید مصالح و پرداختها.

## تصفیه‌خانه آب تهران

قسمت اول - آزمایشها و پژوهشهای مربوط به نوع آب و نوع تصفیه

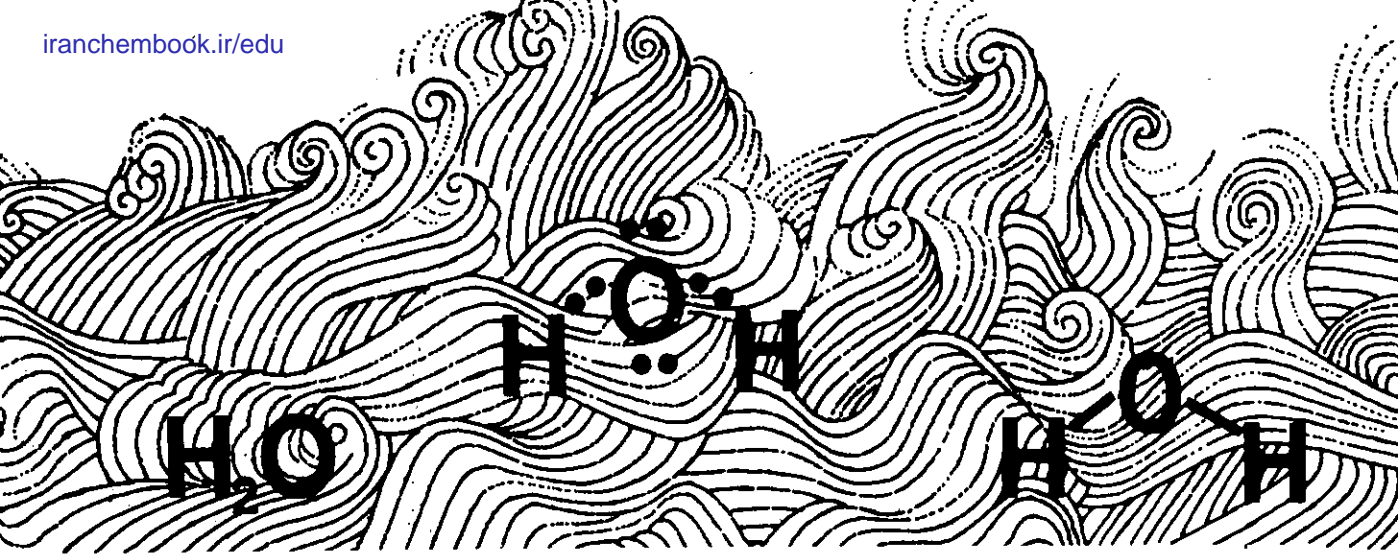
برای تهیه طرح لوله‌کشی و تنظیم مشخصات فنی، آگاهی کامل از مشخصات شیمیایی و فیزیکی و باکتری شناسی از آب مورد نظر در فصلهای گوناگون از ضروری‌ترین آگاهیهای ابتدایی است از این رو از آغاز کار در آزمایشگاهی که از سوی هنرسرایمالی در اختیار سازمان آب گذاشته شده بود آزمایشها و پژوهشهای لازم آغاز گردید. آزمایشهای شیمیایی که در عرض دو سال از آب رودخانه کرج به عمل آمد، تغییرات زیادی را در خواص شیمیایی آن نشان می‌دهد. زیرا در آب رودخانه کرج که از کوه‌های البرز سرچشمه می‌گیرد در بهار و مواقع طوفانی به علت ذوب برفها و یا بارندگی زیاد که آب خالص و عاری از مواد شیمیایی به رودخانه افزوده می‌شود، مواد شیمیایی محلول کم شده و در تابستان و پاییز روبه افزایش می‌گذارد.

مشخصات و ترکیبهای موجود در آب رودخانه کرج در فصلهای گوناگون به شرح زیر است:

حد اقل	حد اکثر	
۲۲	۱	دما به سانتیگراد
۸/۲	۷/۵	PH
۱۳۵	۷۸	قلیائیت نسبت به متیل اورانژ (برحسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم)
۱۶۴	۹۲	متحنی کل (برحسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم)

مجله رشد شیمی در نظر دارد که با تهیه گزارشی از مؤسسات صنعتی کشور در هر شماره، جنبه‌های کاربردی مطالب شیمی دبیرستان را مطرح کند در این شماره گزارشی درباره سازمان آب تهران در ارتباط با فصل پنجم کتاب شیمی سال اول تهیه شده است.

تهران در سال ۱۳۱۰ هجری شمسی ۳۵۰ هزار نفر جمعیت داشت و گسترش آن در حدود ۱۵ کیلو متر مربع بود و با ۲۶ رشته قنات که جمعاً دارای هفتصد لیتر آب در ثانیه بود، سیراب می‌شد ولی در اثر گسترش شهر، افزایش جمعیت و آلوده شدن آب، تأمین آب کافی و سالم برای شهر مشکل بزرگی شده بود. در گذشته فکر انتقال آب از رودخانه‌های جاجرود و کرج به تهران وجود داشته و اقداماتی هم به عمل آمده بود. و گرچه نسبت به انتقال آب جاجرود به تهران به جهاتی موفقیتم آمیز نبود اما برای انتقال آب رودخانه کرج به تهران دو رشته نهر حفر گردید. در دنیا به این اقدامات، مرحوم میرزا تقی خان امیر کبیر نیز به فکر تأمین آب شهر از رودخانه آب کرج افتاد. در اواسط سال ۱۳۰۳ شمسی آب قناتها در اثر کمی بارندگی رو به کاهش گذاشت و کم آبی بیش از سالهای قبل محسوس گردید. در سال ۱۳۰۶ بار دیگر موضوع کم آبی آشکار گردید چون لازم به نظر می‌رسید که آب کافی از رودخانه‌های اطراف شهر به تهران انتقال داده شود و دولت وقت به حفر برای نهر کرج تصمیم قطعی گرفت. این کار در سال ۱۳۱۰ پایان یافت. آب کرج به تهران جریان یافت. پس از مدتی مشکل کم آبی دوباره محسوس گشت و بالاخر در سالهای ۱۹۱۶ و ۱۳۱۹ برای لوله‌کشی تهران مناقصه‌های گذارده شد که به علت وقوع جنگ دوم جهانی به نتیجه مثبت و عملی منتهی نگردید. پس از خاتمه جنگ دوم جهانی فکر لوله‌کشی تهران جدأ دنبال گردید. در سال ۱۳۳۵ شهرداری تهران درصدد برآمد که تهیه طرح و مدارك فنی و نظارت کارهای لوله‌کشی را به مناقصه بین المللی



وصل بود محتویات آن ده دقیقه با دور ۹۰ در دقیقه و ده دقیقه با دور ۲۰ در دقیقه بهم زده می‌شد و در هر مورد درشتی ذراتی که رسوب می‌کرد و مدت زمانی که برای رسوب همه ذره‌ها لازم بود و وضع آب پس از ته‌نشینی یادداشت می‌شد.

مواد شیمیایی که آزمایش شدند عبارت بودند از: سولفات آلومینیم، آلومینات سدیم، کلرید آهن (III) و سولفات آهن (III).

ترکیبهای آلومینیم به‌ترتیب جداگانه، توأم و با سیلیس اکتیو مورد آزمایش قرار گرفت. ترکیبهای آهن مانند کلرید آهن (III) و سولفات آهن (III) نیز به همین سه طریق آزمایش شدند. در چند مورد سولفات آهن (III) با افزایش فیدروکسید کلسیم مورد آزمایش قرار گرفت.

در آزمایشهایی که بدون افزایش سیلیس اکتیو انجام می‌گرفت کلرید آهن (III) و سولفات آهن (III) بهترین نتیجه‌ها را می‌داد.

نتایجی که به وسیله سولفات آلومینیم به دست آمد متغیر بود، اکثراً اضافه کردن مقدار زیادی سولفات آلومینیم نتیجه متوسطی می‌داد ولی در بعضی مواقع هر اندازه عم به مقدار آن افزوده می‌شد نتیجه خوبی به دست نمی‌آمد.

آلومینات سدیم به تنهایی قادر به تشکیل ذره‌های درشت و ته‌نشینی مواد کلوئیدی نبود ولی افزایش آن توأم با سولفات آلومینیم نتیجه بهتری می‌داد، تغییرات مختصر در نسبت افزایش سولفات آلومینیم و آلومینات سدیم تأثیر خیلی زیادی در نتیجه حاصله داشت.

در آزمایشهایی که با سولفات آهن (II) انجام می‌گرفت بین ۱۰ تا ۸۰ میلی‌گرم از این ماده به کار برده شد و نتیجه خوبی به دست نیامد و مقدار قابل ملاحظه‌ای از آهن به صورت محلول (یون) در آب باقی می‌ماند. تبدیل «PH» آب در این مورد بالا بردن آن تا حدود ۹ (که با افزایش فیدروکسید کلسیم انجام می‌گرفت) موجب بهتر شدن نتیجه‌گیری می‌گردید.

سیلیس اکتیو (یا سیلیس کلوئید) که در آزمایش‌های انعقاد مواد کلوئید به کار برده می‌شد با افزایش جوهر گوگرد به سیلیکات سدیم براساس روش بی‌ایس آمریکایی (Baylis) تهیه می‌گردید.

سولفات (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $SO_4^{2-}$ )	۱۲	۴۸
منیزیم (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $Mg^{2+}$ )	۱/۴	۸
کلسیم (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $Ca^{2+}$ )	۲۵	۵۶
آهن (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $Fe^{2+}$ )	همیشه کمتر از یکصد	
منگنز (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $Mn^{2+}$ )	۰/۰۰	۰/۰۲۵
کلرید (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $Cl^-$ )	۳/۶	۱۲/۲
گاز آمونیاک (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $NH_3$ )	۰/۰۳۷	۰/۰۱۳۸
نیترات (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $NO_3^-$ )	۰/۴۲۶	۱/۸۱
نیتريت « » (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $NO_2^-$ )	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱
سیلیس محلول (بر حسب میلی‌گرم در لیتر $SiO_2$ )	۱۰	۱۶
باقیمانده تبخیر (خشک شده در $180^\circ C$ )	۱۳۳	۲۴۶
مواد معلق (بر حسب میلی‌گرم در لیتر)	۳	۱۰۰۰

هر چند که مقدار مواد معلق در فصلهای گوناگون تغییرات زیادی داشت و حتی در یک مورد به مراتب از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز بیشتر شده بود و لسی اغلب میزان آن در حدود ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده و ترکیبهای آلی موجود در مواد معلق بسیار کم است.

مواد معلق موجود در آب رودخانه کرج تشکیل یافته است از، شن، ماسه، گل و لای به قطرهای مختلف.

#### مواد کلوئیدی:

قسمت اعظم شن و ماسه در حوض‌های ته‌نشینی آبگیر رسوب می‌کند و بقیه آن نیز باید به وسیله تصفیه فیزیکی که در تصفیه‌خانه انجام داده می‌شود، گرفته شود. و لسی برای ته‌نشینی مسود کلوئید لازم بود ماده شیمیایی مناسبی که منعقدکننده نامیده می‌شود انتخاب گردد زیرا مواد کلوئید به علت کوچکی فوق‌العاده ذره‌های آن به وسیله تصفیه فیزیکی و یا عبور از عن نوع صافی رسوب نکرده و به حال سابق خود در آب باقی مانده، سبب کدر شدن رنگ آن می‌شود.

در آزمایش‌هایی که برای تعیین ماده منعقدکننده مناسب در آزمایشگاه انجام گرفت ماده شیمیایی مورد نظر به ۵۰۰ سانتیمتر مکعب نمونه آب که در یک ظرف شیشه‌ای (بشر) یک لیتری قرار داشت افزوده می‌شد و با یک یره که به موتور کوچک الکتریکی

در آزمایش‌های فوق تغییر PH آب تأثیر کامل روی نتایج حاصله داشت. با کلریسد آهن (III) بین «PH» ۶/۳ و ۸/۱ زردهای درشت‌تری تولید می‌شد ولی در مورد سولفات آلومینیم زردهای درشت‌تر در PH بالاتر از ۸ ایجاد می‌گردید. چون PH آب رودخانه کرج پس از افزایش یکی از مواد منعقد کننده بین ۷ و ۸ تغییر می‌کرد دلیل نتایج خوبی که به وسیله کلریسد آهن (III) به دست می‌آمد علت عدم تأثیر سولفات آلومینیم و تأثیر آن توأم با افزایش سیلیس اکتیو کاملاً روشن است.

در برخی از آزمایش‌ها قبل از اضافه کردن کلریسد آهن (III) و سولفات آلومینیم، کُر و پرمنگنات پتاسیم به آب مورد آزمایش افزوده می‌شد ولی تغییری در نتیجه حاصله مشاهده نمی‌شد. هر چند که پژوهش‌های آزمایشگاهی برای انتخاب ماده منعقد کننده مناسب، بسیار پرازش بود ولی برای انتخاب نوع حوض ته‌نشینی تصفیه‌خانه و کسب اطلاعات لازم برای تدوین مشخصات فنی تصفیه‌خانه آب تهران اجرای آزمایش‌هایی به مقیاس بزرگتر در تصفیه‌خانه کوچکی کمال ضرورت را داشت.

بدین منظور در انتهای خیابان سهیل (خیابان پمپ انقلاب) زیر نهر کسرج تصفیه‌خانه کوچکی احداث و از اول سال ۱۳۲۸ آزمایش‌های لازم در آن آغاز گردید و پس از خاتمه تحقیقات برچیده شد.

آزمایش‌های قبلی نشان می‌داد که نقل آب رودخانه کرج به وسیله مجرای قدیمی تغییری در ماهیت شیمیایی و فیزیکی آن نمی‌دهد فقط مقدار مواد معلق آن در بعضی موارد در نتیجه عبور از مجرا زیادتر می‌شود.

تصفیه‌خانه نمونه از دو قسمت تشکیل یافته بود:

۱- دستگاه ته‌نشینی با حوض افقی.

۲- دستگاه ته‌نشینی با حوض قائم.

دستگاه ته‌نشینی با حوض افقی: آب کرج که با مواد منعقد کننده مخلوط شده بود وارد دو بشکه ۴۰ گالونی که پشت سرهم قرار گرفته بودند می‌شد. ورود آب به این بشکه‌ها در پایین به‌طور مماس با محیط بشکه بود به نحوی که جریان دورانی که در داخل بشکه ایجاد می‌شد کمکی به شروع عمل رسوبگیری و تشکیل ذره‌ها بشود. آب پس از خروج از بشکه دوم و پس از عبور از حوضچه کوچکی که در ابتدای حوض ته‌نشینی کننده قرار داشت وارد حوض مذکور می‌شد.

در حین عمل معلوم شد که اختلاف دما بین آبی که در حوض ته‌نشینی کننده موجود است با آبی که وارد حوض می‌شود سبب می‌شود که آب در حوض ته‌نشینی یا روی سطح عبور کند و یا در کف حوض جریان پیدا کند (وجود حتی نیم درجه سانتیگراد اختلاف دما سبب این به هم خوردگی جریان آب می‌شد) برای اینکه نتایج یکنواختی در مقایسه مواد مختلف به دست بیاید پیش از هر آزمایش حوض ته‌نشینی از آب صاف پر و دمای آن به وسیله ذوب یخ پایین‌تر از دمای آب ورودی نگاهداری می‌شد. در این صورت در هر آزمایش آبی که به حوض ته‌نشینی وارد می‌شد در سطح فوقانی

در ضمن عمل معلوم شد اگر قلیائیت محلول سیلیکاتی که جوهر گوگرد به آن افزوده شده است و ۱/۵ درصد سیلیس (به صورت سیلیس و سیلیکات) دارد در حدود ۹۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم باشد تأثیر آن بیشتر است.

محلولی که بدین طریق تهیه می‌گردید پس از یکساعت با افزایش آب رقیق شده و مقدار سیلیس آن بین ۵/۵ درصد تا ۱ درصد می‌رسید. چنین محلولی تا سه ساعت پس از رقیق کردن کاملاً مؤثر بوده و تا پنج روز پس از تهیه کردن نیز اثر آن از بین نمی‌رفت.

آزمایش‌هایی که به وسیله این شیمی‌دان روی آب دریاچه میشیگان انجام گرفته بود نشان می‌داد که افزایش سیلیس اکتیو توأم با مواد منعقد کننده معمولی سبب بهبود فوق‌العاده نتایج حاصله می‌شود و بنابراین در آزمایش‌های آب رودخانه کرج نیز از آن استفاده به عمل آمد.

نسبت بین مقادیر سیلیس اکتیو و ماده منعقد کننده عامل مهمی در نتیجه آزمایش بوده و پس از تفحص لازم نسبت‌های زیر که بهترین نتایج را می‌داد به دست آمد:

سولفات آلومینیم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر + سیلیس اکتیو ۴ میلی‌گرم در لیتر بر حسب  $SiO_2$

آلومینات سدیم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر + سیلیس اکتیو ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب  $SiO_2$

کلریسد آهن (III) ۱۰ میلی‌گرم در لیتر + سیلیس اکتیو ۳ میلی‌گرم در لیتر بر حسب  $SiO_2$

سولفات آهن (III) ۱۰ میلی‌گرم در لیتر + سیلیس اکتیو ۴ میلی‌گرم در لیتر بر حسب  $SiO_2$

افزایش سیلیس اکتیو توأم با نمک‌های آهن (III) فقط سبب درشت‌تر شدن ذره‌های حاصله گردید زیرا نتایج آزمایش‌هایی که با این ترکیب بدون سیلیس اکتیو انجام می‌گرفت همیشه رضایتبخش بود.

سیلیس اکتیو توأم با سولفات آلومینیم سبب درشت شدن ذره‌ها و بهبود نتیجه شد و افزایش آن توأم با آلومینات سدیم سبب شد که ذره‌های درشتی تشکیل شود در صورتی که آلومینات سدیم به تنهایی ابدأ هیچ نتیجه‌ای نمی‌داد.

پژوهش‌هایی که در آزمایشگاه به عمل آمد نشان می‌داد که مقادیر ترکیب‌های زیر برای تصفیه آب رودخانه کرج مناسب‌تر از سایر مواد منعقد کننده می‌باشند.

۱۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات آلومینیم + ۴ میلی‌گرم در لیتر سیلیس اکتیو

۱۰ میلی‌گرم در لیتر آلومینات سدیم + ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس اکتیو

۱۰ میلی‌گرم در لیتر کلریسد آهن افزایش سیلیس اکتیو توأم با یکی از مواد منعقد کننده به نمونه‌های مورد آزمایش در آن واحد به وسیله دو بیبت انجام می‌گرفت.

دستگاه اجرا می‌شد سطح لجن همیشه در فاصله يك فوت و ده اینچ سطح فوقانی دستگاه قیفی شکل قرار داشت و با این وضع مساحت آن بالغ بر ۲۲ فوت مربع می‌شد، برای اینکه جریان باد سبب به هم خوردگی سطح لجن نشود روی دستگاه «د» با آهن ورق پوشیده می‌شد.

آبی که از سطح لجن عبور می‌کرد وارد مجرای می‌شد که دور تادور بالای دستگاه «د» ۶ اینچ پایین‌تر از لبه آن تعبیه شده بود از این مجرا به وسیله يك لوله ۳ اینچی به استوانه «ه» به قطر داخلی يك فوت جریان می‌یافت. در قسمت تحتانی این استوانه به ضخامت يك و نیم فوت شن پر شده بود که درشتی آن در پایین يك اینچ و به تدریج کمتر شده و در بالای آن به يك شانزدهم اینچ می‌رسید، بالای شن طبقه‌ای از ماسه (به ضخامت دو فوت و درشتی متوسط ذره‌ها ۵/۶ میلی‌متر) پر شده بود و از این استوانه به عنوان صافی استفاده می‌شد، لوله‌های شیشه‌ای که روی استوانه مذکور نصب شده بود، افت فشار را در صافی نشان می‌داد و ترتیب لازم برای شستشوی صافی نیز داده شده بود. سرعت تصفیه در حدود ۱۲۵ گالن در ساعت از هر فوت مربع به وسیله دستگاه کنترل بده صافی ثابت نگهداشته می‌شد و آبی که اضافه بر این مقدار در حوضهای ته‌نشینی خارج می‌شد از سرریز جریان پیدا می‌کرد.

آزمایشهایی که با ترکیبهای شیمیایی مختلف انجام گرفت مدت چندین هفته ادامه داشت و در این مدت دستگاه مرتباً کار می‌کرد، پس از تشکیل طبقه لجن اندازه‌های مختلف ترکیبهای شیمیایی با بده‌های مختلف مورد آزمایش قرار می‌گرفت و هر آزمایش در حدود ۲۵ ساعت به طول می‌انجامید مواد منعقدکننده که به وسیله دستگاه فوق مورد آزمایش قرار گرفت عبارت بود از: سولفات آلومینیم توأم با سیلیس اکتیو، کلرید آهن (III) و آلومینات سدیم توأم با سیلیس اکتیو.

در آزمایشی که با سولفات آلومینیم توأم با سیلیس اکتیو انجام گرفت تشکیل سطح لجن در ابتدای کار به اشکال برخورد و چون گمان می‌رفت علت عدم تشکیل سطح کمی گل و لای آب‌نهر کرج است لذا در فواصل معینی گل و لای ته‌نشین شده در حوض دو متر مکعبی به هم زده می‌شد و این کار سبب تشکیل «سطح لجن» گردید که پس از آن ثابت بود.

با جریان ۹۵۰ گالن در ساعت و افزایش ۱۵ میلی‌گرم در لیتر سولفات آلومینیم توأم با ۴ میلی‌گرم در لیتر سیلیس اکتیو (بر حسب  $SiO_2$ ) و یا در موقع آزمایش با مقدار مضاعف این ترکیبها نتیجه آزمایش بسیار خوب بود و آبی که از حوض ته‌نشین کننده خارج می‌شد صاف و نوع آبی که از صافی رد می‌شد خوب بود مع الوصف افت فشاری که موقع آزمایش در صافی ایجاد می‌شد نسبتاً زیاد بود مثلاً در صافی که تازه شسته شده بود با جریان ۷۵۰ گالن در ساعت افت فشار صافی پس از ۷ ساعت بالغ بر ۲۷ اینچ بود (سرعت تصفیه ۱۲۵ گالن در هر فوت مربع بود) از دیوار افت

جریان پیدا می‌کرد بدین ترتیب مدت عبور آب از حوض مذکور با جریان ۲۵۰ گالن در ساعت (که در تمام آزمایشها ثابت بود) طبق محاسبه در حدود ۳۵ دقیقه و در عمل اندکی کمتر بود.

مدت عبور آب از تمام دستگاه پس از مخلوط شدن با ماده منعقدکننده در حدود ۷۵ دقیقه و هر آزمایش ۸ ساعت ادامه داشت.

در اکثر آزمایشها تشکیل ذره‌ها در بشکه اول (۱۲ دقیقه پس از افزایش ماده منعقدکننده) به خوبی انجام می‌گرفت و در بشکه دوم اغلب فقط فاصله متمسک‌یابی بین آب صاف ته ذره‌های رسوب موجود بود. لوله ۲ اینچی که بشکه اولی را به بشکه دومی و بشکه سومی را به حوض ته‌نشین متصل می‌کرد تأثیری در وضع ذره‌ها نداشت یعنی سبب شکستن آنها نمی‌گردید.

در این آزمایشها کلرید آهن (III) همیشه نتیجه رضایت‌بخشی داد و آبی که از انتهای حوض ته‌نشینی خارج می‌شد صاف بود. سولفات آلومینیم به تنهایی نتیجه خوبی نداشت ولی افزایش آن توأم با سیلیس اکتیو و همچنین اضافه کردن آلومینات سدیم توأم با سیلیس اکتیو نتیجه بهتری می‌داد ولی در این دو حالت اخیر آبی که از حوض ته‌نشینی خارج می‌شد نا صاف‌تر از موقعی بود که کلرید آهن (III) به کار برده می‌شد.

از این آزمایشها نتیجه گرفته می‌شد که اگر کلرید آهن (III) به میزان ده میلی‌گرم در لیتر به کار برده شود توقف آب در حوضهای ته‌نشینی باید لافل در حدود دو ساعت باشد. در مواقع طغیانی رودخانه که مقدار گل و لای آن بالا می‌رود حجم لجن جمع شده برای هر میلیون گالن در حدود ۱۵۰۰ فوت مکعب می‌شود که پس از يك هفته حجم آن به ۱۱۰۰ فوت مکعب کاهش می‌یابد و اگر فرض کنیم لجن به اندازه حجم خودش محتوی آب باشد درصد آبی که در نتیجه استخراج لجن تلف می‌شود در حدود ۵/۷ درصد مقدار آب تصفیه شده خواهد بود.

دستگاه ته‌نشینی قائم، حوض ته‌نشین کننده قائم که اکثر قسمت‌های آن از خارج کشور خریداری شده بود آبی که از نهر کرج گرفته می‌شد وارد حوضی به گنجایش ۲ متر مکعب می‌شد که به وسیله يك تلمبه الکتریکی خودکار به مخزن هدایت می‌گردید سطح آب در این مخزن با اختلاف چند اینچ به وسیله يك گوی شناور که وصل به کلید تلمبه خودکار ثابت نگاهداشته می‌شد از کف این مخزن آب به استوانه باز وارد و در این جا مواد منعقدکننده به وسیله دستگاه اندازه‌گیری که وصل به مخزن سفالی بود به آب اضافه می‌شد. آب مخلوط با ماده منعقدکننده با قوه ثقل وارد حوض ته‌نشینی می‌شد.

برای اینکه بخش آب در حوض ته‌نشینی به آرامی انجام گیرد و ورود آب در کف استوانه «ج» به وسیله قیف وارونه‌ای انجام می‌گرفت. تخلیه لجن به وسیله دو لوله به قطر يك اینچ از استوانه و از دستگاه قیفی شکل در آزمایشهایی که به وسیله این

تشکیل آن به کار برده شد و بعداً شروع به آزمایش با آلومینات سدیم توأم با سیلیس آکتیو شد مقدار ۱۰ میلی گرم در لیتر آلومینات سدیم با ۱۰ میلی گرم در لیتر سیلیس آکتیو بر حسب  $SiO_2$  به کار برده شد ولی پس از چندین آزمایش در سطح لجن، قطعه‌های درشت زلاتین ایجاد گردید که از بین بردن و شکستن آنها مقدور نبوده به ناچار از ادامه آزمایش صرف نظر شد.

**قسمت دوم - شرح ساختمان و تأسیسات تصفیه‌خانه**

به طور کلی تأسیسات تصفیه‌خانه آب تهران از واحدهای زیر تشکیل شده است:

- ۱- ورود آب خام ۲- (حوضهای ته‌نشین‌کننده گل ولای)
  - ۳- صافیها و تأسیسات ضد غفونی کردن
  - ۴- تلمبه ۵- مرکز پخش دارو
  - ۶- تأسیسات جمع‌آوری و خشک کردن گل ولای
  - ۷- مرکز تولید نیرو ۸- سایر تأسیسات تصفیه‌خانه
- شرح چند واحد آن عبارت است از:

۱- **ورود آب خام:** آب خام به وسیله سه رشته لوله چهل اینچی وارد تصفیه‌خانه می‌شود هر لوله به یک دستگاه شیر قطع و وصل ۳۶ اینچی که با موتور الکتریکی و فرمان خودکار از راه دور عمل می‌کند و در عین حال به وسیله دست قایل باز و بسته شدن نیز می‌باشد، مجهز است.

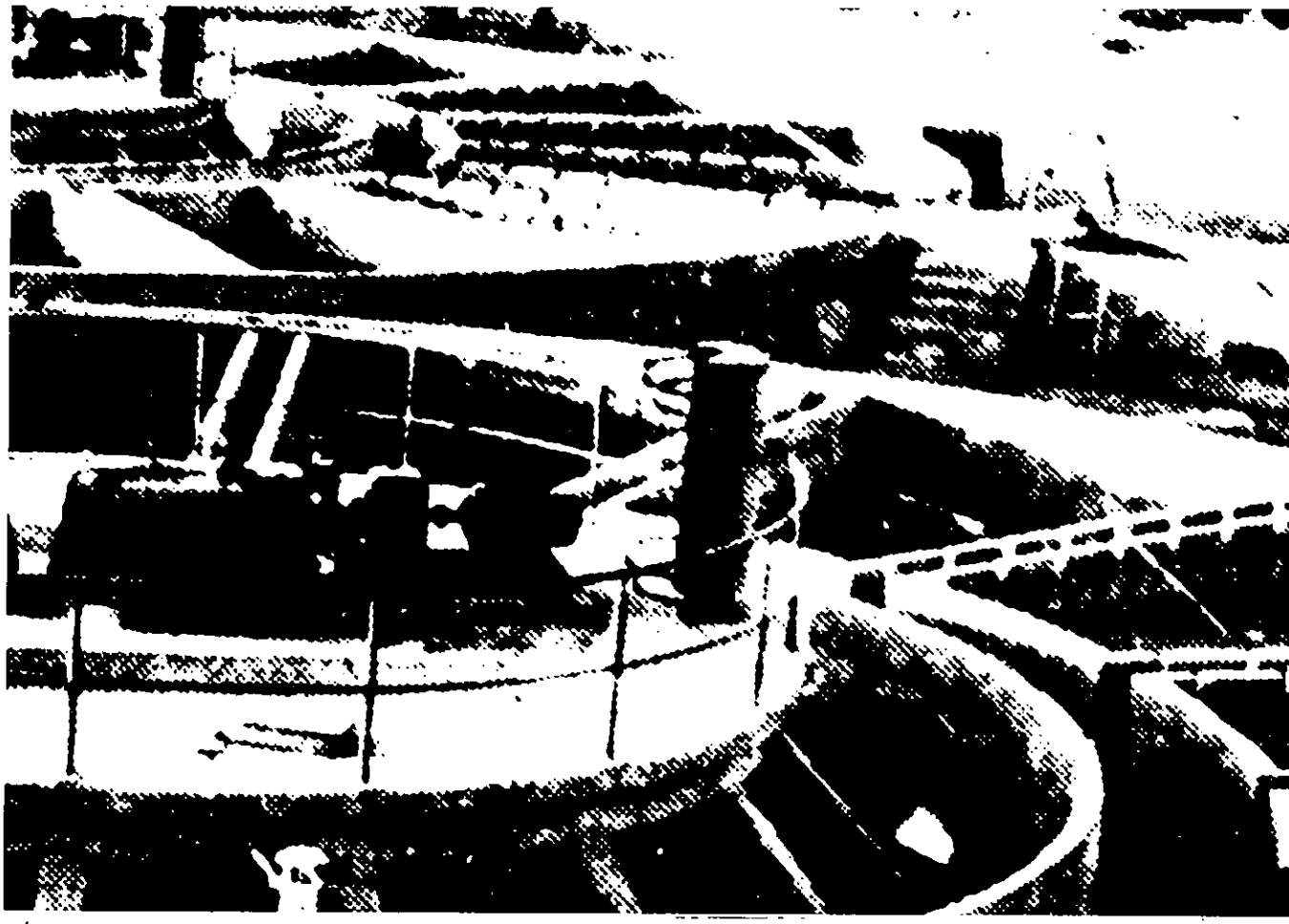
فشار موقع به کار بردن سیلیس آکتیو به وسیله بی‌لیس نیز ذکر شده است و وی توصیه کرده که هاسه درشت‌تری برای تصفیه به کار برده شود (بین ۵/۷۰ تا ۵/۶۲ میلیمتر).

موقع آزمایش به وسیله کلرید آهن (III) گل و لای آب‌نهر کرج به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته بود (۱۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیس) در حدود ۳۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر تشکیل لجن به آسانی انجام گرفت و مقادیر کلرید آهن (III) که مورد آزمایش قرار گرفت به ترتیب ۵ و ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

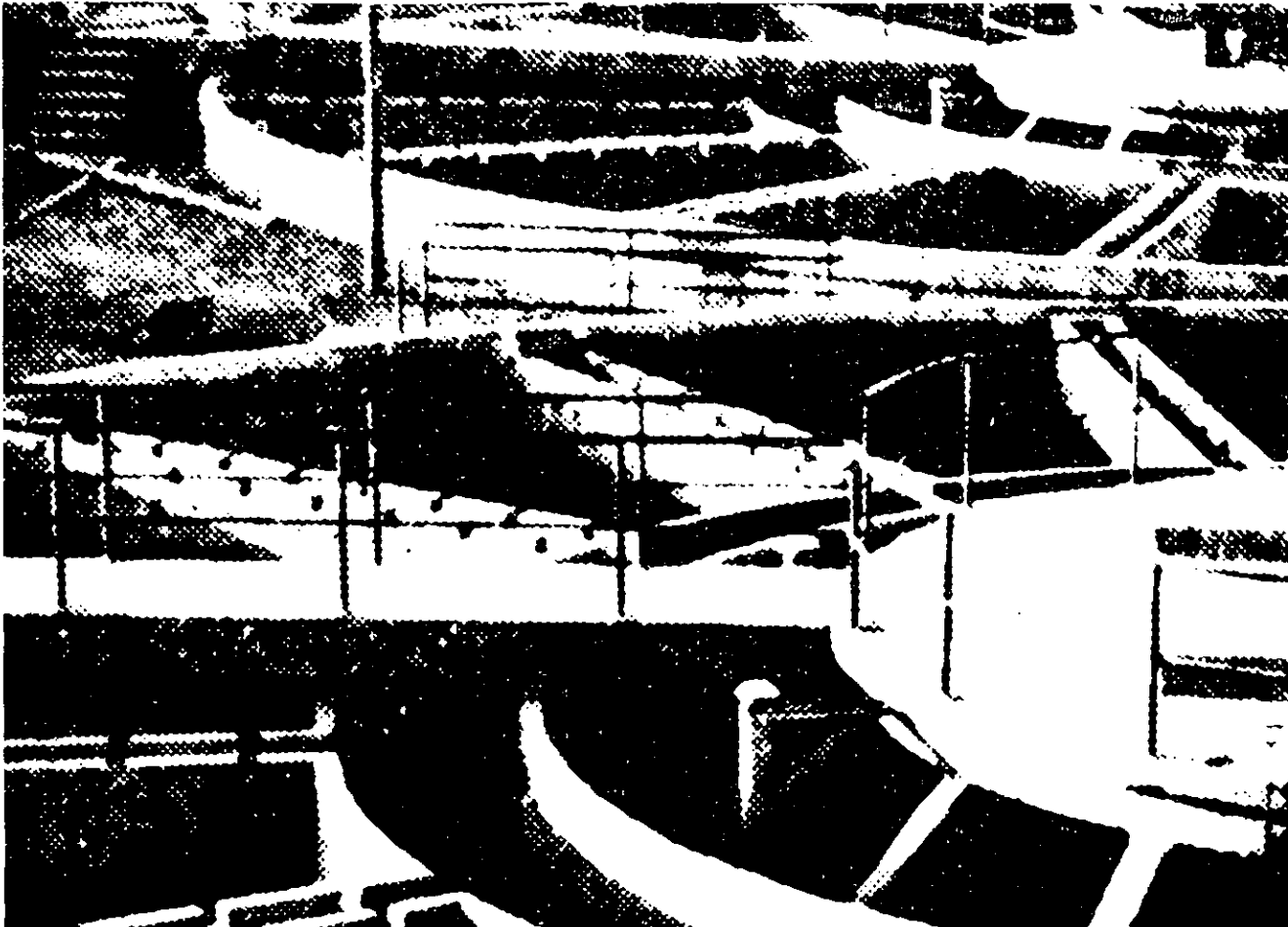
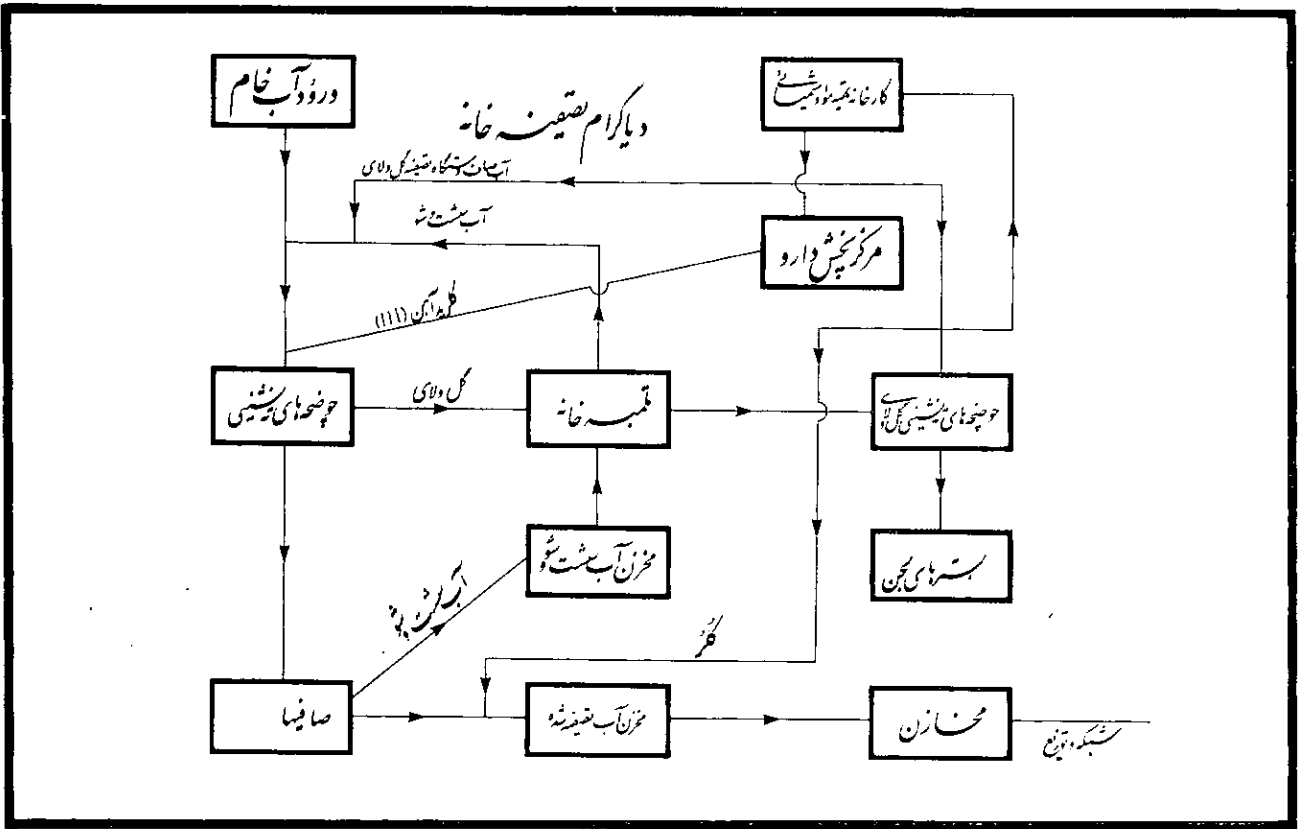
افت فشار در صافی‌سیار کم بود مثلاً با جریان ۷۰۰ گالن در ساعت، افت فشار ۶ اینچ در ۱۳ ساعت، ۳ اینچ در ۱۴ ساعت و ۱۰ اینچ در ۱۴ ساعت برای ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید آهن (III) بود.

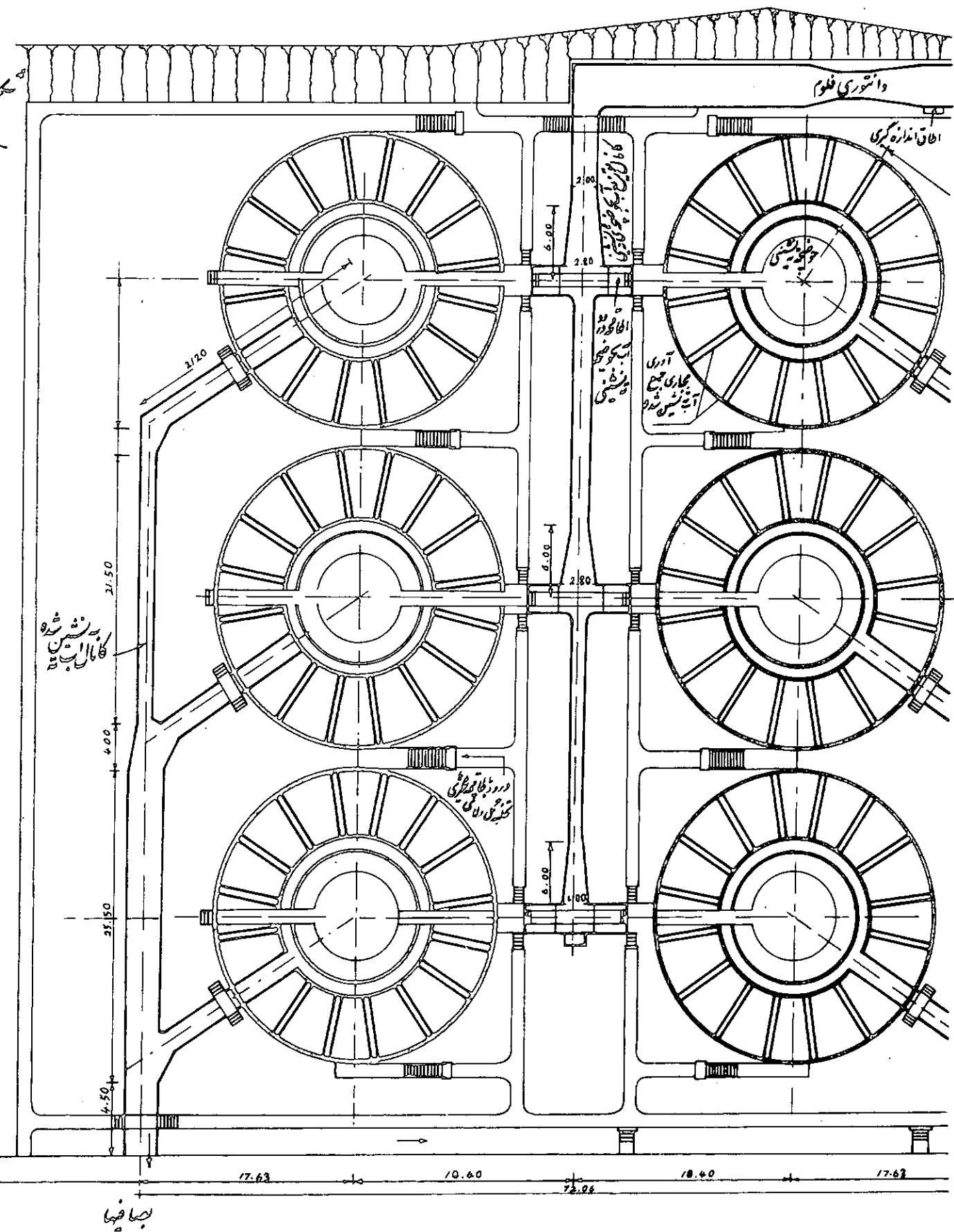
سرعت عبور آب از سطح لجن در آزمایش با جریان ۹۰۰ گالن در ساعت در حدود ۶/۵ فوت در ساعت بود و حتی با این مقدار جریان نیز آبی که از حوض ته‌نشین‌کننده خارج می‌شد کاملاً صاف بود مقدار تخلیه لجن ۵/۶ و ۱/۵ درصد مقدار آب تصفیه شده بود لجن حاصل پس از ۴ روز به میزان ۲۰ درصد حجم اولیه تقلیل می‌شد.

در آزمایش با آلومینات سدیم توأم با سیلیس آکتیو تشکیل «سطح لجن» در ابتدا مقدور نبود و به ناچار کلرید آهن (III) برای









نمای عمومی کانال آب خام و حوضهای ته نشینی تصفیه خانه

۲- حوضهای ته‌نشینی

آن واحد شستشو شوند بنابراین سرعت تصفیه در چنین مواقعی تا ۵/۱۰ متر در ساعت می‌رسد.

ورود آب ته‌نشین شده به هر صافی به وسیله دو دریچه فلزی که بین صافی و کانال آب ته‌نشین شده قرار دارد تأمین می‌شود. ساختمان و مرفقیته دریچه طوری در نظر گرفته شده که در مواقع ناری آب به داخل صافی جریان دارد و در مواقع شستشوی صافی که جریان آب در جهت عکس است و سطح آب در صافی بالا می‌آید این دریچه‌ها خود به‌خود بسته شده و از نسیاظ کانال آب ته‌نشین شده و صافی موقتاً قطع می‌شود. ضمناً در صورت لزوم و مواقع تعمیر صافی، دریچه‌های کشویی که در پشت دریچه‌های خودکار فوق نصب شده است صافی را برای مدتی که لازم باشد از جریان خارج می‌نماید.

آب ته‌نشین شده پس از عبور از طبقه شن و ماسه به طور کامل تصفیه شده از بستانه‌های کف صافی گذشته وارد طبقه زیرین صافی می‌شود و به وسیله مجرای مخصوص جمع‌آوری آب که به دستگاه تنظیم بده صافی منتهی می‌شود، به مجرای مشترک آب تصفیه شده وارد می‌گردد.

تنظیم بده صافیها - منظور اصلی از تنظیم بده صافی این است که چگونگی آب و میزان گل ولایی که در طبقه ماسه درجین تصفیه ایجاد می‌شود سبب کم و زیاد شده بده صافی نشود به این معنی که با استفاده از دستگاه تنظیم‌کننده (ایجاد افت فشار مصنوعی) افت فشار حاصل از عبور آب از طبقه شن و ماسه که متغیر است به

به منظور ته‌نشین کردن گل ولای آب ۶ دستگاه حوض ته‌نشینی برای ظرفیت ۲۲۵۰۰۰ متر مکعب در شبانه روز ساخته شده است. حوض‌های ته‌نشین کننده مدور است.

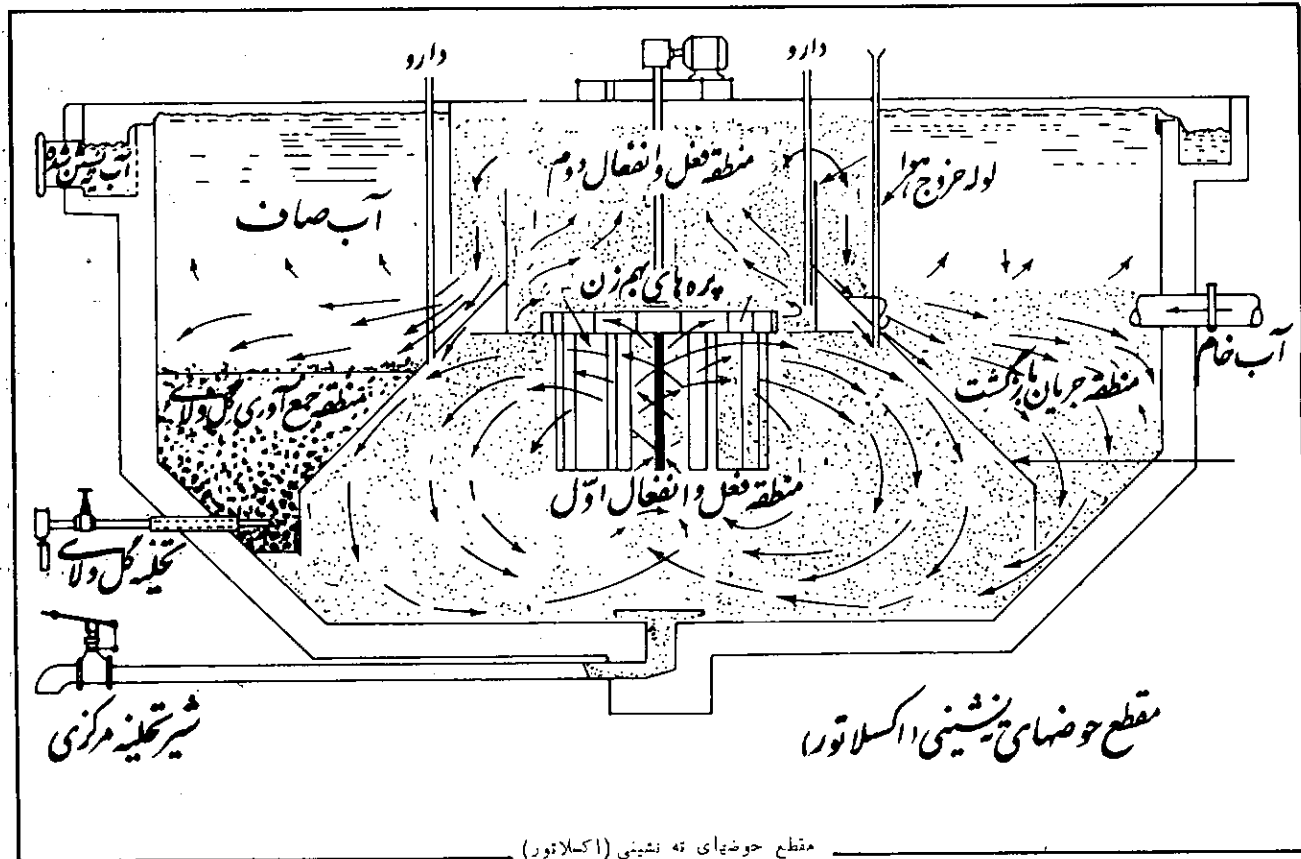
هر یک از حوض‌ها برای تصفیه و ته‌نشینی ۱۶۰۰ متر مکعب در ساعت در نظر گرفته شده ولی مواقع معمولی که مقدار مواد معلق (گل ولای آب) در حدود ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر است این ظرفیت تا ۲۰۰۰ متر مکعب در ساعت نیز می‌تواند افزایش پیدا کند.

بنابراین در صورت لزوم می‌توان یکی از حوض‌ها را برای تعمیر و پاک‌کردن تخلیه نمود بدون آنکه در بده کل تصفیه خانه تقلیلی حاصل شود.

ساختمان حوض تشکیل شده از بتن مسلح و از دو مخروط ناقص که محور قائمشان مشترک است.

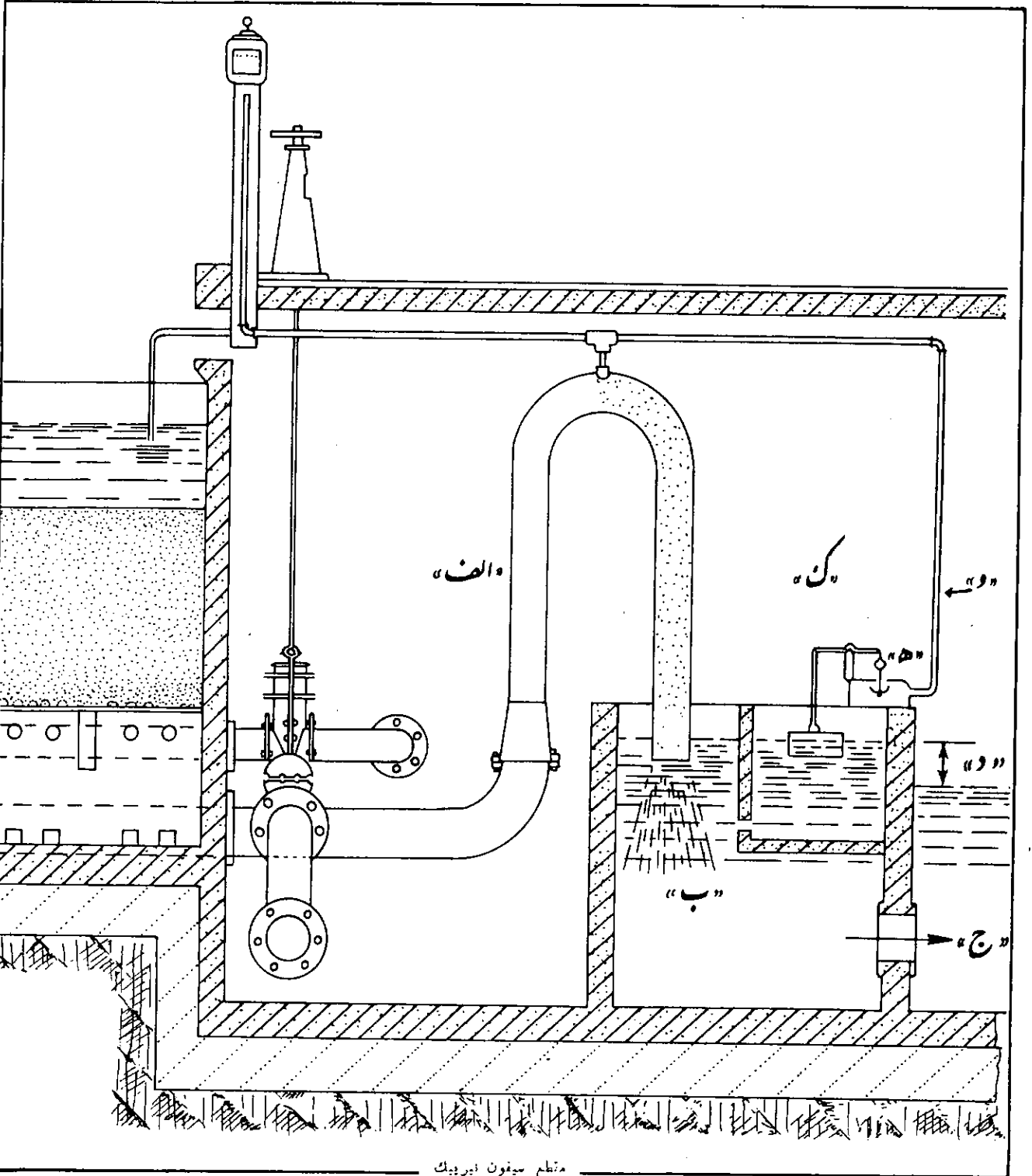
۳- صافیها و تأسیسات ضد عفونی کردن

برای تصفیه نهایی آب ته‌نشین شده صافیهای تند ماسه‌ای به کار برده شده است. برای ظرفیت ۲۲۵/۰۰۰ متر مکعب در شبانه روز مجموعاً ۴۰ واحد صافی در نظر گرفته شده که طول هر کدام ده متر و عرض آن ۴/۸۰ متر و سطح خالص صاف کننده هر کدام ۴۸ متر مربع است بنا بر این سطح کل صافیها ۱۹۲۰ متر مربع می‌شود سرعت متوسط تصفیه ۴/۷۵ متر در ساعت محاسبه شده و چون پیش‌بینی می‌شود که در نامساعدترین شرایط دو صافی در



(Neyrpic) است که به طور خلاصه عبارت است از يك سيفون گالوانيزه «الف» که ابتدای آن به زیر صافی متصل است و از انتهای آن آب وارد اتاق «ب» می شود. آب از اتاق «ب» توسط سوراخ کالیبره «ج» وارد کانال عمومی آبها تصفیه شده «د» می شود در داخل اتاق «ک» شناوری قرار دارد که سوپاپ محفظه را باز و بسته می کند و به بالا و پایین آمدن شناور سوپاپ ورود هوا به محفظه «ه» باز و بسته می شود. لوله «و» محفظه «ه» را به بالاترین نقطه سیفون وصل می نماید و

وسیله اضافه کردن افت فشار مصنوعی متغیر دیگری که بر حسب مقدار بده صافی میزان آب تغییر می کند طوری تعدیل شود که مجموع این دو افت فشار همواره (از اول تا آخر کار صافی) مقدار ثابتی باشد. اگر افت فشار ثابت باشد بده صافی هم اعم از این که صافی تازه شسته شده و شروع به کار کرده باشد (گل و لای در ماسه وجود ندارد) و یا مدتی کار کرده باشد (گل و لای در ماسه وجود ندارد) ثابت خواهد ماند. دستگاه تنظیم کننده این عمل سیفون «نیرپیک»



شیر تخلیه صافی، کلید تلمبه آب شستشو و کلید کمپرسور. کلیه شیرهای صافی به وسیله آب، تحت فشار باز و بسته می‌شوند و برای شستشوی صافی نخست شیر سیفون بسته می‌شود و سپس برای مدت ۸ دقیقه هوای تحت فشار (فشار هوا ۰/۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است) متعاقب با مقدار کمی آب صاف از کف صافی وارد می‌شود. سپس هوای تحت فشار قطع شده و آب با بده بیشتری در حدود ۱۵ تا ۲۰ متر مکعب برای هر متر مربع صافی در ساعت وارد می‌شود این عمل حدود ۳ تا ۴ دقیقه ادامه دارد تا آبی که وارد مجرای فاضلاب می‌شود تقریباً صاف و عاری از گل و لای باشد.

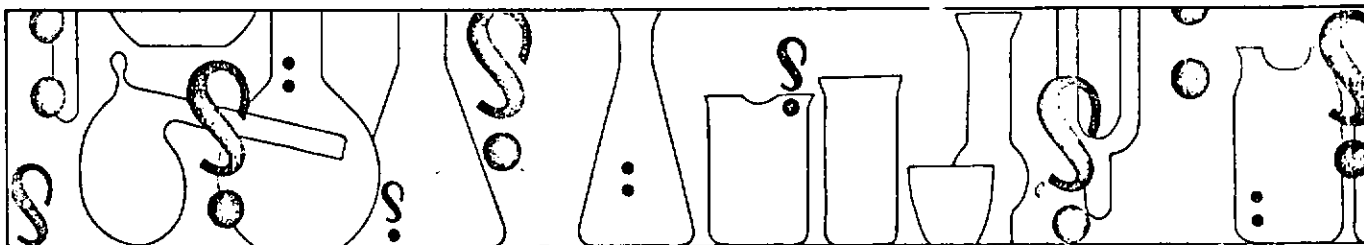
روی میزهای فرمان، دستگاسی برای اندازه‌گیری افت فشار در شن و ماسه صافی نصب شده است که متصدی مربوط به آن لزوم شستن صافی را تشخیص می‌دهد. در پایان شایسته است که از آلوده کردن و به هدر دادن آب جلوگیری کنیم زیرا هر آنجا که آب هست حیات هم هست. از مسؤولان سازمان آب تهران به ویژه بخش تصفیه‌خانه که اطلاعات و راهنمایی‌های لازم و همچنین نشریات خود را در اختیار سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی قرار داده‌اند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

به این ترتیب اگر در اثر تغییر بده صافی سطح آب در اتاق هک بالا یا پایین برود شناور سوپاپ محفظه «ه» را باز و بسته کرده و بنابراین هوا به مقدار بیشتر یا کمتری از طریق لوله «و» به گلوی سیفون وارد می‌شود به این ترتیب با کم و بیش شدن مقطع عبور آب، افت فشار متغیری ایجاد می‌شود و اگر در تمام مدت کار سطح آب در کانال آب تصفیه شده «د» و همچنین سطح آب در صافی تغییر نکند این افت فشار در جهت مخالف افت فشار حاصل از ازدیاد گل و لای ماسه صافی است و با تقریب قابل قبول مجموع این دو درافت فشار همواره ثابت است و بنابراین بده صافی ثابت خواهد ماند.

### شستشوی صافی

برای شستشوی صافی هوا و آب تصفیه شده تحت فشار از طریق مجاری هوا و مجرای جمع آوری آب تصفیه شده به وسیله پستانک‌های کف صافی و درجهیت عکس جریان شادی صافی به کار برده می‌شود.

هر صافی مجهز به یک میز فرمان است که در محور صافی و در سراسر ای فوقانی ساختمان صافی قرار دارد دسته فرمان شیرهای زیر در روی آن نصب شده است. شیر اتصال سیفون، شیر ورود آب شستشو، شیر ورود هوا،



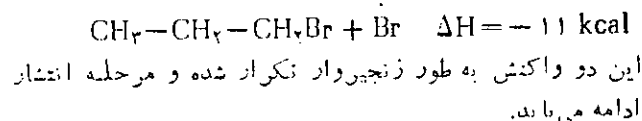
بقیه از صفحه ۴۱:

از آنجا که رادیکال نوع دوم به علت اثر هم‌زمر بنیادین متصل به آن، پایداری از رادیکال نوع اول است. محصول عمده (۸۰ درصد) از نوع رادیکال نوع دوم است.

مقایسه پایداری انواع رادیکالها به صورت زیر است:

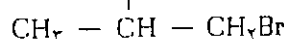
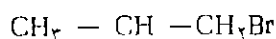
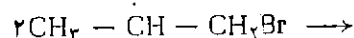
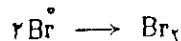
نوع سوم < نوع دوم < نوع اول

در پایان این نکته را نیز یاد آور می‌شویم که به علت زیاد بودن انرژی پیوندی مولکولهای HF و HCl و زیاد بودن  $\Delta H$  مرحله آغازی، واکنش رادیکالی این دو جسم با اولفین‌ها به خوبی صورت نمی‌گیرد. در مورد HI نیز از آنجا که  $\Delta H$  مرحله انتشار زیاد است. واکنش خود به خودی پیشرفت نمی‌کند.



### ج - مرحله پایانی

در پایان واکنش رادیکال‌های آزاد به هم پیوسته و واکنش متوقف می‌گردد.



$\Delta H < 0$

نکته قابل توجه اینکه در مرحله انتشار امکان تشکیل دو نوع رادیکال وجود دارد.



رادیکال نوع اول



رادیکال نوع دوم

منابع:

- ۱- مکایسم واکنشهای شیمی آلی دکتر سیدی
- ۲- رالانس و ساختمان مولکولی ترجمه دکتر خدادادی، دکتر عابدینی
- ۳- شیمی نتایج آلی دکتر رؤف درویش
- ۴- Cotton, wilkinson. Advanced Inorganic Chemistry
- ۵- N. AKHMetrov. Inorganic Chemistry
- ۶- Logowski. Modern Inorganic chemistry
- ۷- Morisson and Boyd. Organic Chemistry



# آشنایی با کتب مجلات شیمی

در مجله رشد شیمی فقط از انتشارات وزارت علوم و آموزش عالی، وزارت آموزش و پرورش و سایر مؤسسات دولتی و نیز مجلات و کتب شیمی به زبانهای خارجه معرفی می‌شوند.

## عنوان کتاب: شیمی معدنی - جلد دوم

انتشارات دانشگاه تربیت معلم

تاریخ انتشار: بهمن ماه ۱۳۶۲

کتاب در ۷۷۶ صفحه شامل پنج فصل؛

ساختمان اتم، بررسی حرکت موجی

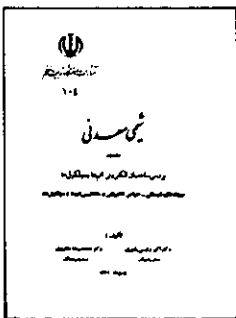
الکترون، طبقه بندی عناصر، پیوندهای

شیمیایی، خواص الکتریکی و مغناطیسی

اتمها و مولکولها

نام مؤلفان: دکتر اکبر رئیسی شهری،

دکتر محمدرضا ملاردی



## عنوان کتاب: الگوهای تدریس شیمی

انتشارات مرکز نشر دانشگاهی

تاریخ انتشار: ۱۳۶۲

کتاب در ۹۴ صفحه شامل چهار بحث؛

هدفهای آموزش شیمی،

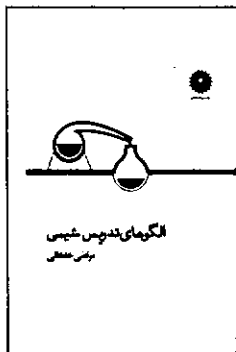
کاربرد الگوی پیش سازمان‌دهنده در

تدریس شیمی هر م توالی مفاهیم شیمی،

کاربرد الگوی مشکل‌گشایی و کاربرد الگوی

فردم‌مداری در تدریس شیمی

نام مؤلف: مرتضی خلخالی





عنوان کتاب: شیمی سال دوم - مراکز تربیت معلم

رشته علوم تجربی

انتشارات: دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف

تاریخ انتشار: ۱۳۶۲

کتاب در ۲۰۰ صفحه شامل هفت فصل

جدول تناوبی، انرژی در واکنشهای شیمیایی، سرعت و مکانیسم شیمیایی،

مجلوهای الکترولیت، اکسیداسیون-احیاءالکتروشیمی، شیمی آلی

(تئوری) و شیمی آلی کاربردی.

نام مؤلفان: دکتر حسین آقائسی، حسام امینی،

دکتر مسعود روحی لاریجانی،

دکتر محمدرضا ملاردی، علی اکبر نوروزی

عنوان مجله: نشریه شیمی و مهندسی شیمی ایران

انتشارات: جهاد دانشگاهی

تاریخ انتشار: بهمن ماه ۱۳۶۲

مجله در ۱۳۱ صفحه شامل شش بخش،

پژوهشهای بنیادی، پژوهشهای کاربردی، مقالات کوتاه

تحقیقاتی، رویو (مقالات مروری)، دانشگاه و صنعت و

یادداشتهای علمی و ترویجی

عنوان کتاب: کاتالیزور

انتشارات: دفتر امور کمک آموزشی و کتابخانهها

تاریخ انتشار: ۱۳۶۳

کتاب در ۹۲ صفحه شامل چهار بخش:

ساخت کاتالیزورها و کاربرد آنها،

فرضیههای مربوط به کاتالیزورها،

کاتالیزورهای زیستی (آنزیمها)،

چند آزمایش درباره کاتالیزورها،

نام مؤلف: خلیل علمی غیانی





نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش

نشانی : خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره ۴ تلفن ۸۲۵۹۶۴

بسمه تعالی

مجله رشد آموزش شیمی نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش وزارت آموزش و پرورش است که با همکاری فنی و هنری دفتر امور کمک آموزشی هر سه ماه یکبار منتشر می‌شود. هدف از انتشار این مجله در وهله اول ایجاد ارتباط متقابل بین معلمان شیمی و دفتر مذکور، به منظور تبادل تجارب و مطالب جنبی و مفید درسی به منظور ارتقاء سطح معلومات معلمان شیمی است. مجله از مشارکت و همکاری معلمان شیمی در ارائه مقالاتی ناظر بر اهداف فوق، بالاخص در زمینه آموزش شیمی، استقبال می‌کند.

دبیران و علاقمندان به اشتراک این مجله می‌توانند مبلغ لازم را به حساب ۱۹ خزانه بانک مرکزی قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی، واریز و فیش آن را به همراه فرم ذیل به آدرس: تهران- خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شهید موسوی (شماره ۴ آموزش و پرورش) - دفتر امور کمک آموزشی - مرکز توزیع ارسال دارند.

<input type="checkbox"/>	دریافت کردم	اینجانب شماره اول مجله رشد آموزش شیمی را
<input type="checkbox"/>	دریافت نکردم	
و بدینوسیله با ارسال فیش واریز مبلغ -/۴۰۰ ریال به حساب شماره ۱۹ خزانه بانک مرکزی متقاضی اشتراک یکساله مجله مزبور هستم.		
نشانی دقیق متقاضی :		

محل فروش آزاد :

خیابان ایرانشهر شمالی، ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش، کتابفروشی شهید موسوی

